

# 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)

<p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Ing. E.M. Veje Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	--	---	---

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>OPERA DI ATTRAVERSAMENTO</p> <p>ATTIVITA' DI CARATTERE GENERALE</p> <p>PROGRAMMA DI ISPEZIONE E MANUTENZIONE</p> <p>Generale</p> <p>Manuale di ispezione e manutenzione</p>	<p><b>PG0029_F0</b></p>
---	--	-------------------------

CODICE	C	G	1	0	0	0			M	I	D	P	G	E	A	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20-06-2011	EMISSIONE FINALE	MJU	LAI	MJU/EYA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## INDICE

INDICE .....	3
Indice degli Allegati .....	9
1 Relazione di sintesi .....	11
1.1 Introduzione .....	11
1.2 Progettazione e Costruzione .....	12
1.3 Sistema di Riferimento del Ponte .....	13
1.4 Ispezioni .....	14
1.5 Manutenzione e Parti di Ricambio .....	16
1.6 Vincoli operativi .....	17
1.7 Sicurezza .....	17
1.8 Qualità .....	17
1.9 Raccolta, registrazione e analisi dei dati di servizio .....	18
1.10 Programmi .....	19
1.11 Sistemi tecnologici .....	19
2 Introduzione .....	19
2.1 Struttura generale dei Manuali di Esercizio e Manutenzione .....	21
2.1.1 Manuali Comuni O&M .....	21
2.2 Uso al quale è destinato il Manuale di Ispezione e Manutenzione .....	22
2.3 Filosofia della manutenzione futura .....	22
2.4 Controlli Operativi .....	24
2.5 Doveri dell'organizzazione di Ispezione & Manutenzione .....	25
2.6 Obiettivi dell'Ispezione e Manutenzione .....	26
2.7 Controllo dei Documenti .....	26
2.8 Accesso da parte di terzi .....	28
3 Informazioni sul progetto e la costruzione .....	28
3.1 Informazioni di Progetto strutturale pertinenti all'Ispezione e Manutenzione .....	31
3.2 Specifiche di Contratto per i Materiali e la Realizzazione .....	32
3.3 Disegni e Bozze As-built e Metodi di Costruzione .....	32
3.4 Report di Sorveglianza, Documenti di Test, Certificazione e Accettazione .....	32
4 Sistema di Riferimento del Ponte .....	33
4.1 Gerarchia degli elementi .....	33

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

4.1.1	Introduzione .....	33
4.2	Elementi Strutturali .....	34
4.2.1	Generale.....	34
4.2.2	Gerarchia degli Elementi, Livello 1 e 2.....	36
4.2.3	Gerarchia degli Elementi, Livello 3.....	36
4.2.4	Gerarchia degli Elementi, Livello 4.....	36
4.2.5	Gerarchia degli Elementi, Livello 5.....	36
4.2.6	Gerarchia degli Elementi, Livello 6.....	37
4.2.7	Gerarchia degli Elementi, Livello 7.....	37
4.2.8	Gerarchia degli Elementi, Livello 8.....	38
4.2.9	Codici di dislocazione .....	38
4.2.10	Disegni di Riferimento.....	39
4.3	Sistemi tecnologici .....	45
4.3.1	Gerarchia Elementi, Livello 1 .....	45
4.3.2	Gerarchia Elementi, Livello 2 .....	45
4.3.3	Gerarchia Elementi, Livello 3 .....	45
4.3.4	Gerarchia Elementi, Livello 4 .....	45
4.3.5	Gerarchia Elementi, Livello 5 e 6 .....	46
4.3.6	Gerarchia elementi, Livello 7 e 8.....	48
4.4	Fogli dei Componenti.....	48
5	Ispezioni .....	48
5.1	Ispezione .....	48
5.2	Categorie di Ispezione .....	50
5.2.1	Ispezioni di Routine (R.I.).....	50
5.2.2	Ispezioni Principali (P.I.) .....	50
5.2.3	Ispezioni Speciali (S.I.) .....	51
5.3	Natura delle Ispezioni .....	51
5.3.1	Ispezione Visiva (V.I.) .....	51
5.3.2	Ispezione Visiva da Vicino (C.V.I.) .....	52
5.3.3	Ispezione Visiva Particolareggiata (D.V.I.) .....	52
5.3.4	Ispezione Funzionale (F.I.) .....	52
5.3.5	Prove non distruttive (N.D.T.).....	53
5.3.6	Prove Distruttive (D.T.) .....	53

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

5.3.7	Misurazioni (MEAS.) .....	53
5.3.8	Ispezioni della Configurazione .....	54
5.3.9	Uso di dati di monitoraggio nelle attività di Ispezione & Manutenzione.....	54
5.4	Ispezioni di Routine .....	56
5.4.1	Ispezioni di Routine Superficiali (R.I.) .....	56
5.4.2	Ispezioni di Routine di Legge (Stat.) .....	56
5.4.3	Ispezioni Funzionali di Routine (F.I.).....	57
5.4.4	Ispezioni Generali di Routine (G.I.) .....	57
5.5	Ispezioni Principali (P.I.) .....	57
5.6	Ispezioni speciali (S.I.).....	58
5.7	Tempistica e Frequenze delle Ispezioni .....	59
5.7.1	Ispezioni di Routine (R.I.).....	59
5.7.2	Ispezioni Principali (P.I.) .....	60
5.7.3	Ispezioni Speciali (S.I.) .....	63
5.7.4	Tempistica delle Ispezioni.....	63
5.8	Programmi di ispezione .....	64
5.9	Competenza dello Staff di Ispezione.....	64
5.10	Procedure e Istruzioni Tecniche per l'ispezione .....	65
5.10.1	Ispezioni strutturali.....	65
5.10.2	Ispezioni delle Istallazioni Meccaniche ed Elettriche .....	68
5.10.3	Lista delle TP e delle TI .....	69
5.11	Contenuti delle Ispezioni.....	69
5.11.1	Strutture in acciaio, cassoni e torri .....	69
5.11.2	Sistema a cavi sospesi del ponte.....	70
5.11.3	Pavimentazione della carreggiata.....	70
5.11.4	Appoggi .....	71
5.11.5	Giunti di espansione .....	72
5.11.5.1	Giunti di espansione stradali.....	72
5.11.5.2	Giunti di espansione ferroviari.....	75
5.11.6	Buffer idraulici.....	77
5.11.7	Strutture di accesso - mobili.....	78
5.11.8	Sistema di deumidificazione.....	78
6	Manutenzione e parti di ricambio .....	79

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

6.1	Obiettivi dell'Ispezione e della Manutenzione.....	79
6.2	Manutenzione preventiva.....	80
6.2.1	Manutenzione definita dal produttore (Manutenzione Definita).....	81
6.2.2	Vita utile prevista (Manutenzione Correttiva Pianificata o Definita) .....	81
6.2.3	Intervento gestito (Manutenzione correttiva pianificata) .....	82
6.3	Manutenzione correttiva non programmata (Manutenzione Reattiva) .....	82
6.4	Attività di Manutenzione Correttiva.....	83
6.5	Manutenzione basata sulla condizione .....	83
6.6	Parti di ricambio .....	83
6.7	Lista dei Manuali di Manutenzione del Produttore.....	84
6.8	Procedure e Istruzioni Tecniche per la Manutenzione.....	84
6.8.1	Strutture in acciaio, cassoni e torri .....	85
6.8.2	Collari dei cavi e montanti.....	85
6.8.3	Pavimentazione della Carreggiata .....	86
6.8.4	Appoggi .....	87
6.8.5	Giunti di espansione .....	87
6.8.5.1	Giunti di espansione stradali.....	87
6.8.5.2	Giunti di espansione ferroviari.....	87
6.8.6	Buffer idraulici.....	87
6.8.7	Strutture di accesso - mobili.....	88
6.8.8	Sistema di deumidificazione.....	88
7	Vincoli operativi.....	88
8	Sicurezza.....	89
9	Qualità .....	90
9.1	Politica Generale dei Piani e degli Standard di Qualità .....	90
9.2	Staff e struttura di sorveglianza.....	90
9.2.1	Staff.....	90
9.2.2	Attrezzatura .....	91
9.3	Proposte di formazione per tutto lo staff.....	94
9.3.1	Generale.....	94
9.3.2	Qualifiche del personale di ispezione.....	94
9.3.3	Informazione e formazione del personale di ispezione.....	96
9.4	Dichiarazioni di Metodologia .....	97

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

9.5	Sistemi di Conservazione dei Documenti e di Recupero delle Informazioni .....	98
10	Raccolta, Registrazione e Analisi dei dati interni .....	98
10.1	Introduzione .....	98
10.2	Componenti e strutture da monitorare.....	99
10.3	Registrazione di tutti i costi e degli eventi associati.....	100
10.4	Registrazione di tutte le Ispezioni, Riparazioni e Sostituzioni.....	101
10.5	Registrazione di tutti i guasti e dei periodi di avaria degli elementi del ponte .....	104
11	Programmi.....	104
11.1	Programma di ispezione .....	104
11.2	Programma di manutenzione per gli elementi strutturali.....	105
11.3	Programma di manutenzione per i sistemi tecnologici e le attrezzature .....	105
11.3.1	Attrezzature di accesso mobili .....	106
11.3.1.1	Carroponti per l'impalcato .....	106
11.3.1.2	Carroponti cavo principale .....	106
11.3.1.3	Piattaforme di accesso – gambe della torre .....	107
11.3.1.4	Piattaforme di accesso esterno – trave di collegamento delle torri.....	107
11.3.1.5	Piattaforme telescopiche mobili (Elevatrici a forbice) .....	107
11.3.1.6	Paranco cestello pendini.....	107
11.3.1.7	Elevatori torri – interni.....	107
11.3.1.8	Autocarri con piattaforme aeree.....	107
11.3.1.9	Carroponti ascendenti alle strutture terminali .....	108
11.3.2	Attrezzatura di accesso fissa .....	108
11.3.2.1	Torri e travi di collegamento.....	108
11.3.2.2	Impalcato del ponte .....	108
11.3.2.3	Piattaforma ferroviaria .....	108
11.3.2.4	Piattaforme in corrispondenza degli appoggi .....	108
11.3.2.5	Ancoraggi dei cavi principali .....	109
11.3.3	Sistemi tecnologici ed altre attrezzature.....	109
11.3.3.1	Sistema di deumidificazione .....	109
11.3.3.2	Sistema elettrico del ponte.....	109
11.3.3.3	Veicoli di manutenzione .....	110
11.3.3.4	Attrezzatura di manutenzione .....	110
11.3.3.5	Sistemi tecnologici.....	110

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

12	Sistemi tecnologici.....	110
12.1	Scopo dei sistemi tecnologici.....	110
12.2	Sistema di Gestione e Controllo (MACS) .....	111
12.2.1	Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati (SCADA) .....	111
12.2.1.1	Esercizio e manutenzione IT per SCADA .....	111
12.2.1.2	Attività di ispezione e manutenzione da effettuare .....	112
12.2.1.3	Sistema di monitoraggio strutturale.....	113
12.2.2	Sistema di gestione, manutenzione e simulazione (MMS) .....	113
12.3	Sistemi elettrici.....	115
12.3.1	Parafulmine .....	115
12.3.2	Alimentazione elettrica.....	115
12.3.2.1	Cavi di alimentazione.....	116
12.3.2.2	Fili dei cavi.....	116
12.3.2.3	Pannelli di distribuzione .....	116
12.4	Sistemi di illuminazione.....	117
12.4.1	Illuminazione interna.....	117
12.4.1.1	Luci interne.....	117
12.4.1.2	Luci di emergenza .....	117
12.4.2	Illuminazione esterna.....	117
12.4.3	Luci di avvertimento aereo e marittimo .....	118
	Le Luci di avvertimento aereo e marittimo devono essere ispezionate dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione ogni anno, conformemente alle raccomandazioni del fornitore...	118
12.5	Sistemi idraulici e meccanici .....	118
12.5.1	Rifornimento idrico.....	118
12.5.2	Drenaggio di superficie .....	119
12.6	Valutazione durante le ispezioni .....	120
12.7	Procedure e Istruzioni tecniche per i Sistemi Tecnologici.....	121
13	Riferimenti.....	122

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## Indice degli Allegati

Allegato 3.1.A	Note tratte dalle riunioni con i leader di progetto
Allegato 4.2.A	Gerarchia elementi del ponte, livello 2 - 5
Allegato 4.2.B	Gerarchia elementi del ponte, livello 2 - 6
Allegato 4.2.C	Gerarchia elementi del ponte, livello 2 - 7
Allegato 4.2.D	Gerarchia elementi del ponte, livello 2 - 8
Allegato 4.2.E	Codici di dislocazione, livello 2 - 7
Allegato 4.2.F	Disegno di riferimento, Cavi principali
Allegato 4.2.G	Disegno di riferimento, Pendini e collari dei cavi
Allegato 4.2.H	Disegno di riferimento, Cassoni in acciaio
Allegato 4.2.I	Disegno di riferimento, diaframmi e celle dei Cassoni stradali
Allegato 4.2.J	Disegno di riferimento, diaframmi e celle del Cassone ferroviario
Allegato 4.2.K	Disegno di riferimento, diaframmi e celle Trasversi
Allegato 4.2.L	Disegno di riferimento, Torri
Allegato 4.2.M	Disegno di riferimento, Traversi
Allegato 4.2.N	Disegno di riferimento, Strutture terminali
Allegato 4.2.O	Disegno di riferimento, Appoggi
Allegato 4.2.P	Disegno di riferimento, giunti di espansione
Allegato 4.2.Q	Disegno di riferimento, Buffer idraulici, D1 e D2
Allegato 4.2.R	Disegno di riferimento, Buffer idraulici, D3 e D4
Allegato 4.2.S	Disegno di riferimento, Impianti di deumidificazione
Allegato 4.4.A	Fogli componenti
Allegato 5.10.A	Procedura Tecnica per l'ispezione e la manutenzione del sistema di sospensione del ponte
Allegato 5.10.B	Procedura Tecnica per l'ispezione e la manutenzione delle strutture in acciaio del ponte- Torri e travi dell'impalcato
Allegato 5.10.C	Procedura Tecnica per l'ispezione principale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Allegato 5.10.D	Istruzione Tecnica per l'ispezione degli elementi esterni del Cavo Principale
Allegato 5.10.E	Istruzione Tecnica per l'ispezione degli elementi del cavo principale all'interno dei blocchi di ancoraggio
Allegato 5.10.F	Istruzione Tecnica per l'ispezione degli elementi interni dei cassoni stradali in acciaio, cassoni ferroviari in acciaio e trasversi in acciaio
Allegato 5.10.G	Istruzione Tecnica per l'ispezione degli elementi esterni dei cassoni stradali in acciaio, del cassone ferroviario in acciaio e dei trasversi in acciaio
Allegato 5.10.H	Istruzione Tecnica per l'ispezione delle barriere di protezione stradale
Allegato 5.10.I	Istruzione Tecnica per il report di Ispezione principale
Allegato 5.10.J	Lista delle Procedure e Istruzioni Tecniche
Allegato 5.11.A	Ispezione e Manutenzione dei Buffer idraulici
Allegato 5.11.B	Ispezione e Manutenzione delle strutture di accesso - mobili
Allegato 5.11.C	Ispezione e Manutenzione del Sistema di Deumidificazione
Allegato 10.2.A	Registro di Performance. Strutture di accesso mobili.
Allegato 11.1.A	Programma di Ispezione
Allegato 11.2.A	Programma di Manutenzione
Allegato 12.5.A	Ispezione degli Idranti anti-incendio e del Sistema di lavaggio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 1 Relazione di sintesi

Come base per questa relazione di sintesi sono stati utilizzati i titoli principali riportati nell'indice del manuale.

### 1.1 Introduzione

La gestione di grandi ponti è un'attività complessa volta a mantenere le strutture e i sistemi installati in condizioni accettabili in maniera economicamente conveniente. Ciò comporta numerose attività multidisciplinari come: la pianificazione, l'ispezione, la manutenzione, l'ottimizzazione delle risorse, la preparazione di procedure ed istruzioni, il coordinamento e la cooperazione con organismi esterni e la divulgazione al pubblico di informazioni affidabili sul livello di servizio dell'infrastruttura.

Fin dalle prime fasi della progettazione, è stato chiaro che una particolare strategia per ottimizzare la gestione, l'esercizio e la manutenzione del ponte deve essere un requisito fondamentale sia in relazione alla grande scala e alla complessità tecnica della struttura, sia per la sua importanza economica come collegamento "vitale" all'interno del sistema nazionale dei trasporti.

Per gestire tutto ciò occorre un manuale che illustri il background e i requisiti per l'esercizio e la manutenzione. Il Manuale per l'Esercizio e la Manutenzione (Manuale O&M) comprenderà diversi documenti, principalmente il Manuale di Esercizio ed Emergenza (Manuale O&E) e il Manuale di Ispezione e Manutenzione (Manuale I&M) insieme a una serie di documenti aggiuntivi con informazioni supplementari in comune per il Manuale O&E e per il Manuale I&M. Ai manuali sarà unito un Sistema di Gestione del Ponte (Bridge Management System - BMS) appositamente realizzato e in grado di archiviare in modo trasparente i dati di inventario, i dati di ispezione, i documenti, la corrispondenza e i budget.

Il Manuale di Ispezione e Manutenzione (Manuale I&M) comprende un gran numero di istruzioni e procedure tecniche basate sulle informazioni ottenute nella fase di progettazione e di realizzazione, ricevute dai fornitori, ecc. Queste istruzioni e procedure tecniche devono essere rispettate dalle persone coinvolte nell'ispezione e nella manutenzione.

La struttura del Manuale I&M è basata sull'"Indice" riportato nel documento di Stretto di Messina GCG.F.06.04 - *"Specifiche tecniche per l'ingegneria di manutenzione e dei sistemi di controllo e*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

*gestione. Linee guida per la preparazione del Programma di Ispezione e Manutenzione e della documentazione d'uso e manutenzione." del 10 giugno 2004."*

Il manuale ha per oggetto tutte le parti del ponte sospeso ad eccezione di particolari elementi del sistema ferroviario, ad esempio la catenaria, il segnalamento e il relativo sistema di controllo, l'armamento (e il relativo incorporamento nel cassone stradale) e gli elementi elettrici della ferrovia.

Questo documento evolverà con la selezione dei componenti e delle attrezzature specifiche selezionate nonché sulla base di quanto rilevato mediante le ispezioni, gli intervalli di sostituzione dei componenti, i risultati da SHMS e il feedback del personale di ispezione e manutenzione. Revisioni regolari del documento devono dunque essere effettuate durante la vita della struttura al fine da assicurare che esso rispecchi l'attuale condizione e requisiti. Il manuale includerà dunque una procedura per un efficace aggiornamento, sistema di riferimento e distribuzione.

Ci si aspetta che il Manuale I&M verrà utilizzato nel modo seguente:

- Come base per la pianificazione e la manutenzione.
- Come base per il training del personale.
- Come fonte per la stampa di moduli e istruzioni, check-list e metodi per lo svolgimento delle attività.
- Come riferimento per procedure e istruzioni.
- Come base per audit congiunti.
- Come documentazione scritta che può essere utilizzata per effettuare un controllo incrociato sulla congruenza rispetto ad altri documenti riguardanti l'ispezione e la manutenzione.

## **1.2 Progettazione e Costruzione**

Il Manuale I&M contiene una breve descrizione del ponte con le caratteristiche tecniche principali.

A tempo debito il manuale verrà sviluppato come di seguito illustrato:

- Con informazioni sulla progettazione strutturale per le varie parti strutturali per finalità di ispezione e manutenzione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Identificando ogni requisito specificato per i materiali o la manodopera che costituisca una prassi unica o non comune e che abbia un impatto sulla futura attività di ispezione e di manutenzione.
- Con la documentazione “as built”, compresi i rapporti di ispezione, i risultati delle prove, i certificati e registri di approvazione raccolti durante la costruzione.

### 1.3 Sistema di Riferimento del Ponte

L’obiettivo del Sistema di Riferimento del Ponte è quello di creare un sistema di archiviazione logico ed efficace per tutti i dati di inventario del Ponte sullo Stretto di Messina.

La finalità è quella di creare una suddivisione gerarchica sistematica dei sistemi strutturali e dei sistemi tecnologici scomponendoli in elementi più piccoli che abbiano caratteristiche tecniche confrontabili per quanto concerne il funzionamento e la manutenzione e che abbiano interfacce amministrative identiche. A tutti gli elementi viene assegnata una numerazione individuale.

Sono stati inoltre sviluppati dei codici di dislocazione affinché ogni elemento possa avere un riferimento unico per la sua posizione sul ponte. Per fare un esempio: i pendini saranno identificati come un elemento del sistema di sospensione del ponte; ogni singolo pendino sarà identificato come parte dell’elemento “Pendini” del sistema di sospensione; il pendino sarà identificato con il suo codice di dislocazione (4 numeri per ciascun pendino).

La gerarchia degli elementi serve a creare un elenco completo di tutti i diversi elementi che formano il Ponte sullo Stretto di Messina. L’elenco viene utilizzato per organizzare in modo sistematico tutti i dati di inventario correlando le informazioni con i numeri degli elementi.

La distinzione tra elementi strutturali ed elementi tecnologici è stata scelta in quanto consente di avere le interfacce amministrative più adeguate. Un’interfaccia amministrativa non deve incrociare alcun elemento.

Negli elementi strutturali possono considerarsi incluse le parti fondamentali necessarie per il funzionamento del ponte, ad esempio le torri, l’impalcato, gli appoggi, i cavi, la pavimentazione stradale e le barriere.

Gli elementi tecnologici sono le parti addizionali, generalmente meccaniche ed elettriche, che sono necessarie per l’esercizio e la manutenzione del ponte, ad esempio la rete per la fornitura d’acqua,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

il sistema di drenaggio, l'illuminazione, il sistema di monitoraggio, il sistema computerizzato correlato all'esercizio e alla manutenzione.

## 1.4 Ispezioni

Si utilizzano tre tipi di ispezione: di Routine, Principale e Speciale. La natura di queste ispezioni dipende dal modo in cui esse si svolgono, ovvero ispezione visiva, tramite misurazioni e tramite prove. Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche dei vari tipi di ispezione:

Tabella 1.1 - Caratteristiche dei vari tipi di ispezione

		TIPO DI ISPEZIONE		
		DI ROUTINE	PRINCIPALE	SPECIALE
Caratteristiche dell'ispezione	Ispezione visiva	SI	-	-
	Visiva da vicino	-	SI	SI
	Visiva particolareggiata	-	-	SI
	Funzionale	SI	SI	-
	Prova non distruttiva	-	-	SI
	Prova distruttiva	-	-	SI
	Misurazioni	SI	SI	SI
	Ispezione della configurazione			SI
	Utilizzo dei dati di monitoraggio nell'ispezione e manutenzione			SI

**Policy:** Lo scopo è di assicurare, per mezzo di programmi e procedure di ispezione appropriate, che tutti i difetti significativi e i deterioramenti siano individuati, in modo da poter mantenere le strutture in buono stato e in condizioni di sicurezza.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La strategia di ispezione ha lo scopo di permettere di monitorare le mutevoli condizioni dei componenti del ponte e di comprendere tali condizioni in modo da poter pianificare ed eseguire i lavori di manutenzione nei tempi ottimali onde assicurare che il ponte venga mantenuto in condizioni operative e di sicurezza in maniera economica.

Saranno messe a punto delle procedure di ispezione formali per le Ispezioni di Routine e per le Ispezioni Principali di tutte le parti strutturali che sono identificate con i numeri degli elementi del ponte come illustrato nella Sezione 1.3. Lo scopo di ogni ispezione sarà stabilito nell'ambito delle rispettive Istruzioni e Procedure Tecniche.

Alcune Istruzioni e Procedure Tecniche si occuperanno sia dell'ispezione che della manutenzione; questo avviene, tipicamente, per gli elementi meccanici del ponte, dove occorre effettuare delle ispezioni funzionali. L'ispezione funzionale, tipicamente, è un'ispezione che ha per oggetto il funzionamento degli elementi, ma che può anche riguardare la manutenzione preventiva dell'elemento.

## **PROCEDURE TECNICHE**

La finalità di una Procedura Tecnica (TP) è quella di illustrare il dettaglio e il background per una parte importante del sistema strutturale (come ad esempio il sistema di sospensione e le strutture in acciaio del Ponte). La Procedura Tecnica si riferirà a svariati elementi del ponte, o ad un gruppo di elementi, e a ciascuno di questi elementi sarà associata un'Istruzione Tecnica. La TP farà riferimento alla specifica di costruzione, alle schede dati dei materiali e ad altre informazioni riguardanti gli elementi trattati dalla TP.

Nella documentazione della Procedura Tecnica sarà inclusa una sezione che identificherà le eventuali attività di manutenzione correttiva associate agli elementi che sono oggetto della procedura.

## **ISTRUZIONI TECNICHE**

La finalità delle Istruzioni Tecniche (TI) è quella di fornire agli ispettori una breve descrizione degli elementi che devono essere ispezionati, di fornire dettagli sui lavori di ispezione necessari e, se appropriato, dettagli dei difetti che tendono a verificarsi in quell'elemento. Ci si aspetta che gli ispettori esaminino i precedenti rapporti di ispezione per gli elementi che devono essere ispezionati e che, ogni volta sia possibile, cerchino una discussione con il precedente team di ispezione. In tal

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

modo il personale di ispezione sarà informato sui motivi dell'ispezione e quindi sarà probabilmente più motivato nello svolgimento della sua attività. Un'Istruzione Tecnica può essere destinata a una serie di parti del ponte che è meglio ispezionare come un gruppo unico; nell'Istruzione Tecnica saranno elencate tutte le apparecchiature speciali eventualmente necessarie per l'ispezione. Alla TI saranno allegati un modulo di riferimento e i rispettivi schemi.

Per esempio, al Manuale I&M sono allegate delle Istruzioni Tecniche (TI) per le parti del sistema di sospensione del Ponte.

È previsto che ad ogni installazione meccanica ed elettrica saranno associati dei manuali di ispezione e manutenzione. Questi manuali saranno a disposizione del personale di ispezione e saranno allegati in appendice al Manuale I&M.

## 1.5 Manutenzione e Parti di Ricambio

Tra gli obiettivi dell'ispezione e della manutenzione vi è quello di preservare in maniera economicamente ragionevole l'integrità e la sicurezza della struttura quando questa sostiene i carichi previsti. Per certe parti soggette ad usura o per le quali è prevista una vita utile limitata (come le parti di usura, gli appoggi e i trattamenti superficiali) la manutenzione includerà la sostituzione delle parti.

**Policy:** Gli obiettivi della manutenzione sono i seguenti:

- Mediante l'azione preventiva limitare il deterioramento o il malfunzionamento di parti e macchinari ad un livello di sicurezza ed economico accettabile.
- Assicurare la continuità delle performance richieste attraverso la sostituzione delle parti usurate.
- Assicurare la continua integrità strutturale e sicurezza pubblica riparando i difetti riscontrati seguendo la priorità d'urgenza indicata negli specifici Manuali di Manutenzione, piani RBI (Reliability Based Inspection)/RCM (Reliability Centered Maintenance), standard, guide linea o classi di gravità illustrati nei report d'ispezione o definiti nella Procedura Tecnica per l'Ispezione Principale.

Verrà inoltre effettuata una valutazione di ogni parte del ponte per stabilire se sia necessario o prudente mantenere una scorta di parti di ricambio. Per gli elementi meccanici ed elettrici sarà

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

necessario tenere alcuni ricambi, mentre per alcune parti realizzate su misura può essere opportuno tenere dei ricambi in quanto i futuri costi di sostituzione sarebbero sproporzionati rispetto ai costi unitari di quelle parti durante la loro costruzione. Se sono consigliati dei ricambi, occorre valutare la quantità di ricambi da tenere in magazzino.

I pezzi di ricambio devono essere immagazzinati in un'area sicura, protetti dal degrado, perdita o danni. Un sistema di inventario sarà sviluppato per gestire e controllare lo stoccaggio, l'identificazione e il rifornimento dei pezzi di ricambio.

## 1.6 Vincoli operativi

Il personale di ispezione e manutenzione dovrà operare in diversi punti della struttura e diverse attività dovranno svolgersi in luoghi in cui esistono pericoli più o meno evidenti. Pertanto è essenziale che tutto il personale di ispezione e manutenzione sia consapevole dei vincoli operativi che influiranno sulle loro attività. Saranno studiate ed inserite nel Manuale O&E delle procedure operative per operare in spazi ristretti, in elevazione, all'interno dell'area ferroviaria, nelle vicinanze o al di sopra delle zone di traffico, ecc.

## 1.7 Sicurezza

Nel Manuale O & E saranno inserite delle procedure per tutti gli aspetti riguardanti la sicurezza e il lavoro in sicurezza. Il manuale I&M farà quindi riferimento al Manuale O&E, ma porrà l'accento sulla sicurezza di tutte le attività sul Ponte sullo Stretto di Messina e sui requisiti del personale di ispezione e manutenzione che deve essere adeguatamente formato e conoscere tutte le procedure di sicurezza.

Le procedure e le istruzioni di sicurezza saranno inoltre sviluppate in connessione con la preparazione del Manuale di Esercizio e gestione delle Emergenze.

## 1.8 Qualità

La policy consiste nell'assicurare che nei futuri lavori sul Ponte sullo Stretto di Messina vengano adottati e rispettati i codici e le norme nazionali e internazionali appropriate. Si dovrà tenere conto anche della ISO 9002 e delle norme e della legislazione in materia di ambiente.

Sarà fornita una breve descrizione:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- dei livelli di organico previsti per i team di ispezione e manutenzione inclusi i macchinari necessari e sulla base dell'organizzazione proposta nel Manuale di Esercizio e Manutenzione [1]
- del training previsto e delle qualifiche necessarie per i vari livelli all'interno della struttura dell'organico, ivi comprese le eventuali esigenze di training specialistico

Questa parte sarà sviluppata quando lo staff organizzativa sarà definito.

Saranno definite delle procedure di lavoro (Method Statements) per gli interventi di riparazione ordinaria nel corso della costruzione una volta che i procedimenti costruttivi del Contractor saranno noti.

## **1.9 Raccolta, registrazione e analisi dei dati di servizio**

L'obiettivo è quello di descrivere la strategia per la raccolta, la registrazione e l'analisi dei dati di servizio che l'organismo di ispezione e manutenzione deve raccogliere e mettere in atto.

I dati vengono registrati nel Registro di Manutenzione.

Affinché il Registro di Manutenzione svolga la propria funzione occorre:

- tenere una registrazione cronologica delle ispezioni e delle relazioni di sintesi dei rapporti di ispezione.
- tenere una registrazione cronologica delle condizioni e di ogni inconveniente operativo.
- tenere una registrazione cronologica dei lavori di manutenzione.
- supportare le altre attività di gestione del ponte fornendo i dati sopra indicati che sono necessari per particolari attività di emergenza, di esercizio e di manutenzione.

Tutti i dati del registro sono correlati alla struttura gerarchica del Ponte sullo Stretto di Messina; si rimanda alla Sezione 1.3.

Sarà infine sviluppato l'utilizzo di firme elettroniche da utilizzarsi nei report preparati dallo staff di ispezione e manutenzione.

Tutti i dati devono essere archiviati nel database del Sistema di Gestione del Ponte e il numero di file deve essere contenuto al minimo dopo l'archiviazione nel database.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 1.10 Programmi

Si allega alla presente relazione un programma preliminare relativo ai Cavi Principali, alle Torri e ai Cassoni dell'impalcato. Tale programma dovrà essere sviluppato per coprire tutte le strutture del Ponte. Le frequenze proposte per l'ispezione degli elementi strutturali, che sono basate sulle analisi FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) e IMAA (Inspection and Maintenance Activity Analysis), sono discusse nella relazione sull'ispezione basata sull'Affidabilità (RBI – Reliability Based Inspection) e sulla Manutenzione basata sull'Affidabilità (RCM – Reliability Centered Maintenance), rif. [2].

Un Programma di Manutenzione basato sullo Studio dei Costi di Ciclo di Vita (Life Cycle Cost Study), rif. [3] è incluso nel Manuale.

Un programma di manutenzione per tutti i sistemi e le attrezzature tecnologiche dovrà essere sviluppato una volta che i fornitori di suddetti sistemi e attrezzature saranno stati definiti.

## 1.11 Sistemi tecnologici

I vari Sistemi Tecnologici sono brevemente descritti insieme alle previste relative attività di ispezione e manutenzione che dovranno essere eseguite dalla struttura organizzativa per l'ispezione e la Manutenzione.

## 2 Introduzione

La gestione di grandi ponti è un'attività complessa volta a mantenere le strutture e i sistemi installati in condizioni accettabili in maniera economicamente conveniente. Ciò comporta numerose attività multidisciplinari come: la pianificazione, l'ispezione, la manutenzione, l'ottimizzazione delle risorse, la preparazione di procedure ed istruzioni, il coordinamento e la cooperazione con organismi esterni e la divulgazione al pubblico di informazioni affidabili sul livello di servizio dell'infrastruttura.

Per gestire tutto ciò occorre un manuale che illustri il background e i requisiti per l'esercizio e la manutenzione, nonché un sistema di gestione in grado di immagazzinare i dati di inventario, i dati di ispezione, i documenti, la corrispondenza ed i budget in modo trasparente.

Il Manuale di Ispezione e Manutenzione (Manuale I&M) comprende un gran numero di istruzioni e procedure tecniche basate sulle informazioni ottenute nella fase di progettazione e di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

realizzazione, ricevute dai fornitori, ecc. Queste istruzioni e procedure tecniche devono essere rispettate dalle persone coinvolte nell'ispezione e nella manutenzione.

Il Manuale di Ispezione e Manutenzione sarà supportato da un Sistema di Gestione del Ponte [5] (BMS) che gestirà tutti i dati in entrata e in uscita.

La struttura del Manuale I&M è basata sull' "Indice" riportato nel documento di Stretto di Messina GCG.F.06.04 - "Specifiche tecniche per l'ingegneria di manutenzione e del sistema di controllo e gestione. Linee guida per la preparazione del Programma di Ispezione e Manutenzione e della documentazione d'uso e manutenzione." del 10 giugno 2004."

Il report/manuale concernerà il ponte sospeso inclusi i cavi principali e le Strutture Terminali.

Per quanto concerne il cassone ferroviario, il manuale contemplerà solo:

- Cassone
- Pali
- Piattaforma
- Fissaggio binari al cassone
- Lamiere in acciaio che delimitano i binari
- Sistemi anti-deragliamenti
- Superficie dell'impalcato del cassone

E non contemplerà

- Sistema catenaria
- Segnali e sistema di controllo
- Binari (e loro alloggiamento)
- Elementi elettrici.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 2.1 Struttura generale dei Manuali di Esercizio e Manutenzione

Il Manuale di Esercizio ed Emergenza (Manuale O&E) e il Manuale I&M, formano il Manuale di Esercizio e Manutenzione generale (Manuale O&M) del ponte. Il Manuale I&M deve essere considerato insieme al Manuale O&E e i due, dovranno quindi avere documenti comuni, nella misura in cui essi sono uguali.

I Manuali O&M includono:

- Manuale O&E – per l'elenco dei contenuti cfr. Manuale O&E, rif. [1].
- Manuale I&M.
- Manuali O&M Comuni con informazioni supplementari.

### 2.1.1 Manuali Comuni O&M

- 1 Guida all'accesso del ponte (sistema di posizioni comune)
- 2 Disegni (cfr. Sistema di Gestione del Ponte (BMS) in cui saranno disponibili tutti i disegni)
- 3 Manuali di Sistema (/Manuali di sistema accessibili da pc)
- 4 Basi di progetto
- 5 Base ORA
- 6 Basi RBI e RCM, rif. [2]
- 7 Basi LCC, rif. [3]
- 8 Manuale BMS (Manuali di sistema accessibili da pc)
- 9 Procedura di emergenza delle parti esterne
- 10 Principio di Sicurezza, COWI doc. no. A09055-NOT-3-004 (5 Giugno 2010).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 2.2 Uso al quale è destinato il Manuale di Ispezione e Manutenzione

Il Manuale I&M costituisce il documento contenente le procedure e le istruzioni concordate, che lo staff del ponte e le parti esterne che svolgono operazioni di ispezione e manutenzione del ponte, devono rispettare.

Il Manuale I&M sarà utilizzato come segue:

- Come base per la pianificazione delle ispezioni e delle operazioni di manutenzione
- Come base per la formazione del personale.
- Come base per l'elaborazione di moduli e istruzioni come ad esempio check-list e come base per altre attività.
- Come riferimento per procedure e istruzioni
- Come base per gli audit.
- Come documento scritto per controlli incrociati volti a verificare la coerenza con altri documenti relativi alle procedure di ispezione e manutenzione.

Questo documento evolverà con la selezione dei componenti e delle attrezzature specifiche selezionate nonché sulla base di quanto rilevato mediante le ispezioni, gli intervalli di sostituzione dei componenti, i risultati da SHMS e il feedback del personale di ispezione e manutenzione. Revisioni regolari del documento devono dunque essere effettuate durante la vita della struttura al fine da assicurare che esso rispecchi l'attuale condizione e requisiti. Il manuale includerà dunque una procedura per un efficace aggiornamento, sistema di riferimento e distribuzione.

## 2.3 Filosofia della manutenzione futura

Si presume che la vita utile del Ponte sia di 200 anni.

La filosofia generale per quanto riguarda la manutenzione futura del Ponte sullo Stretto di Messina è quella di minimizzare il deterioramento dovuto alla corrosione, alle incrinature, al danno e ad altre cause. Un certo margine di tolleranza è comunque previsto per il consumo delle parti mobili. Per preservare l'affidabilità degli elementi, questi devono essere ispezionati ed essere oggetto di manutenzione, con eventuale sostituzione di alcune parti al fine di assicurarne sempre lo stesso livello di prestazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Per quanto concerne la resistenza alla fatica, la continua integrità strutturale deve essere assicurata mediante ispezioni precoci volte ad individuare e risolvere i difetti di costruzione; successivamente si effettueranno ispezioni periodiche volte a controllare eventuali incrinature. Tutti gli intervalli di ispezione, sono correlati ad un tasso di danno da fatica previsto, nonché all'importanza strutturale delle singole parti. Le incrinature osservate dovranno essere monitorate o riparate a seconda di quanto imposto dal livello di gravità e punto in cui si verificano.

Quando viene riscontrato un difetto e il presente manuale non contempla azioni specifiche, tale difetto dovrà essere analizzato e valutato dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione.

I lavori di ispezione e di rimedio, se necessari, dovranno essere concordati con SdM e svolti conformemente alle procedure sviluppate a partire da quelle qui contenute e concordate con SdM.

Sin dalle prime fasi della progettazione è emerso con chiarezza che una particolare strategia volta a ottimizzare la gestione, l'esercizio e la manutenzione del ponte deve costituire un requisito fondamentale non solo in considerazione della grande scala della struttura ma anche della sua complessità tecnica, e infine in ragione dell'importanza economica dato che essa costituisce un collegamento "vitale" nel sistema di trasporti nazionale. Tale strategia mira quindi a raggiungere i migliori risultati possibili in termini di:

- Sicurezza, durata e valore della struttura, ad esempio il mantenimento della struttura in stato di efficienza e in buone condizioni, mantenendone il valore durante l'intero ciclo di vita;
- Manutenzione economica ed efficace, raggiungendo l'obiettivo di cui sopra con un costo minimo;
- Sicurezza degli utenti e del personale di manutenzione;
- Continuità e qualità del servizio, minimizzando ad esempio la necessità di gestione del traffico durante le attività di manutenzione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Nella progettazione, dunque, sono stati scelti componenti con una vita utile lunga, ad esempio:

- |   |         |
|---|---------|
| • Rivestimento elastomerico dei cavi principali                       | 30 anni |
| • Sigillo dei collari   | 15 anni |
| • Pavimentazione corsie lente   | 20 anni |
| • Nuovo rivestimento superfici esterne dell'impalcato sospeso e torri | 30 anni |
| • Pavimentazione * cassone stradale                                   | 40 anni |
| • Pavimentazione cassone ferroviario                                  | 30 anni |
| • Galvanizzazione barriere di protezione                              | 50 anni |
| • Galvanizzazione barriere frangivento                                | 50 anni |
| • Giunti di espansione stradale *                                     | 50 anni |
| • Giunti di espansione ferroviari *                                   | 60 anni |

Per i componenti sopra menzionati e segnalati con \*, sono previsti lavori di manutenzione prima della sostituzione, Cfr. Programma di Manutenzione in Allegato 11.2.A.

## 2.4 Controlli Operativi

L'esercizio dell'attraversamento deve essere controllato conformemente al Manuale di Esercizio e gestione delle Emergenze, che fra le altre cose, include in controlli da effettuarsi durante le attività di ispezione e manutenzione. È essenziale che tali controlli siano rispettati durante lo svolgimento delle attività nel presente Manuale I&M.

E' importante che tutto il personale di ispezione e manutenzione sia consapevole dei vincoli operativi che incidono sulle attività. Occorre quindi fare riferimento ai manuali correlati (soprattutto Manuale O&M) e ai documenti che contemplano le misure operative, di sicurezza e di controllo per tutti gli utenti del ponte.

Le attività di ispezione e manutenzione dovranno essere valutate al fine di individuare i rischi che possono insorgere da ogni attività. In misure differenti, a seconda della location, dell'orario e della procedura prevista per una data attività, vi saranno rischi per:

- a) Personale di ispezione e manutenzione.
- b) Utenti del ponte.
- c) Integrità strutturale e operative del ponte e per le strutture del ponte.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il personale di ispezione e manutenzione, lavorerà in una serie di luoghi inclusi spazi confinati, in altezza, in aree esposte a condizioni climatiche, traffico ed altri pericoli. Le attività di ispezione e manutenzione possono interferire con gli utenti del ponte, sia fisicamente, ad esempio gestione del traffico, che visivamente, ad esempio lavori operativi sul cavo principale.

Le Procedure di Esercizio e gestione delle Emergenze, saranno sviluppate per far fronte a tutte le attività previste. Il personale di ispezione e manutenzione, dovrà rispettare le procedure ed vegliare sulla loro efficacia. Tutto il personale dovrà conformarsi al Manuale O&E.

## **2.5 Doveri dell'organizzazione di Ispezione & Manutenzione**

Il Manager Tecnico avrà la responsabilità generale delle attività di Ispezione e Manutenzione del ponte. Egli sarà responsabile della gestione dell'Organizzazione Ispezione & Manutenzione SdM. Si faccia riferimento al Manuale di Esercizio e gestione delle Emergenze per una descrizione completa dell'Organizzazione di Ispezione & Manutenzione.

Le attività di ispezione e manutenzione, concernono tutti gli elementi del ponte sospeso.

La gestione dell'ispezione e della manutenzione, include, fra le altre cose:

- Pianificazione delle attività di ispezione e manutenzione inclusa definizione del budget
- Esecuzione dei lavori di ispezione e manutenzione
- Gestione, supervisione e formazione del personale di manutenzione
- Collaborazione e coordinamento con il Management per l'Esercizio e la gestione delle Emergenze
- Revisione e aggiornamento del presente Manuale di Ispezione e Manutenzione inclusi emendamenti alle Procedure e Istruzioni Tecniche
- Sorveglianza ed elaborazione dei risultati inclusi aggiornamenti conformemente ai Metodi RBI e RCM
- Aggiornamento e continuazione della analisi LCC intraprese durante la fase di progetto e continuazione degli aggiornamenti RBI e RCM. Coordinamento con il Sistema di Gestione del Ponte.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 2.6 Obiettivi dell'Ispezione e Manutenzione

Gli obiettivi principali dell'Ispezione e della Manutenzione sono:

- Mantenimento della sicurezza del traffico (stradale e ferroviario)
- Minimizzare interferenze fra utenti stradali e ferroviari e dunque ridurre l'impatto sui costi ambientali e sociali dovuti al traffico in ragione di ritardi
- Concentrarsi sulla manutenzione preventiva e organizzare tale manutenzione con le ispezioni e le attività di riparazione al fine di fare usare in modo ottimale le risorse disponibili
- Utilizzare le risorse nel modo più efficace ed economicamente vantaggioso.
- Mantenere un aspetto visivo gradevole
- Difendere l'ambiente
- Assicurare che il personale di manutenzione svolga le proprie attività in modo efficiente e sicuro
- Sistema di ottimizzazione per miglioramento e manutenzione del ponte
- Permettere al management di determinare standard di ispezione e manutenzione economicamente ottimali e strategie per le strutture e sistemi associati

## 2.7 Controllo dei Documenti

L'Organizzazione di Ispezione & Manutenzione (IMO) (staff di SdM o appaltatore esterno) non deve modificare o apportare cambiamenti ai requisiti di ispezione e manutenzione del Ponte sullo Stretto di Messina senza il permesso di SdM.

Questo Manuale e qualsiasi documentazione di supporto, inclusi gli Allegati, inoltre, può essere modificato o ampliato da SdM in qualsiasi momento. L'IMO riceverà tutte le modifiche da inserire nel presente manuale. Dopo ricezione, IMO deve attuare tutte le modifiche che influiscono sulla gestione, esercizio e manutenzione del Ponte sullo Stretto di Messina, il prima possibile.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

IMO deve immagazzinare e conservare tutti i documenti fornitigli da SdM e questi devono essere disponibili all'uso da parte di SdM. IMO deve inoltre informare SdM del luogo di stoccaggio.

IMO deve conservare tutti i documenti, in formato accettato da SdM, di tutti i lavori intrapresi in relazione al Ponte sullo Stretto di Messina.

#### Sistema di controllo dei documenti

Un Sistema di Gestione Elettronica dei Documenti (EDMS) sarà sviluppato.

L'obiettivo di questo EDMS è quello di registrare e permettere l'accesso alla seguente documentazione:

- Documentazione as-built (disegni e specifiche)
- Manuali di esercizio e Manuali di Ispezione e Manutenzione preparati dai progettisti, appaltatori e fornitori (che saranno inclusi nei Manuali di Esercizio e Gestione delle Emergenze e di Ispezione & Manutenzione)
- Elenco dei pezzi di ricambio
- Procedure tecniche e istruzioni O&M e amministrative preparate dall'Organizzazione O&M.
- Qualsiasi documentazione ad uso dell'Organizzazione O&M

Si presume che alla fine del periodo di costruzione, EDMS sarà dotato di una "Interfaccia Utente Ispezione e Manutenzione" – ovvero, le strutture per operare con i documenti nella fase di Esercizio e Manutenzione sono già incluse in EDMS. Alla fine del periodo di costruzione, tutta la Documentazione As Built sarà disponibile per mezzo di EDMS.

Durante la vita utile della struttura vi saranno modifiche e aggiornamenti ai sistemi meccanici ed elettrici, nonché riparazioni strutturali, alterazioni ed altri lavori. Tali modifiche comporteranno la necessità di manuali e documenti as-built aggiornati alle condizioni della struttura.

L'organizzazione I&M avrà accesso a tutte le versioni attuali dei documenti di manutenzione attraverso EDMS.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
Manuale di ispezione e manutenzione	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 2.8 Accesso da parte di terzi

L'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione (IMO) dovrà stipulare accordi per fornire accesso e assistenza a SdM ed ai suoi agenti affinché questi possano ispezionare le strutture e le apparecchiature e svolgere i lavori necessari.

IMO dovrà fornire a queste Autorità un accesso Regolamentare al Ponte sullo Stretto di Messina per poter svolgere tali mansioni e attività.

Questo accesso deve essere subordinato ad un preavviso ragionevole da parte di tali Autorità, salvo in caso di emergenza.

L'accesso a tutte le parti della struttura in cui l'accesso pubblico non è consentito sarà soggetto a procedure di controllo come definito nel Manuale O&E. L'accesso a queste parti della struttura sarà consentito a personale IMO debitamente formato.

## 3 Informazioni sul progetto e la costruzione

Il Ponte di Messina consente il collegamento stradale e ferroviario fra il territorio della penisola italiana e l'isola della Sicilia. Il ponte sospeso presenta una campata principale di 3.300 metri con una distanza totale fra gli ancoraggi di 5.070 metri; esso ha una vita utile di 200 anni.

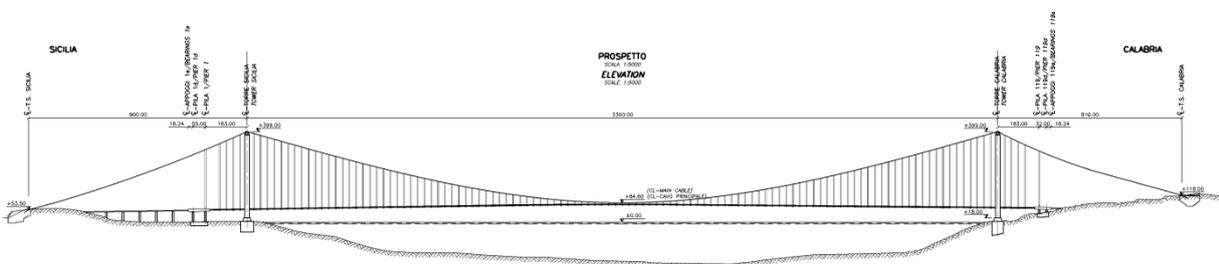
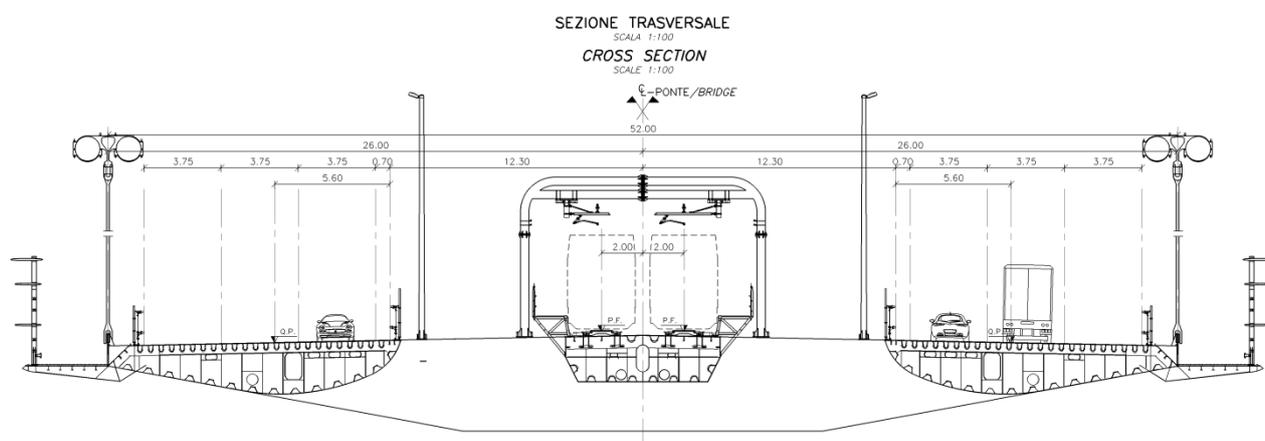


Figura 3.1 Sezione longitudinale del Ponte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_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: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

L'impalcato sospeso è formato da tre travi longitudinali. Le travi esterne sostengono le carreggiate stradali, ciascuna con due corsie stradali della larghezza di 3.75 m più una corsia di emergenza con una via di Manutenzione a sbalzo. La trave centrale sostiene due binari ferroviari e relative banchine di ispezione. Le tre travi longitudinali sono sostenute da travi a cassone traverse che si estendono fra i pendini. Le aree interne di queste travi devono essere deumidificate per prevenirne la corrosione. La larghezza totale dell'impalcato del ponte è di circa 61 metri, con una distanza fra i cavi principali di 52 metri .

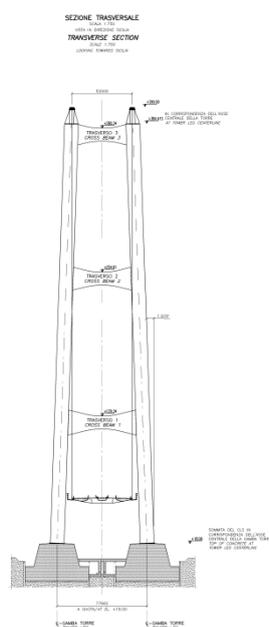


*Figura 3.1 Sezione trasversale del ponte*

Il sistema di sospensione comprende due paia di cavi principali. Nella campata principale, ogni cavo, del diametro di 1.24 metri, è composto da 325 trefoli, ciascuno dei quali è composto da 127 fili del diametro di 5.4mm. In ragione del carico leggermente maggiore nelle campate laterali, nella Campata Laterale Sicilia vi sono otto trefoli aggiuntivi mentre nella campata laterale della Calabria, ve ne sono sei aggiuntivi. Questi sono avvolti in un rivestimento elastomerico (anche se si sta considerando una alternativa con filo di avvolgimento intrecciato a S, primer elastico e vernice) e deumidificati. I pendini dei cavi principali sono disposti a gruppi a 30 mt e sono collegati ai trasversi. Il diametro dei pendini varia fino ad un massimo di 160 mm; i pendini adiacenti alle torri sono lunghi circa 300 m e pesano circa 30 tonnellate ciascuno. I pendini più corti sono progettati per incorporare appoggi sferici ad entrambe le estremità per permettere la rotazione dei giunti assicurati sull'asse longitudinale del ponte. La quantità totale di acciaio strutturale utilizzato nel sistema di sospensione è di circa 167.000 t per i fili dei cavi, 5.500 t per i pendini e 7.000 t per le colate (collari e selle).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Le torri si erigono ad una altezza di 400 m sopra il livello del mare e sostengono il carico verticale dei cavi principali. Lo spessore delle lamiere in acciaio varia per lo più da 50 a 65 mm ma raggiunge i 90 mm nelle sezioni inferiori. La quantità totale di acciaio strutturale è di circa 52.500 t per torre. Le aree interne sono verniciate e deumidificate.



**Figura 3.3** Torre

Sarà possibile accedere a tutte le parti della struttura. Una corsia di servizio/manutenzione a sbalzo sarà presente lungo ciascun lato dell'impalcato della carreggiata; un passaggio pedonale costeggerà i lati della ferrovia. Si prevedono quattro carroponi che copriranno l'intera larghezza dell'impalcato del ponte; questi includono elevatrici a forbice che permetteranno l'accesso a tutte le aree che si trovano nella parte inferiore della struttura. Un sistema completo di passaggi pedonali di servizio sarà presente all'interno delle sezioni dell'impalcato e all'interno delle torri. Ogni gamba delle torri sarà dotata di passaggi pedonali di servizio, elevatori interni e scale di emergenza. Tutte le superfici esterne delle torri e dei traversi possono essere raggiunte mediante un sistema di piattaforme. Un carrello portacavi supportato sulle funi verticali fornisce un sistema di accesso a tutte le parti esterne dei cavi principali; questi carrelli incorporano piattaforme di accesso che possono essere abbassate e sollevate per permettere l'ispezione ravvicinata dei pendini. Gli appoggi, i giunti di espansione e gli ancoraggi hanno dispositivi simili per l'accesso sicuro.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011



*Figura 3.4 Configurazione dell'impalcato sospeso*

### **3.1 Informazioni di Progetto strutturale pertinenti all'Ispezione e Manutenzione**

Il team leader di progetto si sono incontrati in occasione di diverse riunioni per discutere questioni relative alle varie aree del ponte. Queste riunioni hanno fornito l'opportunità di discutere e scambiare punti di vista sugli sviluppi del progetto e sugli effetti di questi sviluppi sulla futura ispezione e manutenzione. Queste riunioni si sono svolte in presenza dei seguenti team leader:

- Torri e travi di collegamento
- Sistema di sospensione dei cavi.
- Struttura dell'impalcato del ponte
- Articolazioni (appoggi, giunti di movimento, e buffer)
- Fondazioni e Ancoraggi
- Sistema di Salute Strutturale.
- Pavimentazione carreggiate.

Le note relative a queste riunioni sono riportate nell' **Allegato 3.1.A**.

Ulteriori riunioni saranno organizzate con i team leader al fine di permettere ulteriori scambi durante lo sviluppo del progetto. Ci si aspetta che diverse problematiche relative all'ispezione ed

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

alla manutenzione, saranno affrontate nell'ambito dello sviluppo del progetto. Allo stesso modo, le preoccupazioni in materia di progettazione saranno individuate e integrate nelle TP (Procedure Tecniche, cfr. sezione 5.10) e TI (Istruzioni Tecniche, cfr. sezione 5.10) per gli elementi associati. A tempo debito, sarà interpellato il team di progetto adeguato per commenti sulle procedure tecniche e istruzioni sviluppate per le sezioni specifiche.

### **3.2 Specifiche di Contratto per i Materiali e la Realizzazione**

Nelle riunioni menzionate al punto 3.1, è stato osservato che le specifiche saranno sviluppate lungo il progetto. Durante le riunioni sono state individuate parti che dovranno essere ispezionate con regolarità anche se attualmente è troppo presto per poter definire nel dettaglio i requisiti di ispezione e manutenzione. Quando i requisiti di progetto saranno stati definiti, sarà necessario organizzare altre riunioni con questi team leader. Le TP e le TI saranno revisionate e aggiornate durante lo sviluppo di tali discussioni.

### **3.3 Disegni e Bozze As-built e Metodi di Costruzione**

I disegni as built, bozze incluse, nonché le specifiche sui metodi di costruzione, saranno raccolti durante la costruzione.

### **3.4 Report di Sorveglianza, Documenti di Test, Certificazione e Accettazione**

I report di sorveglianza e i documenti relativi ai test, ai certificati e all'accettazione, saranno raccolti durante la costruzione. Ciò includerà qualsiasi aspetto di non-conformità dei lavori realizzati con i disegni o le specifiche. Qualsiasi aspetto che si ritiene potrebbe avere una influenza inaspettata sull'esercizio, ispezione, manutenzione o sicurezza, dovrà essere evidenziato durante la fase di costruzione in modo tale da permetterne la valutazione delle conseguenze.

Gli intervalli di ispezione attualmente definiti, potrebbero essere modificati in seguito alle conoscenze acquisite durante la fase di costruzione.

I dati raccolti in merito agli aspetti di non conformità dei lavori realizzati con i disegni e le specifiche dovranno essere immagazzinati nel database del Sistema di Gestione del Ponte e i documenti dovranno essere conservati per un periodo di tempo minimo dopo la registrazione dei dati in tale database.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 4 Sistema di Riferimento del Ponte

### 4.1 Gerarchia degli elementi

#### 4.1.1 Introduzione

L'obiettivo del Sistema di Riferimento del Ponte è quello di definire un sistema di archiviazione logico dei dati di inventario del Ponte sullo Stretto di Messina.

L'intento è quello di definire una struttura gerarchica e sistemica degli elementi strutturali e dei sistemi tecnologici, scomponendoli in elementi più piccoli; ogni elemento avrà proprietà tecniche confrontabili per quanto concerne l'esercizio e la manutenzione e interfacce amministrative identiche. A tutti gli elementi saranno attribuiti numeri individuali (o una combinazione di caratteri).

Quando tutti gli elementi saranno stati dotati di numeri di riferimento, verranno definiti i codici di dislocazione per permettere il riferimento ai singoli componenti. Con questo metodo, ogni singolo bullone all'interno dei collari dei cavi potrà essere singolarmente individuato mediante il suo riferimento e il suo codice di dislocazione.

La gerarchia degli elementi è utilizzata per creare una lista completa di tutti i vari elementi che costituiscono il Ponte sullo Stretto di Messina. Questa lista è utilizzata per organizzare tutti i dati di inventario in modo sistematico, facendo riferimento ai numeri degli elementi.

La distinzione fra elementi strutturali e sistemi tecnologici è stata effettuata conformemente alle interfacce amministrative più convenienti. Una interfaccia amministrativa non deve incrociare tutti gli elementi.

Ad esempio, la manutenzione della strada, le barriere di protezione ed il drenaggio possono essere subappaltate di diversi pacchetti. La carreggiata è dunque suddivisa in una serie di elementi.

Gli elementi strutturali sono dettagliatamente descritti alla Sezione 4.2 e possono essere considerati come includenti le parti di base necessarie al funzionamento del ponte, come ad esempio le torri, l'impalcato, gli appoggi, i cavi, le barriere delle carreggiate e le attrezzature di deumidificazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

I sistemi tecnologici sono descritti alla Sezione 4.3 e possono essere considerati come le parti aggiuntive, meccaniche ed elettriche, necessarie all'esercizio ed alla manutenzione del ponte, come ad esempio le parti elettriche (es. illuminazione), monitoraggio, ferrovia, sistemi di esercizio e manutenzione.

Inevitabilmente vi sarà una sovrapposizione fra Elementi Strutturali e Sistemi Tecnologici e in questo caso, l'elemento è stato ripartito.

Se altre interfacce amministrative saranno considerate convenienti per un dato elemento, come definito nella presente gerarchia degli elementi, l'elemento in questione sarà suddiviso in due parti.

Nelle sotto-sezioni di seguito riportate, vengono chiarite le basi per i sistemi numerici sviluppati per gli elementi strutturali e per i sistemi tecnologici.

*(La gerarchia degli elementi sarà incorporata della struttura dell'elemento per l'intero collegamento quando è disponibile. Saranno necessari cambiamenti.)*

## **4.2 Elementi Strutturali**

### **4.2.1 Generale**

La gerarchia degli elementi per le strutture, si basa sulla suddivisione in 8 livelli di elementi con proprietà individuali e il presupposto che l'intero collegamento è a livello 1.

Un'ulteriore suddivisione è possibile applicando fino a 6 codici di dislocazione per ciascun elemento a livello 2-7.

I codici di dislocazione sono utilizzati per registrare le posizioni di elementi individuali con proprietà identiche – o quasi identiche – ad eccezione del punto in cui si trovano. Tali codici possono essere utilizzati a fini di ispezione per individuare con esattezza il punto del difetto.

I primi due codici di dislocazione sono rispettivamente all'inizio ed alla fine dell'elemento. Il terzo codice è utilizzato per applicare un codice numerico a ciascun elemento a livello 5-7, ad esempio per fornire il punto dettagliato del difetto, cfr. sezione 4.2.9.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La gerarchia degli elementi per le strutture a livello da 1 a 4 è mostrata nella Tabella 4.1 insieme all'identificazione mediante lettere utilizzata nel Progetto.

Tabella 4.1 *Gerarchia degli elementi, Strutture, livello 1, 2, 3 e 4*

N° Elemento					Descrizione
L1	L2	L3	L4		Gerarchia elementi
ID	ID	ID	ID	ID <sub>lettera</sub>	
1				?	<b>Collegamento di Messina</b>
	1			P	<b>Ponte sospeso</b>
		1		ST	<b>Substruttura</b>
			1	F3	Fondazioni torri
			2	B4	Blocchi di ancoraggio
			3	F4	Struttura Terminale Fondazioni
			4	S6	Disegni Esterni
		2		SV	<b>Superstrutture</b>
			1	T4	Torri
			2	S7	Sistema di Sospensione
			3	I3	Impalcato
			4	S8	Strutture Terminali
		3		SS	<b>Sistemi secondari</b>
			1	R4	Strutture secondarie
			2	A0	Articolazioni
			3	P2	Piattaforma

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La gerarchia degli elementi per le strutture a livello 2, 3, 4 e 5 è presentata nell' **Allegato 4.2.A**.

#### 4.2.2 Gerarchia degli Elementi, Livello 1 e 2

Si presume che l'intero Collegamento di Messina sia l'unico elemento a livello 1.

A livello 2, potrebbero esservi altri elementi oltre al "Ponte Sospeso", ma nell'ambito dello scopo del presente manuale esso è l'unico elemento a livello 2.

#### 4.2.3 Gerarchia degli Elementi, Livello 3

Gli elementi di Livello 3 sono la Substruttura, le Superstrutture e i Sistemi Secondari.

#### 4.2.4 Gerarchia degli Elementi, Livello 4

Ciascuno degli elementi del Livello 3 è ulteriormente diviso a Livello 4, ad esempio la Superstruttura del Livello 3, si suddivide a Livello 4 per identificare le Torri, il Sistema di Sospensione (cavi etc), Impalcato e Strutture Terminali.

#### 4.2.5 Gerarchia degli Elementi, Livello 5

A livello 5, ciascuno degli elementi del Livello 4 è ulteriormente suddiviso. Come sopra accennato, la gerarchia degli elementi per le strutture a livello 2,3,4 e 5 è illustrata nell'**Allegato 4.2.A**.

Nella colonna a sinistra della colonna "Gerarchia Elementi" viene riportata la lettera identificativa. Questa identificazione è utilizzata durante la costruzione, ad esempio l'elemento di sub struttura "Torre Sicilia" avrà l'identificazione di figura 1.1.1.1 e le lettere identificative P-ST-F3-TS.

La gerarchia degli elementi è dettata dal progetto per i livelli 1-5, sebbene si propone che a livello 5 vengano aggiunti altri elementi. Gli elementi aggiuntivi proposti, sono contrassegnati con un punto di domanda alla colonna identificazione in lettere nell'**Allegato 4.2.A**. Si propone inoltre l'aggiunta di altri elementi a livelli inferiori (livello 6,7 e 8) ed anche questi sono contrassegnati con un punto di domanda.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### 4.2.6 Gerarchia degli Elementi, Livello 6

Alcuni degli elementi di livello 5 sono suddivisi in elementi di livello 6.

La suddivisione si basa principalmente sulla suddivisione di

- Sub-strutture:
  - Fondazioni torri (Sicilia e Calabria) in Gamba Nord-Est, gamba Sud-Ovest e Traversi
  - Fondazioni strutture terminali (Sicilia e Calabria) in Fondazioni e Pilastrini
- Superstrutture:
  - Torri (Sicilia e Calabria) in Gamba Nord-Est, gamba Sud-Ovest e Traversi
  - Sistema di Sospensione e Impalcato suddivisi a seconda dell'appartenenza delle strutture a Campata Principale, Campata Laterale Sicilia, Campata Laterale Calabria
  - Strutture terminali suddivisi a seconda dell'appartenenza delle strutture a Acciaio Longitudinale o Piastra
- Sistemi Secondari:
  - Appoggi e Giunti di espansione suddivisi secondo appartenenza a Cassone stradale o ferroviario (sia in direzione Calabria che Sicilia)

La gerarchia degli elementi per i livelli 2-6 è illustrata nell'**Allegato 4.2.B**.

#### 4.2.7 Gerarchia degli Elementi, Livello 7

Alcuni elementi a livello 5 e diversi elementi a livello 6 sono ulteriormente suddivisi, come ad esempio la suddivisione delle gambe delle torri in un elemento per ciascuno dei 21 segmenti, dei pendini in un elemento per ciascun pendino, dei collari in un elemento per ciascun collare e dei cavi principali in 4 elementi, uno per ciascun cavo.

I cassoni ferroviari e stradali sono anch'essi suddivisi in elementi, un elemento per ciascuna sezione fra due pendini adiacenti.

L' **Allegato 4.2.C** mostra tutti gli elementi a livello 2-7.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### 4.2.8 Gerarchia degli Elementi, Livello 8

Gli elementi di livello 8 sono derivati dal livello 7 e scompongono ulteriormente uno specifico elemento.

Gli elementi di livello 8 sviluppati fino ad ora sono mostrati nell'**Allegato 4.2.D**.

I codici di location sono applicabili per gli elementi a livello 8 laddove si ritiene che il livello superiore sia sufficientemente dettagliato.

In molti casi, per gli elementi a livello 8 l'obiettivo è solo quello di essere in grado di distinguere fra superfici interne ed esterne sulle varie strutture in acciaio (torri e traversi) e le parti strutturali specifiche posizionate ad esempio sui cavi principali, sui pendini, sui collari etc, dove l'elemento superiore e i codici di dislocazione associati sono sufficienti per la descrizione del punto.

#### 4.2.9 Codici di dislocazione

Il luogo di collocamento di un elemento e l'esatta posizione su un lato dell'elemento, possono essere indicati utilizzando sei codici di dislocazione che vanno da 1 a 6.

L'**Allegato 4.2.E** mostra per tutti gli elementi a livello 2 - 7 i codici di dislocazione applicabili.

I codici di dislocazione sono:

Codice 1: Dislocazione all'inizio (o al centro di un elemento, es. pilastri) dell'elemento.

Codice 2: Dislocazione alla fine dell'elemento.

Codice 3: Numero/codice per l'elemento o parte dell'elemento. L'attuale numero riportato sui disegni del progetto per pilastri, sezioni dei cassoni, pendini è inserito nelle tabelle con i n° di codice. La maggior parte di questi numeri possono essere consultati sui disegni di riferimento alla sezione 4.2.10.

Codice 4: Orientamento del lato, ad esempio interno/esterno (per le torri), lato verticale verso destra per la dislocazione (per cassoni in acciaio) etc. I lati sono indicati seguendo l'orientamento osservato in direzione del dislocamento, poiché questa definizione è sempre facile da ricostruire senza prestare attenzione alle condizioni climatiche.

Codice 5: Livello, altezza in metri.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Codice 6: Coordinate sul lato caratterizzate da sistemi di coordinate individuali (locali) dei diversi elementi e indicazioni in merito all'uso orizzontale, verticale o circolare di tali coordinate.

I codici di dislocazione devono essere utilizzati per motivi di ispezione o manutenzione ed ogni volta che è necessario descrivere la posizione esatta della faccia di un elemento.

Una lista dettagliata dei codici di dislocazione applicabili agli elementi individuali a livello 2-7 è contenuta nell' **Allegato 4.2.E**.

#### 4.2.10 Disegni di Riferimento

Nello schema sotto riportato viene descritto il collegamento fra gli elementi individuali nella Gerarchia degli Elementi e la reale dislocazione sul ponte; ciò permette di identificare un difetto di ciascuna parte strutturale mediante il numero dell'elemento e i codici di dislocazione, cfr. **Allegato 4.2.E**.

La reale dislocazione della parte strutturale descritta può essere rintracciata nei disegni allegati alla sezione.

Parte Strutturale da individuare	Disegno di riferimento	Note
Cavi principali	<b>Allegato 4.2.F</b>	La parte strutturale consiste di 4 elementi, Cavo Principale 1- 4.  Il Cavo Principale 1 è il cavo verso ovest e il Cavo Principale 4 è quello verso est.  La lunghezza di ogni cavo sarà osservata fra i collari adiacenti.
Pendini	<b>Allegato 4.2.G</b>	I pendini sono numerati (x è il n° pendino):  x.W.N e x.W.S per i due pendini nel lato ovest, dove N è il cavo nord.
Collari dei Cavi	<b>Allegato 4.2.G</b>	I collari devono essere numerati come i pendini corrispondenti; x.W.N, x.W.S, x.E.N, x.E.S.  <b>Il collare C7 e C8 nelle campate laterali deve anch'esso essere</b>



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Parte Strutturale da individuare	Disegno di riferimento	Note
		<p><b>Allegato 4.2.K.</b></p> <p>Un diaframma specifico nel trasverso può essere specificato mediante il n° del trasverso e il n° del diaframma come codice di dislocazione 3.</p> <p>Il n° diaframma è mostrato nell'<b>Allegato 4.2.K</b></p>
<p>Torri</p> <p>Diaframmi/Irrigiditori nelle Torri</p> <p>Travi di collegamento</p>	<p><b>Allegato 4.2.L</b></p>	<p>Le due torri, Sicilia e Calabria, sono, ciascuna, divise in 21 segmenti per ciascuna gamba e 3 traversi, in cui il Traverso 1 è quello inferiore e il Traverso 3 è quello superiore.</p> <p>Una specifica più dettagliata della dislocazione può essere effettuata specificando il n° di cella e livello. Ogni segmento è diviso in livelli (di solito 6 livelli; L1-L6) fra i diaframmi traversi/irrigiditori come mostrato nell'<b>Allegato 4.2.L</b>. Il livello è descritto dal Codice di dislocazione 5.</p> <p>La numerazione delle celle è mostrata nell'<b>Allegato 4.2.L</b> ed è descritta dal Cod. di Disloc.3.</p> <p><b>I Diaframmi/Irrigiditori</b> sono descritti da</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- torre</li> <li>- gamba della torre</li> <li>- N° segmento.</li> <li>- n° livello</li> <li>- n° cella</li> </ul> <p>Il n° di segmento, livello e cella è mostrato nell' <b>Allegato 4.2.L</b> e con il Cod. di Disloc. 4si può descrivere se il difetto è sul diaframma/irrigiditore verticale o traverse. Il n° di segmento e di cella è incluso nel codice di dislocazione 3, esempio 10-4 (segmento n°10 e cella n°4) e il livello è fornito dal codice di dislocazione 5.</p> <p>Le travi di collegamento 1 - 3 sono ognuna descritta nella Gerarchia Elementi da un elemento specifico. Descrivendo la dislocazione per i difetti, una ulteriore suddivisione può essere effettuata aggiungendo il n° di cella (cod. di dislocazione 3) come mostrato nell' <b>Allegato 4.2.M</b></p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Parte Strutturale da individuare	Disegno di riferimento	Note
Irrigiditori nelle travi di collegamento	<b>Allegato 4.2.M</b>	<p>Gli irrigiditori nelle travi di collegamento sono identificati da</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- n° trave di collegamento.</li> <li>- N° irrigiditore. (cfr. <b>Allegato 4.2.M</b>)</li> </ul> <p>Un dato irrigiditore è fornito dal codice di dislocazione 3, ad esempio CB 1-3, corrisponde a Trave di collegamento 1 e irrigiditore 3.</p>
Strutture Terminali	<b>Allegato 4.2.N</b>	<p>Le strutture terminali sono suddivise in elementi separate per il lato Sicilia e quello Calabria.</p> <p>Per ogni lato vi è una ulteriore suddivisione delle sub-strutture e superstrutture.</p> <p>Per le sub-strutture, gli elementi “Fondazioni” e “Pilastrì” possono essere ulteriormente dettagliati mediante uno specifico n° pilastro.</p> <p>Per le superstrutture e i sub-elementi “Acciaio longitudinale” e “Piastra” una ulteriore descrizione di dislocazione (cod. di dislocaz.3) per “Acciaio Longitudinale” sarebbe trave n° e campo n° per “Piastra”. Ogni campo è limitato da travi longitudinali e un reticolato come mostrato nell’ <b>Allegato 4.2.N</b></p> <p>Esempio: Campo no. [(10-11) , (1b - 1c)]  è il campo a lato Sicilia fra trave no. 10 e 11 e reticolati 1b e 1c, cfr. <b>Allegato 4.2.N</b>.</p> <p>La stessa descrizione può essere utilizzata per la piastra di fondo</p>
Appoggi	<b>Allegato 4.2.O</b>	<p>Per distinguere fra i vari appoggi per i cassoni stradali, per il codice di dislocazione 3, occorre specificare il tipo di appoggio (es. A13) e se l’appoggio è sul lato Sicilia (S) o Calabria (C), es: A13-S.</p> <p>Per gli appoggi ferroviari, per il codice di dislocazione 3, occorre specificare il tipo di appoggio (es. A9), lato est(E)/ovest (W) del cassone e se l’appoggio è sul lato Sicilia (S) o Calabria (C), es. A9-W-S.</p> <p>La dislocazione degli appoggi e l’identificazione dei tipi di</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Parte Strutturale da individuare	Disegno di riferimento	Note
		appoggi è mostrata nell' <b>Allegato 4.2.O.</b>
Giunti di espansione	<b>Allegato 4.2.P</b>	<p>Per distinguere fra i vari giunti di espansione per i cassoni stradali, per il codice di dislocazione 3, occorre specificare il tipo di giunto (es. E6) e se il giunto è sul lato Sicilia (S) o Calabria (C), es: E6-S.</p> <p>Per i giunti di espansione ferroviari, per il codice di dislocazione 3, occorre specificare il tipo di giunto (es. E4), e se il giunto è sul lato Sicilia (S) o Calabria (C), es. E4-S.</p> <p>La dislocazione dei giunti di espansione e il tipo di giunti di espansione è mostrata nell' <b>Allegato 4.2.P.</b></p>
Buffer	<b>Allegato 4.2.Q e Allegato 4.2.R</b>	<p>Per i due tipi di buffer delle torri, il tipo di buffer deve essere specificato oltre al lato est (E) o ovest (W) per la dislocazione del buffer di tipo D2.</p> <p>Per distinguere fra i vari buffer alle strutture terminali, il tipo di buffer (es.D3), lato est (E) o ovest (W) e reticolato, deve essere specificato per il codice di dislocazione 3, es D3-W-1.</p> <p>La dislocazione dei buffer e l'identificazione dei tipi di buffer è mostrata nell' <b>Allegato 4.2.Q</b> (per le torri) e <b>Allegato 4.2.R</b>(per le strutture terminali).</p>
Strutture Secondarie  Corsia di Servizio  Barriere Frangivento  Barriere stradali  Carroponti di ispezione		<p>Dislocazione dei difetti da descriversi mediante posizionamento (codice di dislocazione 1 e 2).</p> <p>Dislocazione dei difetti da descriversi mediante posizionamento (codice di dislocazione 1 e 2).</p> <p>Dislocazione dei difetti da descriversi mediante posizionamento (codice di dislocazione 1 e 2) e lato interno/esterno (codice di dislocazione 6)</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Parte Strutturale da individuare	Disegno di riferimento	Note
<p>Torri</p> <p>Carroponte di ispezione per i cavi principali</p> <p>Carroponti di ispezione per impalcato sospeso</p> <p>Impianti di deumidificazione</p>	<b>Allegato 4.2.S</b>	<p>Dislocazione dei difetti da descriversi mediante i seguenti codici (codice di dislocazione 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SW                      Campata laterale Sicilia, lato ovest</li> <li>- MSSW                    Campata principale, lato Sicilia, lato ovest</li> <li>- MSCW                    Campata principale, lato Calabria, lato ovest</li> <li>- CW                        Campata laterale Calabria, lato ovest</li> <li>- SE                         Campata laterale Sicilia, lato est</li> <li>- MSSE                     Campata principale, lato Sicilia, lato est</li> <li>- MSCE                     Campata principale, lato Calabria, lato est</li> <li>- CE                         Campata laterale Calabria, lato est</li> </ul> <p>Ogni impianto di deumidificazione è specificato da un preciso numero per il codice di dislocazione 3, da 1 a 18. Nell' <b>Allegato 4.2.S</b> viene illustrata una proposta di numerazione dei singoli impianti, nonché la dislocazione.</p>
<p>Piattaforma (espressione usata dal Progetto che concerne le carreggiate stradali e la ferrovia)</p> <p>Strada</p> <p>Ferrovia</p>		<p>Dislocazione dei difetti da descriversi mediante posizionamento (codice di dislocazione 1 e 2) e n° corsia (codice di dislocazione 3).</p> <p>Dislocazione dei difetti da descriversi mediante posizionamento (codice di dislocazione 1 e 2).</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Tutti i numeri di identificazione devono essere marchiati sulle strutture individuali.

### 4.3 Sistemi tecnologici

#### 4.3.1 Gerarchia Elementi, Livello 1

Il Livello 1 della gerarchia elementi si presume sia il Collegamento di Messina.

#### 4.3.2 Gerarchia Elementi, Livello 2

Il Livello 2 della gerarchia elementi è il Ponte Sospeso.

#### 4.3.3 Gerarchia Elementi, Livello 3

Il Livello 3 della gerarchia elementi sono i Sistemi Tecnologici.

#### 4.3.4 Gerarchia Elementi, Livello 4

A livello 4 i Sistemi Tecnologici sono stati divisi nei seguenti elementi principali:

Tabella 4.2 Gerarchia elementi, elementi installati, livelli 1, 2 3 e 4

N° Elemento					Descrizione
L1	L2	L3	L4		Gerarchia elementi
ID	ID	ID	ID	ID <sub>lettera</sub>	
1				P	Collegamento di Messina
	1			ST	Ponte sospeso
		4			Sistemi tecnologici
			1	M3	Sistemi di monitoraggio
			2	F5	Sistemi ferroviari
			3	M2	Impianti meccanici e idraulici
			4	E2	Sistemi elettrici
			5	A3	Sistemi di Sicurezza e Anti- Sabotaggio (SSS)

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione				<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

N° Elemento					Descrizione
L1	L2	L3	L4	Gerarchia elementi	
ID	ID	ID	ID	ID <sub>lettera</sub>	
			6	M4	Sistemi di Esercizio e Manutenzione
			7	S9	Impianti speciali

#### 4.3.5 Gerarchia Elementi, Livello 5 e 6

A livello 5 e 6 ogni sistema principale di installazione è stato suddiviso in sezioni, ciascuna delle quali è categorizzata mediante la funzione o finalità dell'installazione. L'identificazione di livello 5 e 6 delle categorie di installazioni è di seguito illustrata.

Tabella 4.3 Gerarchia Elementi, Sistemi Tecnologici, livelli 1, 2 3, 4, 5 e 6.

Elementi scritti in nero: Livello 1 - 4

Elementi scritti in rosso: Livello 5

Elementi scritti in verde: Livello 6

N° elemento						Descrizione	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	Gerarchia elemento	
ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID <sub>lettera</sub>	
1						P	Collegamento di Messina
	1					ST	Ponte Sospeso
		4					Sistemi tecnologici
			1			M3	Sistemi di monitoraggio
				1		C1	Sistema di Controllo e Monitoraggio per sistemi elettrici e meccanici (EMC)
				2		C2	Sistema di Monitoraggio Ferrovia (RM)
				3		SM	Sistema di Monitoraggio Strutturale (SHMS)
			2			F5	Sistemi ferroviari
				1		IS	Sistema di segnalazione
				2		TT	Telecomunicazioni (Ferrovia)

N° elemento						ID <sub>lettera</sub>	Descrizione
L1	L2	L3	L4	L5	L6		
ID	ID	ID	ID	ID	ID		
				3		TE	Sistemi elettrici aerei
			3			M2	Impianti meccanici e idraulici
				1		DI	Fornitura acqua
				2		AS	Drenaggio pavimentazione
			4			E2	Sistemi elettrici
				1		SA	Parafulmine
				2		DE	Alimentazione MT/ST
				3		SI	Sistema di illuminazione
					1	IN	Illuminazione interna
					2	EX	Illuminazione esterna
					3	AN	Luci di avvertimento aereo e marittimo
			5			A3	Sistemi di Sicurezza e Anti-sabotaggio (SSS)
			6			M4	Sistemi di Esercizio e Manutenzione
				1		C3	Sistema Operativo/Logistico (Sistema di Gestione e Controllo)
				2		C4	DWPMS
				3		C5	WSMS (Sistema di gestione sito di lavoro)
				4		C6	BMS (WMPS) (Sistema di gestione del ponte)
				5		C7	ICMS (Sistema di gestione informazioni e coordinamento)
				6		C8	EDMS (Sistema di gestione elettronica dei documenti)
				7		C9	CSP (Calcolo simulazioni e previsioni)
				8		GT	TMS Traffic Management System – Sistema di gestione traffico
			7			S9	Impianti speciali
				1		SC	Sistema di comunicazione

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO					
Manuale di ispezione e manutenzione				<i>Codice documento</i> PG0029_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								

N° elemento							Descrizione
L1	L2	L3	L4	L5	L6		Gerarchia elemento
ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID <sub>lettera</sub>	
					1	DS	Comunicazione Dati
					2	TC	Telecomunicazione

#### 4.3.6 Gerarchia elementi, Livello 7 e 8

Il Livello 7 e 8 sono dedicati alla definizione di sub-istallazioni, unità e voci.

#### 4.4 Fogli dei Componenti

Per ciascun elemento del ponte saranno creati dei Fogli dei Componenti. Questi saranno elaborati per gli Elementi Strutturali e i Sistemi Tecnologici a livello 5 e inferiore, se necessario, della Gerarchia Elementi. L'obiettivo di questi fogli è quello di riassumere le informazioni relative alla progettazione, alla fornitura, installazione e dislocazione, fornendo dati aggiuntivi utili per le future attività di ispezione e manutenzione. Nell'**Allegato 4.4.A** vengono riportati esempi di questi fogli.

Nella parte superiore di ognun foglio viene riportato l'elemento in questione. Ogni foglio riporta i dettagli relativi ai disegni di progetto e laddove necessario vi è un riferimento ai disegni dei sub-appaltatori o del produttore; tutti questi disegni costituiscono parte del pacchetto dati permanente. Questi fogli dettagliano anche i materiali che saranno identificati mediante un codice che fornisce un link ai fogli dati del prodotto nonché ai contatti del fornitore.

Ogni Foglio Componente avrà un numero di riferimento unico che permetterà un riferimento incrociato. Le tipologie di ispezione e le frequenze di ispezione sono riassunte su questi fogli insieme ai dettagli delle relative Procedure Tecniche ed Istruzioni Tecniche.

## 5 Ispezioni

### 5.1 Ispezione

Questa sezione descrive le ispezioni da svolgersi sul ponte. In linea di principio si utilizzano tre tipi di ispezione: di Routine, Principale e Speciale. La natura di queste ispezioni dipende dal modo in

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

cui esse si svolgono, ovvero ispezione visiva, tramite misurazioni e tramite prove. Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche dei vari tipi di ispezione:

Tabella 5.1 *Natura dei vari tipi di ispezione*

		TIPO DI ISPEZIONE		
		DI ROUTINE	PRINCIPALE	SPECIALE
Caratteristiche dell'ispezione	Ispezione visiva	SI	-	-
	Visiva da vicino	-	SI	SI
	Visiva particolareggiata	-	-	SI
	Funzionale	SI	SI	-
	Prova non distruttiva	-	-	SI
	Prova distruttiva	-	-	SI
	Misurazioni	SI	SI	SI
	Ispezione della configurazione			SI
	Utilizzo dei dati di monitoraggio nell'ispezione e manutenzione			SI

**Policy:** Lo scopo è di assicurare, per mezzo di programmi e procedure di ispezione appropriate, che tutti i difetti significativi e i deterioramenti siano individuati, in modo da poter mantenere le strutture in buono stato e in condizioni di sicurezza.

La strategia di ispezione ha lo scopo di permettere di monitorare le mutevoli condizioni dei componenti del ponte (d'ora in avanti chiamati in generale "elementi" e laddove opportuno distinti fra "elementi strutturali" e "sistemi tecnologici") e di comprendere tali condizioni in modo da poter pianificare ed eseguire i lavori di manutenzione nei tempi ottimali onde assicurare che il ponte venga mantenuto in condizioni operative e di sicurezza in maniera economica.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Le ispezioni devono essere effettuate da persone competenti in questo ambito. Per le ispezioni visive e le misurazioni, la competenza di un addetto si basa sull'esperienza, sulla formazione e sulla valutazione della prestazione recente. Nelle aree in cui sono necessarie ispezioni più dettagliate, come una prova non distruttiva, come ad esempio MPI, la valutazione della competenza di un addetto deve esigere anche il possesso di qualifiche riconosciute ed adeguate per poter svolgere suddetto processo.

Una ispezione è classificata sulla base della Categoria, della Natura, della Frequenza e dello Scopo e questi elementi sono di seguito definiti.

## **5.2        Categorie di Ispezione**

Ai fini del presente documento, sono state sviluppate tre categorie di ispezione, l'Ispezione di Routine, l'Ispezione principale e l'Ispezione Speciale; queste categorie vengono di seguito illustrate ma sono descritte in dettaglio alle Sezioni 5.4, 5.5 e 5.6.

### **5.2.1      Ispezioni di Routine (R.I.)**

Le Ispezioni di Routine sono quelle intraprese con uno scopo ed una frequenza predefinita. Si tratta ad esempio di quella svolta quotidianamente sulle carreggiate ma anche di quella effettuata ogni due anni sulle superfici esterne delle torri.

Si tratta di una forma di ispezione generica che cerca di individuare difetti evidenti che potrebbero costituire un problema che richiede ulteriori indagini (ispezioni speciali). Questa forma di ispezione include ispezioni degli impianti e dei macchinari secondo la frequenza prevista dai produttori o conformemente al periodo definito per legge.

Il personale ingaggiato a tal proposito deve essere vigile e segnalare qualsiasi cosa richieda attenzione. Ciò include aspetti del comportamento strutturale in generale, come vibrazioni insolite, rumori o flessioni.

### **5.2.2      Ispezioni Principali (P.I.)**

Una Ispezione Principale è un'attenta ispezione effettuata da Ispettori di esperienza e intrapresa in modo ravvicinato all'elemento oggetto di ispezione. La frequenza di tali ispezioni non deve

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

superare i 6 anni. La frequenza di ispezione degli elementi si basa sulla valutazione della criticità e della vulnerabilità descritta in rif. [2].

Le ispezioni principali possono inoltre comportare l'utilizzo di attrezzature specialistiche, come endoscopi per l'ispezione all'interno di spazi ristretti o calibri per lo spessore della vernice che permettono la valutazione della protezione anti-corrosione.

### **5.2.3 Ispezioni Speciali (S.I.)**

Le ispezioni speciali sono tutte quelle ispezioni che non sono di routine e che di norma derivano da difetti o anomalie riscontrate durante le Ispezioni di Routine o le Ispezioni Principali, oppure ancora derivanti da danno accidentale. Le Ispezioni Speciali possono rendersi necessarie anche dopo condizioni climatiche estreme oppure in seguito ad una richiesta del Cliente che desidera avere informazioni, risultati di indagini o ispezioni non contemplate dalle ispezioni di routine.

Le ispezioni speciali, infine, possono essere necessarie anche sulla base delle valutazioni di criticità e vulnerabilità descritte in rif. [2].

## **5.3 Natura delle Ispezioni**

Nell'ambito delle tre categorie sopra descritte, le ispezioni variano anche in base alla natura; la natura di queste ispezioni è di seguito illustrata:

### **5.3.1 Ispezione Visiva (V.I.)**

L'obiettivo di una Ispezione Visiva è quello di determinare le condizioni strutturali di base di tutte le parti strutturali, collegamenti e sistemi di rivestimento al fine di individuare le parti mancanti, i danni evidenti, il deterioramento o i problemi che richiedono ulteriori indagini. Per queste ispezioni deve esservi una illuminazione artificiale o naturale adeguata e nel caso in cui l'accesso diretto non è possibile si prevede l'uso di binocoli.

Le ispezioni visive non richiedono una pre-pulizia o accordi di accesso speciali; esse saranno effettuate durante le Ispezioni di Routine.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 5.3.2 Ispezione Visiva da Vicino (C.V.I.)

L'obiettivo di una Ispezione Visiva da Vicino è quello di determinare visivamente le condizioni strutturali di base per tutte le parti strutturali, collegamenti e sistemi di rivestimento al fine di individuare le parti mancanti, i danni evidenti, il deterioramento o i problemi che richiedono ulteriori indagini. Tutte le Ispezioni Visive da Vicino devono svolgersi in modo ravvicinato alla superficie da ispezionare con illuminazione artificiale o naturale sufficiente.

Le ispezioni per deformazioni/alterazioni di una superficie piana o dritta, possono essere effettuate mediante osservazione di tali parti al fine di valutare la portata di tali deformazioni. Nei casi in cui esse sembrano costituire un difetto, tali deformazioni devono essere studiate a fondo mediante misurazioni ed essere registrate per potervi fare riferimento in futuro.

La pre-pulizia non sarà necessaria ma per molti elementi saranno necessari accordi di accesso speciali; protezioni o coperture dovranno essere rimosse.

### 5.3.3 Ispezione Visiva Particolareggiata (D.V.I.)

L'obiettivo di una Ispezione Visiva Particolareggiata è quello di individuare per mezzo di strumenti di ingrandimento o endoscopio i difetti sulle superfici, i deterioramenti o le aree che potrebbero richiedere approfondimenti. Tutte le ispezioni visive particolareggiate devono essere effettuate entro 300 mm dalla superficie oggetto di ispezione. L'illuminazione, artificiale o naturale, deve essere adeguata.

Di norma sarà necessaria una pre-pulizia delle parti in metallo. Per la maggior parte degli elementi e delle guarnizioni sarà necessario un accesso speciale. Protezioni e coperture dovranno essere rimosse.

### 5.3.4 Ispezione Funzionale (F.I.)

L'Ispezione Funzionale consiste nel verificare che gli impianti elettrici e meccanici e le attrezzature funzionino conformemente alle disposizioni pertinenti del presente Manuale e del Manuale di Esercizio del Fabbricante. Le ispezioni funzionali possono includere alcune operazioni di manutenzione preventiva, come ad esempio controllo e rabbocco dei livelli di olio e acqua, pressione dei pneumatici etc.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 5.3.5 Prove non distruttive (N.D.T.)

Talvolta potrebbe essere auspicabile integrare alle ispezioni visive una prova non distruttiva, come ad esempio:

picchiettatura del calcestruzzo o delle superfici in acciaio con un martelletto per individuare, dal suono emesso, se vi è laminazione o se i bulloni hanno perso tenuta.

Nelle ispezioni speciali, le prove non distruttive – utilizzando ultrasuoni, particelle magnetiche, radiografie e altre attrezzature adeguate – devono essere effettuate laddove necessario al fine di determinare la natura e la portata di un difetto.

### 5.3.6 Prove Distruttive (D.T.)

Le prove distruttive che richiedono la rimozione di parti della struttura, possono essere necessarie per determinare la causa di un difetto. **Queste prove non devono essere intraprese senza la preliminare revisione del lavoro specifico da parte dello Stretto di Messina.** Un metodo scritto e specifico per ogni particolare attività di prova distruttiva deve essere preparato e redatto.

### 5.3.7 Misurazioni (MEAS.)

Talvolta potrebbe essere necessario o auspicabile integrare le ispezioni con misurazioni. Ad esempio:

- Misurazione della profondità di rotture (es: incrinazioni del calcestruzzo più larghe di 0.25 mm o deterioramento di appoggi e giunti)
- Allestimento di rilevatori laddove si sospetti una continua apertura nelle strutture in calcestruzzo.
- Utilizzo di Calibri per la misurazione dello spessore della vernice per esaminare il sistema protettivo
- Misurazione delle dimensioni dei difetti
- Misurazione del logorio
- Misurazione della tenuta dei bulloni

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Estensimetro
- Potenziale elettrochimico
- Profili in cloruro

### 5.3.8 Ispezioni della Configurazione

Le Ispezioni della configurazione/movimenti devono essere effettuate ogni due anni, oppure quando richiesto in seguito ad un evento sismico. I punti di monitoraggio/indagine che devono essere verificati saranno concordati con SdM prima dell'inizio di tali procedure. L'ispezione/indagine deve essere condotta sotto la supervisione di un Supervisore Registrato (Land Surveying), che possiede una certa conoscenza ed esperienza locale. Un ingegnere con esperienza nel comportamento strutturale dei ponti sospesi dovrà elaborare un parere sull'orario e sulle condizioni climatiche delle ispezioni e rivedere i risultati di tali indagini, nonché quelli di indagini precedenti. La revisione deve includere, senza limitazioni, la verifica della verticalità delle torri, l'allineamento, il profilo e la dislocazione dei componenti principali del Ponte sullo Stretto di Messina, ad esempio per la registrazione dei movimenti orizzontali dei blocchi di ancoraggio e il rilassamento dei cavi principali. Entro 2 mesi dal completamento di tale indagine, un report dovrà essere sottoposto a SdM insieme ai risultati dell'indagine e le raccomandazioni relative ai problemi/anomalie riscontrate.

### 5.3.9 Uso di dati di monitoraggio nelle attività di Ispezione & Manutenzione

Uno degli obiettivi del Sistema di Monitoraggio Strutturale (Structural Health Monitoring System, SHMS) è quello di fornire informazioni attuali sul comportamento e sulla condizione degli elementi strutturali.

I dati di monitoraggio da utilizzare nelle attività di Ispezione & Manutenzione, si compongono di due parti:

- Dati che integrano le informazioni derivanti dalle ispezioni
- Informazioni a sé stanti correlate al comportamento degli elementi strutturali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

I dati che integrano le ispezioni, dati grezzi o dati elaborati nel Calcolo delle Simulazioni e Previsioni (CSP), Sotto-Sistema di Gestione, Sistema di Manutenzione e Simulazioni (MMS), saranno integrati nei Report delle Ispezioni. I dati saranno utilizzati per la valutazione della condizione dell'elemento strutturale. Il tipo di ispezione da applicare sarà l'Ispezione Speciale, rif. Sezione 5.2.3.

Il monitoraggio può sostituire ispezioni complesse o integrare le osservazioni delle ispezioni con registrazioni video.

Esempi di dati "a sé stanti" sono dati sulle fluttuazioni di sollecitazioni per analisi di fatica e dati di movimento congiunto per la revisione del movimento congiunto. Questi dati possono essere ulteriormente elaborati nel Sotto-sistema CSP di MMS. I risultati possono essere presentati in report generati in CSP o in Report di Ispezioni Speciali generati nel Sistema di Gestione del Ponte (BMS). In quest'ultimo caso, il report includerà risultati di altre ispezioni e valutazioni correlate.

Il Sistema SHMS genera di per se stesso diversi tipi di report di dati – report settimanali, mensili e annuali. Un report è inoltre generato immediatamente dopo un evento sismico. Numerosi altri report per SHSM dovranno essere creati automaticamente o su richiesta. Si prevede che una serie di "soglie" saranno sviluppate all'interno di SHMS per allertare i responsabili delle attività di ispezione e manutenzione in relazione alla gravità di reazione di particolari componenti a eventi sismici o altri eventi estremi. Queste soglie potrebbero indicare se la risposta iniziale a suddetti eventi può giustificare la chiusura completa e l'evacuazione dell'attraversamento o determinare restrizioni all'uso.

I report includono i dati di monitoraggio correlati a diverse tematiche: sismiche, di fatica, dislocazioni etc.

Il sistema CSP estrae i dati dal database SHMS e li elabora per generare risultati che saranno utilizzati nelle attività di ispezione e manutenzione del ponte. Esempi di questi dati sono curve che mostrano i carichi di traffico in un dato periodo, i movimenti dei giunti di dilatazione in un dato periodo e le variazioni delle sollecitazioni. CSP può generare report che mostrano i risultati così elaborati. A tal fine, CSP utilizza strutture di generazione dei report fornite nel Sistema di Gestione e Controllo (MACS). In questo modo, CSP elabora una valutazione improntata sulla simulazione e previsione, delle registrazioni rilevate da SHMS.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

L'Organizzazione di Ispezione & Manutenzione riceve i dati di monitoraggio attraverso la struttura CSP. Ciò include dati intelligenti come curve di deflessione e valori dei picchi di sollecitazioni, nonché semplici illustrazioni, ad esempio in formato pdf.

In questo modo, i dati di monitoraggio, i dati primari e i dati elaborati (di monitoraggio), vengono utilizzati come dati di ispezione nella gestione delle attività di ispezione e manutenzione. I dati creati con CSP saranno incorporati, direttamente o dopo elaborazione, in report generati da I&M mediante BMS. Così BMS effettua una valutazione – orientata all'ispezione e alla manutenzione – delle registrazioni catturate da SHMS.

Mediante BMS, l'Organizzazione Ispezione & Manutenzione, elaborerà una revisione dei valori *trigger* utilizzati in SHMS utilizzando dati di monitoraggio forniti mediante CSP. Se un valore *trigger* deve essere modificato, l'Organizzazione I&M lo segnalerà immediatamente a SHMS.

## **5.4 Ispezioni di Routine**

Come sopra menzionato, le Ispezioni di Routine sono quelle intraprese con uno scopo ed una frequenza predefinita. Si tratta di una forma di ispezione generica che cerca di individuare lacune evidenti che potrebbero comportare un rischio o che richiedono indagini più approfondite mediante una Ispezione Speciale. Le ispezioni di routine sono le seguenti:

### **5.4.1 Ispezioni di Routine Superficiali (R.I.)**

Si tratta di Ispezioni Visive (V.I) delle carreggiate e delle strutture a livello dell'impalcato o sopra di esso, volte a individuare difetti, danni o detriti che possono costituire un pericolo o richiedere ispezioni speciali. Esse includono ispezioni del drenaggio, delle barriere di protezione, della pavimentazione e della segnaletica stradale. Queste ispezioni possono essere effettuate da un veicolo che procede lentamente lungo la carreggiata o la corsia di servizio, fermandosi laddove sia necessaria una ispezione ravvicinata, ad esempio mediante l'uso di binocoli.

### **5.4.2 Ispezioni di Routine di Legge (Stat.)**

Si tratta di ispezioni richieste per legge, da effettuarsi secondo le modalità prescritte negli Statuti pertinenti. Queste ispezioni concernono passaggi pedonali, scale, piattaforme e strutture di accesso, elevatori, carroporti di ispezione, impianti ad aria compressa, ad acqua ed elettrici. Per queste ispezioni deve essere creato un registro debitamente aggiornato. Queste ispezioni devono

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> g FILENAME PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

essere effettuate da personale competente secondo le modalità prescritte negli Statuti pertinenti e in vigore.

#### 5.4.3 Ispezioni Funzionali di Routine (F.I.)

Si tratta di ispezioni degli elevatori, carroponi di ispezione, impianti ad aria compressa ed acqua, impianti di illuminazione, elettrici, segnaletica, luci di navigazione, sirene da nebbia e sistemi di riscaldamento locale, richieste dai manuali dei produttori o altre direttive pertinenti. Un registro delle ispezioni funzionali richieste deve essere redatto e conservato.

#### 5.4.4 Ispezioni Generali di Routine (G.I.)

Si tratta di ispezioni richieste dal Programma di Ispezione (Cfr. **Sezione 11**). Queste ispezioni devono essere effettuate secondo le modalità descritte nelle relative Istruzioni Tecniche. Queste ispezioni possono consistere in Ispezioni Visive da vicino (**CVI**), Ispezioni Visive (**VI**) oppure Misurazioni (**MEAS**) laddove sia necessario registrare la portata del difetto.

I documenti delle Istruzioni Tecniche per le varie parti del ponte specificheranno il tipo di Ispezione di Routine che deve essere effettuata su ciascuna parte.

### 5.5 Ispezioni Principali (P.I.)

Come sopra menzionato, una Ispezione Principale è una ispezione accurata, effettuata da Ispettori di esperienza e intrapresa entro una distanza ravvicinata rispetto all'elemento in questione, ad esempio, una Ispezione Principale è una Ispezione Visiva da Vicino.

Le Ispezioni Principali devono essere effettuate utilizzando il metodo di accesso migliore. Laddove per parti specifiche siano disponibili carroponi di manutenzione, questi devono essere utilizzati. Le aree inaccessibili devono essere annotate e segnalate per un follow-up di Ispezione Speciale.

Le Ispezioni Principali possono includere anche altri tipi di ispezione e prevedere l'impiego di attrezzature specialistiche come endoscopi per l'ispezione di spazi ristretti (DVI) o calibri per lo spessore della vernice per valutare la protezione anti-corrosione (MEAS). Una Procedura Tecnica è elaborata per l'effettuazione delle Ispezioni Principali, Cfr. Sezione 5.10.1.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 5.6 Ispezioni speciali (S.I.)

Come sopra menzionato, le Ispezioni Speciali sono ispezioni non di routine e che generalmente derivano da difetti o anomalie riscontrate durante le Ispezioni di Routine o Principali oppure ancora derivanti da danno accidentale come incidenti stradali. Le Ispezioni Speciali possono anche essere richieste in seguito a condizioni climatiche estreme o subordinatamente alla richiesta di informazioni, indagini o ispezioni non coperte dalle ispezioni di routine, da parte del Cliente.

L'obiettivo primario di una Ispezione Speciale è quello di assicurare che la causa di un difetto sia nota e compresa, nonché valutare l'effetto che un difetto può avere su altri elementi e sviluppare un adeguato processo di monitoraggio e riparazione di tale difetto.

La natura delle ispezioni effettuate durante le Ispezioni Speciali, deve essere adeguata alle circostanze e può includere quanto contemplato alla **Sezione 5.3** di cui sopra. Esse possono includere una ispezione visiva ravvicinata, il test e/o il monitoraggio e possono prevedere l'ispezione straordinaria o un programma di ispezioni continue; le Ispezioni Speciali sono ad esempio elaborate ad hoc secondo le necessità. Istruzioni Tecniche adeguate volte a studiare il difetto in questione, dovranno essere sviluppate caso per caso: ciò può prevedere il riferimento a dati storici come documenti di costruzione, video di monitoraggio del traffico.

Le Ispezioni Speciali possono essere suddivise in quattro tipologie:

- Tipo A – in aggiunta all' Ispezione di Routine o Principale, è necessario un accesso più vicino, un'attrezzatura speciale o una certa competenza per poter interpretare le informazioni. Ciò include l'apertura di aree non incluse nello scopo dell'Ispezione Principale come ad esempio rimozione delle coperture per permettere un'ispezione dettagliata del cavo principale. Le richieste di indagini supplementari da parte del Cliente rientrano in questa tipologia A.
- Tipo B – Indagini dettagliate per identificare la portata, la causa e l'effetto del problema riscontrato. Ciò include lo sviluppo di possibili azioni di riparazione e una panoramica dei costi per le riparazioni. Si valuterà inoltre la necessità di ispezioni aggiuntive di altre aree in cui il difetto riscontrato potrebbe svilupparsi.

*Esempi di Ispezioni Speciali di Tipo B:*

- Indagine dell'incrinatura per fatica del cassone

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Azione di riparazione in seguito a incidente stradale
- Elementi strutturali esposti ad un carico molto pesante
- Tipo C – Indagine sul Funzionamento, ad esempio ispezioni mirate ad aree potenzialmente interessate da un evento come condizioni climatiche estreme, movimento del peso anomalo o in seguito a incidente stradale.
- Tipo D – Monitoraggio, ad esempio nel caso in cui si decida di monitorare un area in ragione di un dato difetto al fine di fornire maggiori informazioni sulla causa del difetto e sulle conseguenze che esso può comportare. Dopo che il sistema di monitoraggio è stato definito, sarà possibile pianificare e programmare altre Ispezioni correlate.

Esempi di Ispezioni Speciali di Tipo D:

- Misurazione della stabilità prevista o imprevista di strutture
- Fatica dei pedini e dei cassoni
- Monitoraggio ambientale sul ponte sospeso
- Controllo del livello delle falde acquifere o modifica del livello di queste.

## 5.7 Tempistica e Frequenze delle Ispezioni

### 5.7.1 Ispezioni di Routine (R.I.)

I vari tipi di ispezione descritti alla **Sezione 5.4** devono essere effettuati secondo le seguenti tempistiche e frequenze:

**Ispezioni superficiali di routine:** devono essere svolte a intervalli regolari, come ad esempio ispezione della carreggiata mediante attraversamento del ponte una volta al giorno o settimanalmente o ispezione settimanale dei giunti di espansione.

**Ispezioni di Routine di legge:** devono essere svolte secondo le frequenze e le tempistiche definite dai relativi Statuti.

**Ispezioni Funzionali di Routine:** devono essere svolte secondo le frequenze e le tempistiche specificate nei relativi manuali di Esercizio e Manutenzione dei Produttori o direttive.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

**Ispezioni Generali di Routine:** devono essere svolte secondo le frequenze correlate alla criticità e vulnerabilità strutturale al danno, logorio e corrosione. Le frequenze di queste ispezioni può variare da parte a parte lungo la vita della struttura. Le frequenze per ciascuna parte del ponte saranno definire nella Procedure Tecniche e nelle Istruzioni Tecniche e inizialmente, andranno dai 6 mesi ai 2 anni.

### 5.7.2 Ispezioni Principali (P.I.)

La frequenza delle ispezioni principali non deve superare i 6 anni, previa attenta considerazione.

La frequenza delle ispezioni principali per i diversi elementi, è valutata sulla base del Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (Analisi FMECA) e dell' Attività di Analisi di Ispezione e Manutenzione (Inspection and Maintenance Activities Analysis - IMAA) all'interno report per l'Ispezione basata sull'Affidabilità (Reliability Based Inspection -RBI) e Manutenzione basata sull'affidabilità (Reliability Centred Maintenance - RCM) [2].

Per alcuni elementi, potrebbe essere economicamente conveniente effettuare piani di ispezione dettagliati sulla base di RBI o RCM al fine di ridurre la portata delle ispezioni. La differenza fra RCM e RBI è la seguente:

- RBI concerne i sistemi il cui guasto è prevedibile e vi sono dunque indicatori/parametri che permettono di rilevare la condizione di buon funzionamento; si tratta ad esempio di casi in cui il deterioramento di un elemento può essere misurato nel tempo ed è prevista una valutazione alla data di riparazione, sostituzione o rinnovo. Inoltre, il tempo di sviluppo del guasto deve essere maggiore dell'intervallo di ispezione. Le superfici esterne dei cassoni del ponte, ad esempio, possono essere ispezionate per monitorare il tasso di deterioramento del sistema di protezione anti-corrosione e per determinare il periodo di tempo entro il quale sarà necessaria una nuova verniciatura del rivestimento.
- RCM concerne i sistemi il cui guasto è prevedibile ma non vi è un indicatore/parametro disponibile oppure il tempo di sviluppo del danno è inferiore rispetto all'intervallo di manutenzione. Questi elementi (chiamati sistemi in [2]) sono spesso di natura meccanica, idraulica e/o elettrica.

Da quanto sopra illustrato, si comprende che RBI è adeguato per diversi elementi strutturali, soprattutto per le parti di difficile accesso o che sono di grandezza importante o ripetuti. Nella

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

definizione del piano RBI è necessario un indicatore di buona condizione che descriva il processo di degrado. Questo indicatore di condizione deve essere scelto in modo da poter essere determinato con la massima accuratezza possibile al momento dell'ispezione, come ad esempio le misurazioni, le quali possono essere vantaggiose ai fini del giudizio ingegneristico. L'indicatore di condizione può essere stabilito sulla base di codici, standard o riferimenti scientifici.

La pianificazione RBI richiede inoltre un valore soglia nello stesso formato dell'indicatore di condizione. Il valore soglia determina la vita utile stimata dell'elemento (esempio sistema protettivo); il valore soglia è ad esempio un criterio di accettazione. Il valore soglia può essere modificato in ragione dello Studio del Costo del Ciclo di Vita (Life Cycle Cost) o altre circostanze operative.

**Piano di Ispezione basato sull’Affidabilità per il rinnovo della finitura dell’impalcato sospeso e delle torri.**

Nel report [2] di Ispezione basata sull’Affidabilità (RBI) e di Manutenzione basata sull’affidabilità (Reliability Centred Maintenance - RCM), viene elaborato un piano di ispezione basato sull’affidabilità per il rinnovo della finitura delle aree verniciate degli elementi in acciaio della struttura (cassoni stradali e torri).

***Portata dell’Ispezione***

Il piano RBI iniziale si basa su una stima della vita utile attesa (derivata dall’esperienza), della vulnerabilità derivata da FMECA e mediante la definizione dei parametri descritti in [2].

La vita utile attesa della finitura è di 30 anni.

***Piano di ispezione speciale***

Sulla base della vulnerabilità derivate dall’analisi FMECA, gli intervalli fra le ispezioni speciali sono fissati a 6 anni. I valori reali della condizione della finitura misurati durante queste ispezioni, costituiranno i dati di riferimento per la stima della reale vita utile della finitura.

Queste ispezioni speciali sono effettuate su aree rappresentative – da tre a cinque – accuratamente selezionate sull’impalcato sospeso e sulle torri, rispettivamente, in cui l’ispezione visiva da vicino (CVI) di tutte le aree rivestite sarà effettuata e valutata per mezzo di un Indicatore della Condizione del Rivestimento, CC. Un esempio della valutazione della condizione del

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

rivestimento, basata sull'ispezione visiva da vicino, è mostrata nell'Allegato E1 in [2]. Tutte le altre aree del ponte saranno ispezionate meno accuratamente, ma in modo tale da rilevare grandi deviazioni rispetto alla condizione delle aree rappresentative selezionate.

#### *Piano di ispezione principale*

Il tempo per la prima ispezione principale basata sull'affidabilità di tutte le aree verniciate, è calcolata al 27° anno.

#### *Piano di ispezione di routine superficiale*

Una ispezione superficiale di routine (RI), visiva (VI) sarà effettuata insieme alle ispezioni speciali sopra menzionate; nell'ambito di tale ispezione, tutti i segmenti saranno ispezionati visivamente, in modo abbastanza ravvicinato da poter rilevare deviazioni significative rispetto alle sezioni rappresentative del ponte in cui vengono effettuate ispezioni speciali.

Quando si selezionano le aree di riferimento è importante includere aree vulnerabili che contengono (in ordine casuale):

- Aree verniciate on-site in ragione di saldature o serraggi effettuati durante la fase di costruzione;
- Arre più complesse dal punto di vista della lavorazione;
- Aree soggette a ispezione di garanzia;
- Aree soggette a logoramento meccanico come ad esempio carroponi di ispezione e punti di accesso;
- Aree soggette a irraggiamento UV
- Aree che si trovano contro la direzione del vento
- Aree maggiormente vulnerabili per ragioni di corrosione (bulloni e saldature sottoposte ad elevata sollecitazione).

Il Manager Tecnico sarà responsabile dell'aggiornamento del piano di ispezione basato sull'affidabilità.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 5.7.3 Ispezioni Speciali (S.I.)

Le Ispezioni Speciali con CVI devono essere effettuate su alcune parti in seguito ad incidenti dovuti a venti ad elevate velocità, temperature estreme o attività sismica. Il Sistema di Monitoraggio Strutturale (SHM) avrà soglie di avvertimento e di allarme per gli elementi strutturali; tali soglie individueranno i punti e i periodi di movimento eccessivo, vibrazione o modificazioni dell'umidità relativa etc. Le ispezioni speciali avranno luogo in risposta a suddette indicazioni da parte dei sistemi SHM. In alcuni casi, il Manuale delle Operazioni potrebbe suggerire la chiusura del ponte a tutto il traffico fino al completamento delle ispezioni e fino a quando non verrà rilevato alcun difetto. In simili situazioni, le ispezioni da effettuare potrebbero essere molte e per questo il ponte potrebbe essere chiuso per un certo periodo di tempo. Il Manuale delle Operazioni deve quindi prevedere questi casi e includere una stima dei tempi previsti per le ispezioni. Occorre infine notare che in seguito a simili incidenti, la disponibilità dello staff ad effettuare tali ispezioni potrebbe essere limitata.

I dettagli di queste ispezioni dovranno essere sviluppati.

Gli eventi operativi come gli incidenti stradali che hanno generato un certo danno alle parti del ponte, daranno origine ad una Ispezione Speciale. Questa ispezione valuterà innanzitutto i danni strutturali eventualmente verificatisi e la possibile riduzione della sicurezza operativa. Ulteriori Ispezioni Speciali potrebbero rendersi necessarie.

Altre Ispezioni Speciali potrebbero essere tempestivamente effettuate in seguito alla rilevazione di un difetto o anomalia considerata potenzialmente critica; ciò avviene soprattutto quando la causa di tale difetto o anomalia non è identificata o compresa.

Le ispezioni di monitoraggio derivanti dalle Ispezioni Speciali, devono aver luogo secondo frequenze che dipendono dalla natura del difetto e sono da concordarsi con SdM.

Come notato alla Sezione 5.7.2 di cui sopra, i piani di Ispezioni basate sull'affidabilità richiedono anche che le Ispezioni Speciali siano effettuate su aree campione selezionate e rappresentative.

### 5.7.4 Tempistica delle Ispezioni

Laddove sia necessario utilizzare attrezzature di accesso speciali per intraprendere lavori sul ponte – ad esempio se viene eretto un carroponete di ispezione al fine di analizzare un elemento di deumidificazione sul cavo principale – occorre sfruttare questa occasione per ispezionare altre

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

parti che altrimenti non sarebbero accessibili. In questo esempio qui illustrato, gli elementi del sistema del cavo principale potrebbero essere oggetto di ispezione visiva da vicino.

Similmente, quando si predispongono l'accesso all' ancoraggio di un cavo per ispezione degli elementi del cavo principale, si potrebbe effettuare anche l'ispezione delle scale di accesso e delle piattaforme. Questa ispezione potrebbe non essere necessaria in quel momento ma effettuarla separatamente in un secondo momento potrebbe essere più costoso.

Il controllo delle parti mobili per vibrazioni o rumori deve essere pianificata in modo da coincidere con condizioni di elevato carico e/o carico ciclico rapido, secondo quanto opportuno. Sarà quindi necessario organizzare queste ispezioni con breve preavviso in base al verificarsi delle condizioni.

## 5.8 Programmi di ispezione

Il Manager Tecnico deve preparare, o comunque deve organizzare la preparazione di Programmi di Ispezione formali che includano tutte le Ispezioni di Routine e Principali. Tutti i programmi di ispezione devono essere indipendenti dai Programmi di Manutenzione di Routine anche se i programmi di manutenzione possono coordinare il lavoro di ispezione. Essi devono definire la Natura (**Sezione 5.3**), la Categoria (**Sezione 5.2**) e la Frequenza (**Sezione 5.7**) di ciascuna ispezione.

## 5.9 Competenza dello Staff di Ispezione

Tutte le ispezioni di manutenzione devono essere effettuate da personale che secondo il Manager Tecnico soddisfa i requisiti di salute, esperienza e, laddove opportuno, di qualifica per quella particolare tipologia di ispezione. Lo staff di ispezione interno deve essere competente ed essere in grado di effettuare tutte le Ispezioni di Routine e, se non tutte, almeno la maggioranza delle Ispezioni Principali. Ci si aspetta che in alcuni casi le Ispezioni Speciali possano richiedere il supporto di personale specializzato e società esterne.

Lo staff di ispezione proverrà da settori di lavoro differenti, ad esempio strutturale, meccanico o elettrico. Il Manager Tecnico incoraggerà la "formazione incrociata" di ispettori per assicurare che i gruppi di ispezione siano capaci di riconoscere e relazionare le eventuali problematiche rilevate sull'intera struttura.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il Manager Tecnico verificherà continuamente la prestazione del personale di Ispezione e fronteggerà eventuali problematiche. Ciò può includere ad esempio una formazione aggiuntiva, una modifica delle mansioni o un'azione disciplinare.

Per quanto concerne le qualifiche, l'informazione e la formazione del personale di ispezione si faccia riferimento alla Sezione 9.3.2 e 9.3.3.

Il Manager Tecnico definirà una procedura, comune a tutte le ispezioni di manutenzione, secondo la quale lo staff di ispezione avrà il compito di informare il Manager Tecnico o lo staff indicato, il prima possibile, in caso di qualsiasi difetto che può costituire un rischio immediato alla sicurezza pubblica e/o alla stabilità strutturale.

## **5.10 Procedure e Istruzioni Tecniche per l'ispezione**

### **5.10.1 Ispezioni strutturali**

Per le Ispezioni di Routine e Principali di tutte le parti strutturali, devono esservi procedure di ispezione formali. Lo scopo di ciascuna ispezione sarà definito nell'ambito della Procedura e Istruzione Tecnica correlata.

Alcune delle Procedure e Istruzioni Tecniche concerneranno sia l'ispezione che la manutenzione, in genere per gli elementi meccanici del ponte in cui le ispezioni funzionali si rendono necessarie. L'Ispezione Funzionale è di norma una ispezione della funzionalità degli elementi e può includere una manutenzione preventiva dell'elemento.

#### **PROCEDURE TECNICHE**

La finalità di una Procedura Tecnica (TP) è quella di illustrare il dettaglio e il background per una parte importante del sistema strutturale (Procedure per il sistema di sospensione dei cavi e le strutture in acciaio sono sviluppate come esempi di elementi importanti). La Procedura Tecnica si riferirà a svariati elementi del ponte, o ad un gruppo di elementi, e a ciascuno di questi elementi sarà associata un'Istruzione Tecnica. La TP farà riferimento alla specifica di costruzione, alle schede dati dei materiali e ad altre informazioni riguardanti gli elementi trattati dalla TP. Il requisito per le Ispezioni di Routine e Principali sarà definito insieme ad una lista di potenziali requisiti di Ispezione Speciale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Nella documentazione della Procedura Tecnica sarà inclusa una sezione che identificherà le eventuali attività di manutenzione correttiva associate agli elementi che sono oggetto della procedura. Queste attività includeranno lavori come ad esempio verniciatura per ripristinare un difetto, saldature di riparazione, saldature dei rivestimenti, riparazione/sostituzione delle barriere di protezione etc. Nei casi in cui una Procedura Tecnica non descrive il metodo di riparazione, si deve considerare la tempestiva preparazione di un metodo adeguato in modo da non ritardare i lavori.

Come sopra menzionato, le Procedure Tecniche per il sistema di sospensione dei cavi del Ponte e per le Strutture in Acciaio, sono sviluppate e presentate nell' **Allegato 5.10.A e Allegato 5.10.B**, rispettivamente.

Una Procedura Tecnica per l'Ispezione Principale è stata sviluppata ed è riportata nell' **Allegato 5.10.C**. La procedura include la descrizione di come effettuare, registrare e relazionare le ispezioni.

La Procedura Tecnica contempla anche gli aspetti:

- Categorie per tipologia di difetti
- Portata dei difetti e rating di gravità (Rating della Condizione)
- Registrazione delle Procedure.

## ISTRUZIONI TECNICHE

La finalità delle Istruzioni Tecniche (TI) è quella di fornire agli ispettori una breve descrizione degli elementi che devono essere ispezionati, di fornire dettagli sui lavori di ispezione necessari e, se appropriato, dettagli dei difetti che tendono a verificarsi in quell'elemento. Ci si aspetta che gli ispettori esaminino i precedenti rapporti di ispezione per gli elementi che devono essere ispezionati e che, ogni volta sia possibile, cerchino una discussione con il precedente team di ispezione. In tal modo il personale di ispezione sarà informato sui motivi dell'ispezione e quindi sarà probabilmente più motivato nello svolgimento della sua attività. Un'Istruzione Tecnica può essere destinata a una serie di parti del ponte che è meglio ispezionare come un gruppo unico; nell'Istruzione Tecnica saranno elencate tutte le apparecchiature speciali eventualmente necessarie per l'ispezione. Alla TI saranno allegati un modulo di riferimento e i rispettivi schemi.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

A titolo di esempio, le Istruzioni Tecniche (TI) per le parti del sistema di sospensione dei cavi del Ponte e le Strutture in Acciaio correlate alle Procedure Tecniche di cui sopra, sono state sviluppate e allegate.

- Copertura TI (riportata come Allegato 5.10.D) e correlata al sistema di sospensione del ponte, elementi esterni del cavo principale:
  - Cavi di sospensione principali (per la lunghezza fra i punti di ingresso ancoraggio)
  - Funi verticali (inclusi punti di ancoraggio e punti di supporto associati)
  - Collari dei cavi (inclusi bulloni e guarnizioni)
  - Pendini (incluso alloggiamento, perni, appoggi, smorzatori e limitatori di flessione assicurati ai pendini)
  
- Copertura TI (riportata come **Allegato 5.10.E**) e correlata al sistema di sospensione del ponte, elementi esterni del cavo principale all'interno dei blocchi di ancoraggio:
  - Cavi di sospensione principali negli ancoraggi (per la lunghezza dai punti di ingresso ancoraggio)
  - Strombatura selle
  - Aste di ancoraggio, piastre e bulloni
  
- Copertura TI (riportata come **Allegato 5.10.F**) e correlata alle Strutture in Acciaio del Ponte, elementi interni del cassone stradale in acciaio, cassone ferroviario in acciaio e trasversi in acciaio :
  - Trasverso in acciaio (Carreggiata ovest e est) superfici interne e attraverso parte inferiore dell'impalcato
  - Trasverso in acciaio (Ferrovia) superfici interne e irrigiditori sotto impalcato
  - Superfici interne trasversi in acciaio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Copertura TI (riportata come **Allegato 5.10.G**) e correlata alle Strutture in Acciaio del Ponte, elementi interni del cassone stradale in acciaio, cassone ferroviario in acciaio e trasversi in acciaio:
  - Trasverso in acciaio (Carreggiata ovest e est) superfici esterne con trave a sbalzo.
  - Trasverso in acciaio (Ferrovia) superfici esterne.
  - Superfici esterne trasversi in acciaio

Una TI per l'Ispezione delle Barriere di Protezione è stata sviluppata ed è allegata come **Allegato 5.10.H**.

Infine vi è anche una TI per Istruzione di Reportistica (**Allegato 5.10.I**) correlata a TP per Ispezione Principale.

### 5.10.2 Ispezioni delle Installazioni Meccaniche ed Elettriche

Si prevede che le installazioni meccaniche ed elettriche avranno manuali di ispezione e manutenzione associati, forniti dai fornitori/produttori. Saranno questi documenti, insieme alle raccomandazioni dei fornitori e produttori, al Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA) ed alla Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA – Analisi dell'Attività di Ispezione e Manutenzione) a determinare inizialmente i requisiti di ispezione e manutenzione per questi elementi. I Manuali di Esercizio e Manutenzione per ciascun pezzo saranno disponibili allo staff di ispezione e saranno inclusi nel presente manuale come allegati.

FMECA e IMAA dettagliate sono elaborate ed allegate nell'Allegato C in [2] per

- Giunti di espansione stradali
- Giunti di espansione ferroviari
- Sistema di deumidificazione per i cavi principali
- Sistema di Monitoraggio Strutturale (SHMS).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 5.10.3 Lista delle TP e delle TI

Nell'**Allegato 5.10.J** viene riportata la lista fino ad ora identificata delle Procedure Tecniche e delle Istruzioni Tecniche da effettuarsi.

La lista include le Procedure e le Istruzioni identificate per l'ispezione e la manutenzione – Cfr. Sezione 5.11 e 6.8 rispettivamente.

Nell'**Allegato 5.10.J** si specifica inoltre se le procedure e le istruzioni sono state elaborate nel Progetto Definitivo o se saranno elaborate durante/dopo la fase di costruzione. I documenti elaborati durante il Progetto Definitivo necessiteranno di revisione durante/dopo la fase di costruzione.

Per la maggior parte delle procedure/istruzioni, si raccomanda che esse vengano effettuate durante/dopo la fase di costruzione, primariamente in ragione del fatto che esse dipendono dalla presentazione dei manuali di istruzione e ispezione da parte dei fornitori/produttori.

Per molti dei sistemi tecnologici si faccia riferimento alla Sezione 12, così come per gli elementi strutturali quali appoggi, giunti di espansione e buffer. Quando gli elementi sono installati e i manuali di manutenzione e le istruzioni dettagliate dei fornitori/produttori sono state consegnate, occorre esaminare tale documentazione e sulla base di questa, elaborare procedure tecniche e istruzioni.

## 5.11 Contenuti delle Ispezioni

Nelle sezioni che seguono vengono presentati esempi di varie strutture e installazioni che richiedono la preparazione di procedure e istruzioni tecniche.

**La lista degli argomenti trattati non è completa e alcuni elementi strutturali e installazioni non vengono citate.**

### 5.11.1 Strutture in acciaio, cassoni e torri

La descrizione delle ispezioni da effettuare è presentata nell'esempio allegato di Procedura Tecnica e Istruzioni Tecniche (che concernono solo i cassoni), cfr. **Allegato 5.10.B** e **Allegato 5.10.F + G**.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Per quanto concerne le torri, durante le ispezioni bisogna prestare particolare attenzione alle parti strutturalmente più utilizzate:

- I collegamenti fra trasversi e gambe delle torri in ragione della tensione. Ciò malgrado, si raccomanda di valutare il livello di attenzione quando le travi di collegamento pre-fabbricate sono saldate alle gambe delle torri e osservare le tolleranze.
- I bulloni alla base della torre; verificarne eventuali allentamenti.

In casi di terremoto, le aree sopra menzionate devono essere ispezionate così come le sezioni delle gambe delle torri al di sopra e al di sotto delle travi di collegamento. Tali ispezioni devono rilevare eventuali segni di cedimento a livello delle connessioni, come ad esempio vernice incrinata (spesso ai bordi degli strati di acciaio o in corrispondenza dei serraggi) o variazioni dei pannelli in acciaio, ad esempio deformazioni o distorsioni.

### 5.11.2 Sistema a cavi sospesi del ponte

La descrizione delle ispezioni da effettuare è presentata nell'esempio allegato di Procedura Tecnica e Istruzioni Tecniche, cfr. **Allegato 5.10.A e 5.10.D + E.**

### 5.11.3 Pavimentazione della carreggiata

Per la pavimentazione della carreggiata, si raccomanda di effettuare ogni anno le seguenti ispezioni:

- Ispezione visiva, registrando i danni e i difetti della pavimentazione e delle parti adiacenti come giunti, segnaletica e barriere di protezione.

L'ispezione deve includere anche la valutazione delle riparazioni precedenti.

Si raccomanda di effettuare questa ispezione in primavera.

L'ispezione sarà di norma effettuata dinnanzi ad un veicolo TMA (truck mounted attenuator) nella corsia "pesante"; questo veicolo TMA proteggerà lo staff sul sito.

- Una volta all'anno si raccomanda di misurare la resistenza anti-scivolo. Il veicolo che effettua le misurazioni deve essere dotato di attrezzatura in grado di effettuare le misurazioni conformemente all' International friction index.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

Oltre alle misurazioni effettuate su base casuale, occorre effettuare misurazioni anche su aree di riferimento.

Un pendolo di ruvidità può essere utilizzato come metodo aggiuntivo o alternativo.

- Ogni 6 anni occorre condurre una Ispezione Principale inclusa l'ispezione di tutte le corsie ed eventualmente il prelievo di campioni.

Un rilevatore di porosità ad alta tensione ("Holiday" detector) può essere utilizzato se vi sono danni o incrinature. Questa apparecchiatura sarà in grado di rilevare se il danno sta attraversando l'impalcato in acciaio.

L'ispezione sarà di norma effettuata davanti ad un veicolo TMA nella corsia "pesante".

- La video sorveglianza da un'auto può essere utilizzata ad integrazione dell'ispezione visiva annuale. I vantaggi di tale videosorveglianza consistono nel fatto che la valutazione può essere effettuata in un qualsiasi momento dopo che il video è stato registrato.

In caso di saldature di riparazione alla parte inferiore dell'impalcato, occorre effettuare una ispezione della relativa pavimentazione sovrastante laddove si prevede che una riparazione alla pavimentazione sarà effettuata entro i dodici mesi seguenti.

#### **5.11.4 Appoggi**

Il fornitore degli appoggi non è ancora noto.

Si prevede che la maggior parte degli appoggi, sarà di tipo sferico e quindi, le ispezioni riguarderanno:

- Accumulo di polvere
- Condizione generale con riguardo alla corrosione
- Ruggine delle fessure
- Protezione da polvere incluse barriere frangivento
- Piastra mobile in acciaio, superficie, graffi, polvere

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Piastra mobile in acciaio, aspetto (ammaccature o deformazioni dovute alla frizione)
- Piastra mobile in acciaio per binario guida, deformazioni, graffi
- Condizione delle saldature e dei bulloni
- Colate di cemento, incrinature, frantumazioni
- Parti strutturali adiacenti, incrinature del calcestruzzo, condizione della vernice
- Misurazione della rotazione del supporto
- Misurazione del giunto aperto (per misurazione del logorio della lastra in teflon con accuratezza di 1/10 mm)
- Pulizia del supporto prima dell'assemblaggio della protezione anti-polvere
- Misurazione della posizione del supporto

A seconda del fornitore di appoggi scelto, potrebbero esservi altri aspetti da ispezionare.

Le misurazioni della rotazione e del giunto aperto, devono essere confrontate con le misurazioni di riferimento. Una dimensione minima del giunto aperto deve essere determinata sulla base delle raccomandazioni del fornitore.

In ragione dei grandi movimenti orizzontali accumulati, dovuti principalmente al traffico ferroviario, si raccomanda di accertare il logorio delle lastre in teflon orizzontali mediante frequenti misurazioni.

## **5.11.5 Giunti di espansione**

### **5.11.5.1 Giunti di espansione stradali**

L'esperienza accumulata con i grandi giunti di espansione, mostra che l'ispezione e la manutenzione dei giunti è necessaria sin dall'inizio, soprattutto al momento della consegna al fine di verificare eventuali difetti di costruzione che dovranno essere riparati conformemente agli obblighi di garanzia dell'appaltatore/fornitore.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

E' importante che il fornitore consegni un Manuale di Ispezione e Manutenzione dettagliato che includa i metodi di sostituzione delle parti che possono essere sostituite e dell'intero giunto (o parti di esso per mantenere il traffico sul ponte).

Il fornitore dei giunti espansione non è ancora stato definito, ma in termini generali, ci si aspetta che le ispezioni concerneranno:

- Strisce di serraggio che dovranno essere ispezionate per:
  - Accumulo di polvere
  - Danno meccanico
  - Montaggio corretto / strisce allentate
  - Tenuta stagna
- Le superfici e le parti scorrevoli (esempio molle e dispositivi di controllo molle) che dovranno essere ispezionate per
  - Usura
  - Danno alle superfici scorrevoli
  - Difetti / posizione corretta / corretta pre-sollecitazione
  - Rumori insoliti
- Ispezione protezione anti-corrosione
- Strutture di supporto del peso, che dovranno essere ispezionate per controllare
  - Se le parti mobili hanno libertà di movimento
  - Ancoraggio del giunto alle strutture adiacenti
- Ispezione ravvicinata delle superfici dei giunti di espansione per eventuali difetti

L'accessibilità per l'ispezione dei giunti di espansione dal basso è consigliata ad una bassa temperatura.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La Tabella 5.1 mostra le ispezioni raccomandate sulla base della classificazione di vulnerabilità in [2].

*Tabella 5.1 Valutazione del tipo di ispezione e intervallo di ispezione dei giunti di espansione stradale utilizzando come linea guida la classificazione di vulnerabilità.*

Dove?	Cosa?	Ispezione principale		Ispezione di routine	
		Frequenza	Portata	Frequenza	Portata
Giunti di espansione- in alto (dalla carreggiata)	Lamelle in acciaio e strisce di guarnizione	3 mesi	100%	settimanale	100%
Giunti di espansione – in basso (da piattaforma di accesso)	Tutte le parti	annuale	100%	Nessuna	Nessuna

In ragione dei grandi giunti di espansione e dei movimenti attesi è importante misurare e registrare l'usura delle parti mobili.

Un buon indicatore del malfunzionamento dei giunti di espansione è un rumore insolito. Qualora si avverta un rumore insolito occorre effettuare una ispezione speciale in modo da identificarne la causa.

Per i componenti che avranno maggiore necessità di sostituzione, è opportuno definire uno stock di pezzi di ricambio adeguato; come ad esempio nel caso dei giunti di espansione. Per i giunti di espansione, le parti più soggette a sostituzione sono le strisce di serraggio e i componenti in neoprene elastico. La definizione di stock ragionevoli deve basarsi sulle raccomandazioni del fornitore, il quale, conformemente alla versione attuale (in fase di sviluppo) delle Specifiche di Prestazione, deve fornire i pezzi di ricambio per i primi 5 anni di esercizio, conformemente al manuale di manutenzione dei fornitori.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 5.11.5.2 Giunti di espansione ferroviari

L'esperienza accumulata con i grandi giunti di espansione ferroviari, mostra che l'ispezione e la manutenzione dei giunti è necessaria sin dall'inizio.

Secondo le "Specifiche di Prestazione – Giunti di Espansione Ferroviari" [6] il produttore deve fra le altre cose:

- Sottoporre il proprio regime di manutenzione raccomandato per il primo anno di normale funzionamento della ferrovia.
- Durante il periodo di manutenzione, partecipare a tutte le operazioni di manutenzione e, insieme all'operatore ferroviario, monitorare la prestazione dei giunti di espansione ferroviari, effettuando indagini trimestrali e sottoponendo rapporti simili ad un rapporto/indagine preliminare.
- Qualora un difetto, suscettibile di compromettere le normali operazioni ferroviarie, viene riscontrato, il produttore deve riparare tale difetto o sostituire il pezzo, a seconda di quanto opportuno.

Il Produttore deve fornire un Manuale di Operazione e Manutenzione; una lista dei contenuti per il manuale è descritta nelle specifiche di prestazione [6].

Dall'inizio delle normali operazioni ferroviarie, un numero sufficiente di operatori ferroviari di manutenzione deve essere adeguatamente formato ed essere in grado di effettuare la manutenzione, la riparazione e la sostituzione dei giunti di espansione ferroviari o di qualsiasi parte. La formazione, rientra anch'essa negli obblighi del produttore.

Il produttore dei giunti di espansione non è ancora stato definito e dunque la tipologia reale di tali giunti non è ancora nota; ciò malgrado, in termini generali, si presume che le ispezioni concerneranno:

- Le superfici e le parti scorrevoli, da ispezionare per:
  - Usura
  - Allentamento
  - Danneggiamento delle superfici scorrevoli

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Difetti/posizione corretta
- Rumore insolito
- Pulizia
- Ispezione del funzionamento del sistema equalizzatore. Questo sistema assicura una costante distanza fra slitte
- Ispezione della protezione anti-corrosione
- Strutture che supportano peso da ispezionare per assicurarsi che le parti mobili abbiano la necessaria libertà di movimento
- Ispezione della continuità elettrica dei binari lungo il giunto di espansione con il binario adiacente
- Ispezione per eliminare la corrosione dovuta a correnti vaganti

Al termine del periodo di manutenzione, occorre effettuare una valutazione della frequenza delle ispezioni di routine.

Il Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA) in [2], propone diversi intervalli di ispezione per le varie parti del giunto sulla base della classificazione di vulnerabilità; ciò malgrado tutte le parti sono critiche e dunque si raccomanda che l'intero giunto sia ispezione con uguale intervallo di tempo. Cfr. Tabella 5-2.

*Tabella 5.2 Valutazione del tipo di ispezione e intervallo di ispezione dei giunti di espansione ferroviaria utilizzando come linea guida la classificazione di vulnerabilità.*

Dove?	Cosa?	Ispezione principale		Ispezione di routine	
		Frequenza	Portata	Frequenza	Portata
Giunti di espansione ferroviari (da sopra e dalla piattaforma di accesso)	Tutte le parti.	6 mesi	100%	settimanale	100%

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

In ragione dei grandi giunti di espansione e dei movimenti attesi è importante misurare e registrare l'usura delle parti mobili.

Un altro buon indicatore del malfunzionamento dei giunti di espansione è un rumore insolito. Qualora si avverta un rumore insolito occorre effettuare una ispezione speciale in modo da identificarne la causa.

Secondo le specifiche di prestazione [6] il produttore deve

- Portare sul sito un numero sufficiente di pezzi di ricambio al fine di assicurare che, qualora si verifici un danno ad un giunto di espansione della ferrovia dopo il completamento dell'installazione, la parte da sostituire sia immediatamente disponibile.
- Preparare tempestivamente una lista dei pezzi di ricambio raccomandati durante il periodo di manutenzione, affinché questi pervengano all'operatore ferroviario prima della scadenza del periodo di manutenzione.
- Fornire tutti gli attrezzi necessari che potrebbero essere utili per la manutenzione o a sostituzione dei giunti di espansione ferroviari.

#### 5.11.6 Buffer idraulici

Per i buffer idraulici:

- D1 alle torri, Cfr. **Allegato 4.2.Q**, e D3 e D4 ai pilastri per le Strutture Terminali, Cfr. **Allegato 4.2.R**, che sono installati per l'assorbimento di energia in caso di terremoto.
- D2 alle torri, Cfr. **Allegato 4.2.Q**, che sono installati per ridurre i movimenti longitudinali dei cassoni, trasferendo il carico, entro un certo limite, dai cassoni stradali alle torri, riducendo così i movimenti longitudinali causati da variazioni di temperature e traffico. I buffer agiscono come valvola di sovrappressione e smorzatori per ridurre il movimento libero dell'impalcato sospeso.

Diverse ispezioni devono essere effettuate:

- Ispezione di servizio ogni 2 mesi da parte del personale qualificato dell'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione. Questa ispezione consiste in un test di funzionamento dei buffer.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Ispezione di routine ogni 6 mesi effettuata dall'appaltatore del servizio.
- Ispezione principale annuale sulla base dell'Analisi FMECA e Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione (IMAA), Cfr. Allegato C in [2].

Il contenuto delle ispezioni è brevemente descritto nell'**Allegato 5.11.A**, inclusi tutti i requisiti del manuale di esercizio e manutenzione che deve essere fornito dal fornitore.

### 5.11.7 Strutture di accesso - mobili

Le strutture di accesso mobili

- Carroponti di ispezione per l'impalcato sospeso
- Carroponti di ispezione per le torri
- Elevatori
- Carroponte di ispezione per i cavi principali.

I componenti che devono essere verificati sono descritti nell'**Allegato 5.11.B**, ma gli intervalli per le varie parti saranno determinati dall'analisi FMECA e Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione (IMAA), nonché dalle raccomandazioni dei fornitori.

### 5.11.8 Sistema di deumidificazione

Varie strutture sul ponte:

- Blocchi di ancoraggio
- Cavi principali e selle.
- Strutture dell'impalcato sospeso e Strutture Terminali in acciaio.
- Torri.

sono deumidificate per mantenere l'umidità relativa ad un livello accettabilmente basso al fine di prevenire la corrosione.

Diverse ispezioni devono quindi essere effettuate per gli impianti di deumidificazione:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Ispezione funzionale ogni 2 mesi da parte del personale qualificato dell'Organizzazione Ispezione e Manutenzione.
- Ispezione di routine ogni anno effettuata dall'appaltatore del servizio.

In [2] l'Analisi FMECA e Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione (IMAA), è stata effettuata per il sistema di deumidificazione. A seconda delle conseguenze del guasto delle varie componenti del sistema, l'analisi raccomanda il monitoraggio continuo con una ispezione principale o valutazione dei dati di monitoraggio a intervalli che vanno dai 6 mesi ai 6 anni a seconda del livello di criticità. Cfr. Allegato C in [2] per dettagli.

Il contenuto delle ispezioni è brevemente descritto nell'**Allegato 5.11.C**, inclusi i requisiti del manuale di ispezione e manutenzione che sarà fornito dal fornitore.

## 6 Manutenzione e parti di ricambio

### 6.1 Obiettivi dell'Ispezione e della Manutenzione

L'obiettivo delle operazioni di ispezione e manutenzione è quello di preservare l'integrità e la sicurezza della struttura durante il trasporto dei carichi. Per alcune parti, soggette ad usura o vita utile limitata (parti che si usurano, appoggi e superfici), la manutenzione deve prevedere la sostituzione delle parti.

**Policy:** gli obiettivi della manutenzione sono:

- Limitare, mediante azioni preventive, il deterioramento o malfunzionamento delle parti e delle attrezzature a livelli sicuri ed economicamente vantaggiosi.
- Sostituire le parti logorate per assicurare la continuità della prestazione auspicata.
- Rimuovere i difetti rilevati secondo il grado di urgenza indicato dai Manuali di Manutenzione specifici, piani RBI/RCM, standard, guide o rating di gravità forniti dei report di ispezione o come definito nella Procedura Tecnica per l'Ispezione Principale al fine di assicurare l'integrità strutturale e la sicurezza pubblica.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

**Standard:** gli standard in relazione alle operazioni di manutenzione sono quelli definiti in una o più delle seguenti voci, secondo quanto necessario per l'operazione in questione:

- Conformità ad uno o più standard italiani o altri manuali di Governo, Guide, o Codici di pratica;
- Conformarsi ai disegni strutturali originali o ai disegni attuali, come revisionati o approvati da SdM;
- Conformarsi agli standard di sicurezza accettati;
- Conformarsi con i Manuali di manutenzione dei componenti emessi dai produttori, le specifiche o raccomandazioni
- Come specificato da SdM.

Tutte le parti del Ponte sullo Stretto di Messina saranno oggetto di manutenzione, inclusa sostituzione e riparazione, secondo quanto necessario, al fine di assicurare che tali obiettivi sopra illustrati siano raggiunti.

Tutti i lavori di manutenzione e di servizio definiti nel Manuale devono essere svolti conformemente agli auspici di SdM. Ciò esclude i lavori su attrezzature appartenenti a imprese imposte dalla legge.

Il Ponte si costituisce di numerosi Elementi del Ponte che presentano diversi requisiti in termini di manutenzione. L'obiettivo del presente manuale è quello di prendere in considerazione ciascun elemento e sviluppare i requisiti di manutenzione ottimali. I requisiti di manutenzione possono essere suddivisi sotto varie voci:

## **6.2        Manutenzione preventiva**

La Manutenzione Preventiva include le attività di manutenzione effettuate a tempo debito, al fine di assicurare che non vi sia una perdita di uso di una data parte della struttura. La Manutenzione Preventiva includerà la "Manutenzione Definita", in cui i requisiti o le raccomandazioni del produttore sono definite e attuate e la "Manutenzione Correttiva Programmata" che dipenderà dalle attività di ispezione e monitoraggio al fine di rilevare in tempo eventuali riparazioni o lavori di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

manutenzione necessari. La Manutenzione Correttiva Programmata può essere pianificata in modo da assicurare che le interferenze con l'esercizio siano minimizzate.

Nelle seguenti sotto-sezioni vengono illustrati gli aspetti della Manutenzione Preventiva.

### 6.2.1 Manutenzione definita dal produttore (Manutenzione Definita)

Questa tipologia di manutenzione concerne gli elementi per i quali il produttore ha raccomandato o pattuito le azioni che devono essere intraprese e gli intervalli di frequenza di queste. Il periodo può essere definito in termini di periodi di calendario o ore lavorative. Esempi:

- Verifica dei livelli di olio
- Cambio filtri
- Verifica cinghia di trasmissione.

La manutenzione definita dal produttore corrisponde alla Manutenzione a Tempo Definito (Fixed Time Maintenance - FTM) come descritto in rif. [2].

### 6.2.2 Vita utile prevista (Manutenzione Correttiva Pianificata o Definita)

Si pensa che questa concernerà tutte le componenti meccaniche ed elettriche, i sistemi ed altri elementi del ponte che una vita utile inferiore a quella del ponte. L'ispezione di questi elementi dovrebbe incrementare con il passare dell'uso di queste parti e in alcuni casi, la sostituzione di queste parti può essere posticipata mediante interventi di manutenzione correttiva programmata. Esempi:

- Sistemi verniciati
- Coperture di protezione
- Appoggi
- Giunti di espansione
- Sistemi buffer
- Carroponti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 6.2.3 Intervento gestito (Manutenzione correttiva pianificata)

L'intervento gestito dovrebbe applicarsi alla maggior parte delle strutture in acciaio in cui non è possibile definire adeguati periodi di intervalli delle attività di manutenzione. Elementi simili dislocati in punti diversi del ponte potrebbero comportarsi in modo differente. Alcuni elementi maggiormente inclini a sviluppare difetti saranno quindi identificati durante le fasi di progetto, ad esempio i dettagli sensibili alla fatica. Altri elementi potrebbero essere più inclini a sviluppare difetti in ragione di aspetti quali la variabilità delle qualità dei materiali e della lavorazione ed altri eventi legati alla costruzione. Per identificare, in tempo utile, le aree in cui si necessitano riparazioni o migliorie, è necessario definire e applicare un regime di ispezione e di test rigoroso. In questo modo, gli elementi del ponte, o le zone, che sono maggiormente esposte al rischio di sviluppare difetti, possono essere individuate e analizzate in modo tale che adeguate tecniche di riparazione possano essere sviluppate ed attuate ed i regimi di ispezione possano essere adattati al fine di assicurare che le aree notoriamente vulnerabili siano ispezionate con maggiore frequenza. L'identificazione precoce dei difetti, nella maggior parte dei casi, ne permetterà il monitoraggio fino alla riparazione, conformemente ad un regime di manutenzione correttiva pianificato e gestito.

### 6.3 Manutenzione correttiva non programmata (Manutenzione Reattiva)

La Manutenzione Correttiva non programmata, che può anche essere denominata Manutenzione Reattiva, sarà necessaria nei casi in cui si verifica un evento imprevisto, come un incidente stradale e questo richieda procedure di riparazione efficaci e tempestivamente disponibili per ripristinare la struttura alle condizioni richieste. L'efficacia della Manutenzione non programmata dipenderà dalla prontezza dell'organizzazione di manutenzione nel rispondere a tali eventi. Molti aspetti nella manutenzione correttiva non programmata possono essere presi in considerazione e valutati prima del verificarsi di un evento correlato. In questo modo, le procedure, le attrezzature e la formazione possono essere preparate al fine di assicurare che le conseguenze siano minimizzate e controllate.

Si ritiene che con lo sviluppo di una forte strategia di manutenzione, il lavoro di Manutenzione Correttiva non programmata possa essere ridotto ai minimi assoluti e si possa disporre di strategie adeguate per rispondere con prontezza ed efficienza alle evenienze. La mancata rilevazione di difetti in fasi precoci, può comportare restrizioni all'uso del ponte e la necessità di riparazioni di emergenza e/o temporanee svolte in modo affrettato. Similmente, occorre disporre di piani che permettano di rispondere ad una vasta gamma di incidenti come danno alle barriere di protezione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

del traffico, urtate da veicoli o danneggiamenti alla pavimentazione stradale causati ad esempio da fuoriuscite di benzina. Una adeguata quantità di parti di ricambio disponibili, permette di rispondere in modo tempestivo a questi eventuali scenari ed è dunque importante disporre di tali pezzi di ricambio.

## 6.4 Attività di Manutenzione Correttiva

I lavori di manutenzione correttiva includono ad esempio verniciature di riparazione, saldature, riparazioni delle coperture, riparazione/sostituzione dei guardrail etc. Durante la fase operativa del ponte sarà inevitabilmente necessario effettuare una lunga serie di lavori di riparazione al fine di mantenere la struttura in condizioni ottimali. Particolare attenzione deve essere prestata all'elaborazione di metodi adeguati da applicarsi a tempo debito, affinché tali lavori di riparazione vengano effettuati senza ritardi. Le procedure tecniche saranno sviluppate per far fronte a molte di queste problematiche. Il Manager Tecnico deve sostenere lo sviluppo di ulteriori procedure ed assicurare che le attrezzature ed i materiali necessari siano disponibili al momento opportuno.

## 6.5 Manutenzione basata sulla condizione

La Manutenzione basata sulla condizione concerne quegli elementi per i quali è possibile effettuare un continuo monitoraggio e la riparazione o sostituzione può essere effettuata in tempo.

Per la manutenzione basata sulla condizione, sono necessarie ispezioni di minima portata ma effettuate di frequente, nonché una valutazione dei dati di monitoraggio.

## 6.6 Parti di ricambio

Per lo sviluppo del presente manuale di manutenzione, viene prodotta una scheda degli elementi del ponte sotto forma di Fogli dei Componenti; questi sono discussi alla Sezione 4.4. ogni Foglio Componente determinerà la necessità di parti di ricambio per un dato elemento. I Fogli Componenti determineranno anche la necessità di sviluppo di una procedura di riparazione; in questi casi, una parte di ricambio potrebbe non essere necessaria, mentre sarà necessario prevedere i materiali e le attrezzature per effettuare le riparazioni, come ad esempio pezze di riparazione per danni al rivestimento in neoprene del cavo principale. Nell'**Allegato 4.4.A** vengono riportati esempi dei Fogli dei Componenti. I Fogli Componenti dovranno essere revisionati durante la fase di costruzione ed ampliati al fine di identificare, più dettagliatamente, i requisiti specifici non

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

solo per quanto concerne le parti di ricambio, ma anche per i materiali e le attrezzature necessarie per una efficace manutenzione.

La necessità di parti di ricambio, è un aspetto che concerne anche la strategia di manutenzione. Strategie di manutenzione esistono per i sistemi di deumidificazione, sistema di monitoraggio strutturale (SHMS) e giunti di espansione sia per i cassoni stradali che ferroviari in rif.[2].

L'Analisi FMECA e l'Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione (IMAA), hanno inoltre rivelato una necessità di parti di ricambio per i vari elementi strutturali e sistemi tecnologici; cfr. Allegato C in [2].

Alla luce di quanto sopra, durante i lavori di costruzione del ponte, occorrerà preparare un inventario della fornitura delle parti di ricambio e delle attrezzature. Le parti di ricambio fornite e le attrezzature, possono essere utilizzate dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione (IMO) durante il periodo del Contratto. Tale inventario dovrà essere aggiornato da IMO e regolarmente sottoposto a SdM. Ci si aspetta che IMO predisporrà di una quantità adeguata di parti di ricambio.

Le parti di ricambio dovranno essere immagazzinate in un'area sicura in cui sono protette da degrado, perdita o danno. Un sistema di inventario sarà sviluppato per gestire e controllare lo stoccaggio, l'identificazione e il rifornimento tempestivo delle parti di ricambio.

## **6.7 Lista dei Manuali di Manutenzione del Produttore**

Quando i vari Manuali di Manutenzione dei produttori saranno disponibili, verrà elaborata una lista di suddetti manuali; essa sarà inserita come allegato al Manuale di Ispezione e Manutenzione.

## **6.8 Procedure e Istruzioni Tecniche per la Manutenzione**

Con riferimento alla Sezione 5.11, Procedure e Istruzioni Tecniche saranno sviluppate per alcuni lavori di manutenzione previsti.

Come nella Sezione 5.11, le seguenti sotto-sezioni concernono aspetti delle varie strutture e installazioni che dovranno essere contemplate dalle procedure tecniche e istruzioni per la manutenzione, non ancora preparate.

**La lista riportata non è completa e alcuni elementi strutturali e installazioni interessate da manutenzione preventiva programmata non sono menzionate.**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Vengono qui riportati gli stessi esempi di strutture e installazioni contemplati alla sezione 5.11.

### **6.8.1 Strutture in acciaio, cassoni e torri**

#### **Protezione anti-corrosione**

Una Procedura Tecnica ed una Istruzione saranno sviluppate per la manutenzione delle superfici in acciaio al momento della costruzione. Durante la costruzione, l'appaltatore necessiterà di effettuare alcune verniciature di riparazione e sulla base del processo e dei prodotti utilizzati, egli svilupperà una istruzione.

Sulla base dell'esperienza, sarà preparata una istruzione adeguata che sarà sviluppata come Istruzione Tecnica per la manutenzione del ponte.

#### **Riparazione dei difetti di saldatura**

Le riparazioni delle saldature dovranno essere effettuate esclusivamente da saldatori esperti e secondo procedure di saldatura approvate.

#### **Collegamenti con bulloni**

I bulloni o i tiranti rotti o mancanti devono essere segnalati e immediatamente sostituiti.

I bulloni allentati devono essere serrati o sostituiti a seconda del rating di gravità (cfr. Procedura Tecnica per Ispezione Principale, Allegato 5.10.C) o sulla base del manuale di manutenzione pertinente. Il serraggio è permesso per un rating di gravità pari a 2 mentre la sostituzione di tali bulloni si rende necessaria con rating 3 quando più del 10% dei bulloni ne sono interessati.

Quando i bulloni sono sostituiti (o nuovamente serrati) occorre verificare anche i bulloni adiacenti.

### **6.8.2 Collari dei cavi e montanti**

Come menzionato, una Procedura ed una Istruzione saranno sviluppate per quanto concerne i collari dei cavi e i montanti dei corrimano.

Esse saranno sviluppate durante la costruzione in connessione alle riparazioni di danni inevitabili alle aree verniciate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Altre procedure/istruzioni per potenziali riparazioni, sono menzionate nella Procedura Tecnica per l'Ispezione e la Manutenzione del Sistema di Sospensione del Ponte, cfr. **Allegato 5.10.A**.

### 6.8.3 Pavimentazione della Carreggiata

Una procedura e istruzione tecnica sarà sviluppata durante la costruzione, sulla base degli inevitabili lavori di riparazione durante i lavori di pavimentazione; l'appaltatore dovrà quindi sviluppare una istruzione di riparazione o una serie di istruzioni a seconda della dimensione delle aree da riparare.

Tipicamente, la sottile resina della pavimentazione non richiederà manutenzione nei primi 10-15 anni, ad eccezione dei casi in cui si verificheranno danni meccanici dovuti al traffico, come ad esempio tagli e solchi causati dal traffico o scheggiature. La riparazione è effettuata semplicemente rimuovendo la superficie sottile dall'area danneggiata mediante smerigliatrice portatile, sabbiatrice o fresatrice. I materiali rimossi dall'area danneggiata saranno sostituiti con materiale nuovo con la stessa composizione. Utilizzando metacrilato di metile (MMA) i danni minori (di dimensione fino a 10-50 m<sup>2</sup>) possono essere ripristinati nel giro di un giorno. Le riparazioni a pezza sulla carreggiata devono essere effettuate solo quando l'intensità del traffico è bassa ed è possibile chiudere interi tratti al traffico.

La sostituzione parziale della pavimentazione è possibile se incrinature per fatica sono presenti in aree locali sopra i supporti.

In caso di danni minori è possibile applicare un nuovo manto sopra la pavimentazione esistente.

Il danno meccanico della pavimentazione potrebbe influire anche sulle strutture in acciaio. Le riparazioni delle strutture in acciaio devono quindi essere previste come parte della riparazione dei danni meccanici della pavimentazione.

Il materiale della pavimentazione è resistente al danno chimico (es. olio, diesel, benzina) purchè pulito tempestivamente. Il danno generato da incendio dovrà comunque richiedere una riparazione totale dell'area interessata.

Le saldature di riparazione della parte inferiore dell'impalcato danneggeranno la pavimentazione sovrastante. Queste riparazioni devono prevedere una ispezione della superficie sovrastante. È possibile prevedere che una riparazione della pavimentazione dovrà quindi essere intrapresa entro i dodici mesi seguenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### **6.8.4 Appoggi**

Per gli appoggi non si prevedono lavori di manutenzione, ad eccezione del mantenimento di questi in una condizione di pulizia. Riparazioni quali verniciatura potrebbero comunque essere necessarie.

#### **6.8.5 Giunti di espansione**

##### **6.8.5.1 Giunti di espansione stradali**

I giunti di espansione stradali richiederanno una sostituzione periodica delle guarnizioni e delle parti soggette ad usura; l'esperienza mostra che lavori di riparazione minori potrebbero essere necessari come ad esempio la re-installazione degli appoggi e delle molle di scorrimento laddove fuoriescano dalla posizione corretta. L'esperienza mostra inoltre la necessità di sostituzione delle molle di controllo per alcuni tipi di giunti.

La pulizia delle strisce di serraggio sarà necessaria e queste potrebbero presentare danni meccanici in ragione dei quali è necessaria la sostituzione.

##### **6.8.5.2 Giunti di espansione ferroviari**

Per queste parti è necessaria la pulizia e la lubrificazione del sistema equalizzatore.

#### **6.8.6 Buffer idraulici**

La parte di manutenzione dell'Istruzione Tecnica sarà contemplata dall'Istruzione Tecnica "Ispezione e Manutenzione dei buffer idraulici" che sarà prevalentemente basata sulle raccomandazioni dei fornitori, Cfr. Sezione 5.11.6.

La sostituzione di un singolo buffer D1 è possibile senza alcuna restrizione, ad eccezione della presenza di forti venti. I limiti per la massima velocità ammissibile del vento devono essere quindi dettagliatamente presi in considerazione.

La sostituzione di un singolo buffer D2 è anch'essa possibile senza alcuna restrizione, salvo in caso di temperature molto alte e molto basse. Il range di temperatura ammissibile deve essere quindi preso in considerazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

In caso di terremoto, tutti i buffer devono essere sistemati.

### **6.8.7 Strutture di accesso - mobili**

Nulla da aggiungere oltre a quanto riportato alla sezione 5.11.7.

### **6.8.8 Sistema di deumidificazione**

La parte di manutenzione dell'Istruzione Tecnica sarà contemplata dall'Istruzione Tecnica "Ispezione e Manutenzione del Sistema di Deumidificazione" che sarà per lo più basata sulle raccomandazioni del fornitore, cfr. anche sezione 5.11.8.

## **7 Vincoli operativi**

Come precedentemente menzionato alla Sezione 2.4, è essenziale che il personale di manutenzione sia consapevole dei vincoli operativi che influenzeranno le attività. Occorre dunque fare riferimento al Manuale O&E, al rapporto "Principi di valutazione del rischio" (rif.[4]) e ad altri documenti che concernono le misure operative, di sicurezza e di controllo per tutti gli utenti del ponte. Il personale di Ispezione e Manutenzione dovrà lavorare in una serie di punti della struttura. Varie attività necessiteranno di essere svolte in luoghi in cui il pericolo sarà più o meno visibile. Le valutazioni dei rischi devono essere condotte adeguatamente al fine di permettere lo sviluppo di Procedure Operative che permettano di affrontare tutte le attività e i possibili pericoli.

Viene di seguito riportata una lista non esauriente degli aspetti che devono essere tenuti in considerazione durante lo sviluppo di procedure operative da includersi nel Manuale O&E:

- Lavoro in spazi confinati.
- Lavoro in altezza.
- Lavoro nelle vicinanze del/ sopra il traffico.
- Lavori sulla ferrovia.
- Effetti del clima sulle condizioni di lavoro.
- Attività che possono distrarre i conducenti dei veicoli.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Ciascuno dei pericoli sopra illustrati può dare origine all'introduzione di misure di controllo che influiscono sul modo in cui il personale di manutenzione e ispezione deve lavorare. Il Management deve trasmettere tali misure al proprio staff; misure volte a garantire non solo la sicurezza dello staff ma anche degli altri. Lo staff deve quindi essere spronato a contribuire alla revisione delle procedure al fine di assicurare non solo la totale comprensione di queste ma anche per permettergli di proporre alternative.

La Tabella 5-3 del Manuale O&E [1] fornisce una proposta preliminare dei criteri delle condizioni ambientali per lo svolgimento dei lavori di ispezione e manutenzione sul ponte.

Quando le condizioni di traffico e l'intensità di questo sono note, occorrerà definire le condizioni di svolgimento dei lavori di ispezione e manutenzione, conformemente alle restrizioni al traffico.

Altri vincoli operativi saranno definiti per mezzo dello sviluppo di una procedura per la gestione delle richieste degli autotrasportatori per il passaggio di carichi straordinari. I carichi anomali indivisibili (Abnormal indivisible loads -AIL) potrebbero essere tali in ragione del loro peso, della loro configurazione assiale, della loro larghezza, altezza, velocità di transito o in ragione di una combinazione di questi fattori. Una procedura specifica per il passaggio di Veicoli Stradali Eccezionali è inclusa nel Manuale O&E [1]. L'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione potrebbe essere coinvolta qualora valutazioni separate come ad esempio valutazioni strutturali e geometriche, dovranno essere effettuate nel caso in cui un veicolo non rientri nei parametri definiti dalla procedura.

## 8 Sicurezza

Le procedure e le istruzioni di sicurezza saranno sviluppate successivamente insieme alla preparazione del Manuale di Esercizio e Manutenzione e il Manuale di Ispezione e Manutenzione vi farà riferimento.

Procedure e istruzioni di sicurezza saranno sviluppate anche in connessione alla preparazione del Manuale di Esercizio e Emergenza. Questo Manuale di Ispezione e Manutenzione farà riferimento a queste procedure e istruzioni, come opportuno.

Al momento della preparazione delle procedure e delle istruzioni occorrerà tenere in considerazione le persone alle quali esse si applicano – personale di pedaggio e staff dell'ufficio o operai di manutenzione e ispezione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 9 Qualità

### 9.1 Politica Generale dei Piani e degli Standard di Qualità

La politica generale sarà quella di assicurare che tutte le persone che svolgono lavori, siano consapevoli e rispettino gli Standard nazionali e internazionali adeguati, nonché i Codici, incluso ISO 9002 e la legislazione e gli standard in materia ambientale.

### 9.2 Staff e struttura di sorveglianza

#### 9.2.1 Staff

La Figura 4-3 e la Tabella 4-3 del Manuale di Esercizio e gestione delle Emergenze [1] illustrano una proposta di organizzazione per l'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione.

Le attività generali dell'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione, sono dirette da un Manager Tecnico che è supportato da un Assistente.

Si raccomandano tre gruppi di ispezione, un gruppo per ciascuna disciplina:

- Strutture
- E & M (sistemi elettrici e meccanici)
- Carreggiate

Ogni Team di Ispezione è diretto da un Team Leader.

A seconda del fatto che Stretto di Messina voglia avere un proprio staff che effettui le varie ispezioni o auspichi nominare un Consulente esterno (o Appaltatore), si deciderà la grandezza di questi gruppi di lavoro. Si prevede che i gruppi siano in grado di effettuare la maggior parte delle ispezioni di routine utilizzando personale interno insieme ad un appaltatore di servizio nominato per ciascuna disciplina che potrà essere consultato quando opportuno.

Una organizzazione similare esisterà anche per molte delle attività di manutenzione. Un gruppo di lavoro interno svolgerà gran parte delle attività di routine ma potrà ricorrere a personale esterno laddove opportuno.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La struttura di personale prevista, dunque, consisterà in un Team leader per ciascuna disciplina, supportato da uno staff interno in grado di svolgere la maggior parte delle attività di ispezione e manutenzione di routine per le varie discipline. Ogni gruppo può essere supportato da consulenti esterni o appaltatori che forniranno uno staff adeguato ai gruppi di ispezione e manutenzione e svolgerà specifiche attività di ispezione e manutenzione.

Il mantenimento dei vari Sistemi Tecnici IT di Esercizio e Manutenzione, sarà coordinato da un Manager di Sistema IT. Si prevede che la quantità di lavoro varierà significativamente e per questo si raccomanda di ricorrere a consulenti esterni nei momenti di picco di lavoro.

Per gestire le attrezzature e i materiali immagazzinati in cantiere, occorrerà nominare un Responsabile di Cantiere (Yard Manager). In alternativa, la gestione del cantiere potrà essere affidata all'appaltatore del servizio nell'ambito del suo contratto di incarico.

Le Ispezioni Principali e buona parte di quelle Speciali è probabile che siano affidate a consulenti esterni, che saranno ingaggiati con un contratto di durata ragionevole, ad esempio 4 anni per tutte le parti strutturali (ed un consulente corrispondente per E&M) con la possibilità di prolungamento di 1, 2 o 3 anni; ciò permetterà a questo consulente di prendere familiarità con la disciplina per cui è stato ingaggiato.

Per un ponte dalle dimensioni di quelle attuali, si prevede che l'appaltatore per le strade e le strutture stradali, predisporrà di 10-15 persone. Tutti i giorni, 24 ore al giorno, deve esserci una pattuglia stradale (2 persone) disponibile. La pattuglia stradale può coprire anche le sezioni adiacenti alla superstrada e non solo la superstrada sul Ponte sullo Stretto di Messina.

L'appaltatore di servizio per E&M si prevede possa avvalersi di 8-12 persone.

A seconda del livello di esternalizzazione che SdM auspica, occorrerà poi sviluppare una adeguata istruzione per l'Acquisto di Servizi Tecnici.

## **9.2.2 Attrezzatura**

Oltre alle strutture di accesso menzionate alla sezione 11, occorre che altre attrezzature siano disponibili. Vengono di seguito riportati esempi di tali attrezzature.

### **9.2.2.1 Attrezzatura per la gestione del traffico**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

Per svolgere i lavori di manutenzione in aree vicino al traffico è necessario disporre ed utilizzare determinate attrezzature di gestione del traffico. Una volta raggiunta la gestione del traffico sarà possibile svolgere le attività di routine e quelle non di routine vicino al traffico in modo sicuro.

### **9.2.2.2      Attrezzatura mobile**

Un veicolo contenente utensili standard e utensili speciali da utilizzarsi nelle attività di manutenzione correttiva e preventive deve essere disponibile.

L'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione inoltre, deve disporre di:

- 1 Veicolo (tipo pickup) per la pattuglia stradale
- 1 Aspiratore e pulitore a pressione (camion)
- 1 camion con braccio mobile
- 1 elevatore per ispezione del ponte sopra e sotto il livello stradale (anche a noleggio)
- 2 camion con TMA (truck mounted attenuator)
- 2 rimorchi segnaletica stradale
- 1 rimorchio ordinario

I veicoli devono essere dotati di marchi e luci approvate.

Attualmente si prevede che non siano necessarie attrezzature per la rimozione della neve e del ghiaccio durante la stagione invernale.

### **9.2.2.3      Attrezzatura speciale**

Per svolgere le attività di manutenzione, lo staff di ispezione e manutenzione deve disporre delle seguenti attrezzature di comunicazione:

- Radio Tetra disponibili presso il Centro di Controllo Operativo (Operational Control Centre - OCC). La comunicazione fra l'OCC e tutte le aree del ponte deve essere assicurata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Si presume che tutti abbiano un cellulare, ma il sistema Radio Tetra costituisce lo strumento di comunicazione primario. Il Centro di Controllo Operativo terrà un archivio di tutti i numeri di cellulare.

Le seguenti attrezzature speciali dovranno inoltre essere disponibili allo staff di ispezione e manutenzione:

- Lampade e dispositivi di illuminazione
- Scale di diverse misure
- Un paio di paranchi
- Generatori di emergenza trasportabili
- Strumentazione per misurare la qualità dell'aria.
- Attrezzature e strumenti per l'ispezione principale e speciale, Manutenzione etc come descritto nelle varie Procedure Tecniche ed Istruzioni.

#### **9.2.2.4      Attrezzatura di sicurezza personale**

- Abiti rifrangenti, giubbini ed altro.
- Lampada a batteria a mano
- Imbracatura di sicurezza
- Guanti
- Elmetto
- Scarpe/stivali di sicurezza
- Protezioni acustiche
- Occhiali protettivi
- Giacca salva-vita

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 9.3 Proposte di formazione per tutto lo staff

### 9.3.1 Generale

Come descritto alla sezione 5, le ispezioni si suddividono in tre tipologie:

- Ispezioni di Routine
- Ispezioni Principali
- Ispezioni speciali

Queste tre tipologie si scompongono poi in categorie più dettagliate ed ogni tipologia ha requisiti specifici per il personale. Ulteriori dettagli sono presentati nelle sezioni che seguono.

### 9.3.2 Qualifiche del personale di ispezione

#### Ispezioni di routine

Il personale che esegue le Ispezioni di Routine deve possedere almeno le seguenti qualifiche e livelli di esperienza:

- Artigiano qualificato, un ex caposquadra per la costruzione di ponti o similare.
- Avere familiarità con il Ponte sullo Stretto di Messina.
- Essere in grado di individuare i difetti strutturali.
- Conoscere i metodi di costruzione, i materiali e i pericoli correlati.
- Essere in grado di segnalare quanto rilevato.
- Essere in buona salute fisica.
- Essere consapevole delle Procedure di Salute e Sicurezza relative alle varie ispezioni.

L'ispettore dovrà aver ricoperto questa posizione per diversi anni in modo da avere familiarità con il ponte ed essere in grado di notare modifiche nonché lo sviluppo progressivo dei danni.

#### Ispezioni principali

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

L'ispettore che effettua le Ispezioni Principali deve avere almeno le seguenti qualifiche ed esperienza:

- Essere un ingegnere.
- Avere familiarità con il Ponte sullo Stretto di Messina.
- Avere esperienze nella progettazione di ponti – conoscere le caratteristiche strutturali del ponte per individuarne le aree critiche.
- Esperienza nel settore delle ispezioni – pianificazione, esecuzione e relazione delle ispezioni. Conoscere i difetti, il loro sviluppo e la loro criticità.
- Esperienza di manutenzione – conoscere le migliori pratiche di manutenzione preventiva e correttiva.
- Conoscere i metodi costruttivi e le tecnologie dei materiali per identificare le aree critiche.
- Esperienza come project manager.
- Essere consapevole e incentivare il rispetto di tutte le istruzioni di sicurezza per i lavori di ispezione.
- Essere in buono stato di salute

A seconda del tipo e della portata dell'ispezione, l'ispettore non deve, per ragioni di sicurezza, lavorare da solo ma insieme ad un altro ispettore oppure essere il responsabile di un gruppo di ispettori. L'ispettore principale deve valutare le qualifiche degli assistenti ispettori ed assicurare che essi siano informati e formati conformemente a quanto definito alla sezione 9.3.3.

### **Ispezioni speciali**

Le ispezioni speciali si suddividono, di norma in due tipologie. Il primo tipo è costituito da ispezioni in cui la maggior parte degli Ispettori dovrà essere in grado di svolgere le mansioni, ad esempio le Ispezioni Speciali richieste in seguito a incidente minore. Le altre Ispezioni Speciali richiederanno una maggiore conoscenza ed esperienza. A seconda del tipo di ispezione e a seconda delle qualifiche dell'ispettore, queste ispezioni possono essere svolte in una delle due seguenti modalità:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- L'ispettore ha la competenza necessaria per svolgere da solo una ispezione speciale e quindi procede.
- L'ispettore non ha la competenza necessaria o le qualifiche tecniche e richiede l'assistenza di specialisti, come tecnici NDT. In questi casi l'ispettore assumerà il ruolo di project manager/manager di ispezione con la responsabilità generale per quanto concerne la pianificazione, il coordinamento e la reportistica.

### 9.3.3 Informazione e formazione del personale di ispezione

Oltre alle qualifiche sopra elencate alla sezione 9.3.2, il personale di ispezione deve ricevere adeguate informazioni e formazione. Idealmente, solo il personale che ha familiarità con il ponte deve effettuare le ispezioni. Ciò non è però pratico per i seguenti motivi:

- Rinnovo del personale
- Alcune ispezioni richiedono un team di ispettori e ciò richiede personale supplementare
- Gli specialisti (come i tecnici NDT) potrebbero non avere familiarità con il ponte.

Il Team Leader deve essere responsabile per la fornitura delle informazioni adeguate e assicurare che il personale di ispezione e manutenzione riceva la formazione adeguata; questa formazione includerà tematiche tecniche e istruzioni di sicurezza. I seguenti ambiti devono inoltre essere considerati:

- Informazioni generiche sul ponte incluse le caratteristiche di progetto e i materiali utilizzati
- Informazioni specifiche sugli elementi da ispezionare incluse informazioni derivate da precedenti ispezioni
- Istruzioni per quanto concerne l'ispezione a mano, inclusa identificazione degli oggetti, terminologia, metodi di ispezione, attrezzatura, reportistica e criteri di valutazione ed aree di particolare attenzione.
- Informazioni sulle vie di accesso e le procedure di sicurezza. Identificazione degli spazi confinati o aree di accesso ristretto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Restrizioni sull'uso di strutture specialistiche come carroponi, carrelli di ispezione, elevatori etc (es. permesso di utilizzo)
- Precauzioni di sicurezza, come imbracature, occhiali protettivi etc.

Le informazioni di base per le ispezioni includono:

- Il presente Manuale di Ispezione e Manutenzione.
- Disegni del ponte e altra documentazione.
- Report di ispezioni precedenti.
- Manuale O&E [1]
- Procedure di Salute e Sicurezza pertinenti.
- Altri manuali pertinenti

## 9.4 Dichiarazioni di Metodologia

I clienti di altri ponti importanti hanno buone esperienze per quanto concerne le metodologie definite per i lavori di riparazione generali al fine di avere un risultato uguale dei lavori a prescindere dall'appaltatore che lo svolge.

Tipiche riparazioni interessate da dichiarazioni di metodologia redatte in anticipo potrebbero essere:

- Riparazione del calcestruzzo
- Trattamento di superficie delle strutture in acciaio come superfici verniciate e superfici galvanizzate. Per le riparazioni di verniciatura possono esservi più dichiarazioni di metodologia a seconda della dimensione e della profondità (profondità interessata dal danno alla vernice)
- Riparazione della pavimentazione – anche qui possono esservi più dichiarazioni a seconda della dimensione e profondità dell'area danneggiata.

Le dichiarazioni di metodologia, preparate preliminarmente o ad hoc, per tutte le procedure di manutenzione, devono essere sottoposte dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione a SdM

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

per approvazione. Queste devono essere in formato standard, come approvato da SdM e laddove opportuno, prevedere intestazioni standard.

Un requisito impone che tutti i materiali utilizzati per la manutenzione delle strutture siano della qualità definita nelle Specifiche di Contratto (per la costruzione del ponte) e nel Manuale di Ispezione & Manutenzione finale, oppure soggetti a revisione da parte di SdM.

## **9.5 Sistemi di Conservazione dei Documenti e di Recupero delle Informazioni**

Questo aspetto è trattato alla sezione 10.

# **10 Raccolta, Registrazione e Analisi dei dati interni**

## **10.1 Introduzione**

L'obiettivo della Sezione 10 è quello di definire una strategia per la raccolta e la registrazione dei dati interni. Quando le informazioni sono state immagazzinate in un database (il Registro di Manutenzione - Maintenance Log) esse possono essere analizzate dalle autorità di ispezione e manutenzione al fine di permettere l'efficace monitoraggio delle procedure di gestione del ponte.

L'efficacia del Registro di Manutenzione sarà determinata dalla capacità di questo di fornire i dettagli richiesti. Nello sviluppo del database è essenziale determinare quale output sarà richiesto al fine di assicurare che venga fornito l'input necessario.

I dati sono registrati nel Registro di Manutenzione. Il modo in cui i vari dati sono raccolti e trasferiti al database, sarà determinato successivamente secondo la tecnologia disponibile ed adeguata. Questa sezione descriverà i dettagli che devono essere registrati.

L'obiettivo del Registro di Manutenzione sarà soddisfatto effettuando quanto segue:

- Conservazione delle registrazioni cronologiche delle ispezioni e riassunti dei report delle ispezioni
- Conservazione delle registrazioni cronologiche della condizione operativa e degli eventuali problemi operativi
- Conservazione delle registrazioni dei lavori di manutenzione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Supportando altre attività di gestione del ponte, rendendo i dati sopraccitati disponibili quando necessario in caso di emergenza, attività di esercizio e manutenzione.

Tutti i dati del registro concernono la struttura gerarchica del Ponte sullo Stretto di Messina, come descritto alla Sezione 4.

I dati inerenti le attività di ispezione e manutenzione possono essere analizzati e utilizzati per generare diversi tipi di report:

- Alcuni dati saranno immagazzinati solo per brevi periodi e possono essere riassunti in report annuali, definendo ad esempio le basi per:
  - Decisioni di sostituzione di componenti M&E.
  - Per verificare la necessità di ispezioni speciali o lavori di manutenzione.
- Altri dati saranno immagazzinati per l'intera vita del Ponte sullo Stretto di Messina e potranno essere utilizzati ad esempio per valutare:
  - La prestazione dei lavori svolti da parti esterne (fornitori /appaltatori/consulenti).
  - La vita utile prevista degli elementi strutturali più importanti.
  - Il tasso di deterioramento delle parti strutturali, ad esempio l'usura degli appoggi.

Tutti i dati devono essere immagazzinati nel database del Sistema di Gestione del Ponte e i documenti devono essere conservati per un periodo minimo dopo la registrazione dei dati nel database.

L'uso di firme elettroniche per i report preparati dallo staff di ispezione e manutenzione sarà sviluppato.

## 10.2 Componenti e strutture da monitorare

I componenti da monitorare sono gli elementi strutturali e i sistemi tecnologici della Gerarchia degli Elementi, cfr. Sezione 4.

Gli elementi che forniscono un accesso mobile alle varie parti della superstruttura del ponte, saranno monitorati come sotto illustrato. Le strutture principali che forniscono questo tipo di accesso sono:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Carroponti di ispezione torri e travi di collegamento
- Carroponti di ispezione dei cavi principali e cestelli di ispezione pendini
- Carroponti della parte inferiore dell'impalcato
- Elevatori nelle gambe delle torri (ascensori)

Queste strutture dovranno essere monitorate per permettere di rilevare i costi e il tempo necessari all'ispezione ed al mantenimento delle strutture e compararli con il tempo durante il quale tali strutture sono utilizzate per le diverse finalità. Questo monitoraggio permetterà un confronto accurato e fattibile fra una sostituzione fra parti uguali e la presa in considerazione di forme di accesso alternative.

Una proposta per un registro di performance delle strutture di accesso mobili è mostrata nell'**Allegato 10.2.A**.

### **10.3 Registrazione di tutti i costi e degli eventi associati**

A fini di controllo finanziario, monitoraggio e di budget, i dettagli dei costi relativi alle attività di ispezione e manutenzione devono essere inseriti nel database.

Laddove possibile (e ragionevolmente fattibile) occorre stanziare i costi agli elementi strutturali e ai sistemi tecnologici della Gerarchia. Laddove possibile, i costi devono essere stanziati agli elementi a Livello 5, altrimenti a Livello 6. Le esperienze derivate da altri importanti ponti hanno mostrato che è importante considerare il livello in cui i costi vengono registrati. Nel caso in cui si scelga un livello troppo dettagliato, i costi non saranno registrati perché richiedono un lavoro troppo oneroso. In caso di verniciatura ad esempio (o riparazione della verniciatura) dei cassoni, sarà ragionevole e fattibile registrare il costo del cassone ferroviario e dei cassoni stradali in ciascuna direzione (Sicilia e Calabria) separatamente e suddividere fra campata principale e campate laterali, tuttavia, l'allocazione dei costi per ciascun segmento è troppo complessa. Dall'altra parte il livello scelto non deve essere troppo alto, in questo caso ad esempio livello 4 "Impalcato", perché poi la registrazione non avrà molto valore ai fini di budget futuri.

Le attività di ispezione e manutenzione comporteranno sia costi diretti che indiretti. Gli esempi di costi diretti includono quei costi che possono essere chiaramente assegnati ad una attività, ad esempio personale di un sub-appaltatore o personale interno assegnato ad una mansione e che

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

utilizza parti o materiali specificatamente acquistati per quella attività. I costi di lavoro e dei materiali dei sub-appaltatori devono essere definiti nella fattura del fornitore; quando il sistema di gestione finanziaria sarà attuato, occorrerà definire i costi equivalenti in ore di lavoro interno.

Gli esempi dei costi indiretti includono quei costi che sono troppo generici per essere attribuiti ad una attività, come ad esempio l'amministrazione dell'ufficio o le strutture di welfare, lo staff dell'ufficio, il trasporto su sito; questi costi devono essere applicati come percentuale da aggiungersi ai costi diretti.

I dettagli esatti da includersi nel database e il modo in cui i costi sono stanziati, dipenderanno dal sistema di gestione finanziaria che sarà adottato. Tuttavia, i seguenti dati, con riferimento nella gerarchia degli elementi, dovranno essere registrati al fine di poter derivare il dettaglio del costo:

- Riferimento ordine di lavoro.
- Date del lavoro svolto.
- Registrazione del personale dei sub-appaltatori e ore di lavoro di ognuno.
- Registrazione del personale interno e ore di lavoro di ognuno.
- Parti di ricambio prese da magazzino con riferimento richiesta.
- Dettagli fattura.
- Registrazione dell'uso di qualsiasi attrezzatura mobile di accesso al ponte.

#### **10.4 Registrazione di tutte le Ispezioni, Riparazioni e Sostituzioni**

Le seguenti attività devono essere registrate nel Registro di Manutenzione:

- Attività di ispezione
- Lavori di manutenzione.

Tutti i dati dovranno essere inseriti cronologicamente nel registro di manutenzione relativo alla gerarchia elementi. Il registro di manutenzione deve concernere gli elementi strutturali e i sistemi tecnologici a livello 5/6 della gerarchia elementi.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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 (le persone esterne avranno un accesso limitato solo per inserimento dei dati). I dati devono essere inseriti come parte integrante delle attività di reporting. Le attrezzature di raccolta dei dati saranno specificate mediante il Report del Sistema di Gestione del Ponte (BMS). Le decisioni sulle specifiche ottimali di tale attrezzatura saranno adottate in futuro.

#### 10.4.1 Attività di ispezione

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

- Rif. Ordine lavoro (incluse modifiche).
- Riferimento Elemento (da gerarchia elementi)
- Riferimento location (se solo parte dell'Elemento viene ispezionata).
- Tipo di ispezione (routine, principale, speciale, accettazione lavori) e riferimento al n° Report Ispezione.
- Data di ispezione.
- Leader di Ispezione e staff di supporto.
- Eventuali sub-appaltatori (rif. Ordine se applicabile).
- Riferimento a registrazioni di ispezioni associate precedenti.
- Riassunto difetti (rif. Registraz. difetti)
- Dettagli di attività di follow-up richiesta (gravità difetto 3/4, parte di RBI framework o altro).
- Data di revisione/follow up delle azioni intraprese (es. data di verifica progressi).
- Commenti sulle azioni intraprese entro la data di revisione (rinnovo data di revisione se necessario).
- Commenti generali sull'ispezione.
- Nessuna ulteriore azione richiesta (inserire nome e data).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione	<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

#### 10.4.2 Lavori di manutenzione

Per ciascuna attività di manutenzione devono essere registrati i seguenti dati:

- Rif. Ordine lavoro (incluse modifiche)
- Rif. elemento (da Gerarchia elementi)
- Riferimento location (se solo parte dell'elemento è mantenuta).
- Ragioni della manutenzione (Funzionale, Routine, Riparazione, Sostituzione parti, etc)
- Data di manutenzione (includere data debita se necessario).
- Leader Manutenzione e staff di supporto.
- Eventuali sub-appaltatori (rif. Ordine se applicabile – includere dettagli designer).
- Riferimento a registrazioni di ispezioni associate (Registrazione difetto).
- Riassunto del lavoro svolto (rif. a registrazione lavori – difetti trattati).
- Dettaglio attività di follow-up necessaria (es. sostituzione parti di ricambio usate).
- Traccia delle parti sostituibili (es. un telefono di emergenza è sostituito e inviato in riparazione, poi immagazzinato e utilizzato su un altro punto del ponte)
- Data di revisione delle azioni di follow-up intraprese (es. data per valutare progressi)
- Commenti sulle azioni intraprese entro la data di revisione (rinnovare data di revisione se necessario)
- Commenti generali sull'attività
- Ordine di lavoro completato, es. Nome e data (azioni svolte e commenti)

Per ogni voce sopra illustrata, occorre verificare se quanto rilevato comporta un aggiornamento dei programmi RBI e RCM.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 10.5 Registrazione di tutti i guasti e dei periodi di avaria degli elementi del ponte

Si prevede la creazione di un registro contenente tutti i guasti e i periodi di avaria per tutti gli elementi strutturali e i sistemi tecnologici a livello 5/6 della gerarchia elementi.

Questo registro è da intendersi primariamente per i sistemi tecnologici, mentre i periodi di avaria degli elementi strutturali si presume siano molto limitati.

Per ciascun guasto o periodo di avaria di ogni elemento del ponte dovranno essere registrati i seguenti dati:

- Tipo di guasto
- Causa del guasto
- Inizio del periodo di avaria
- Fine del periodo di avaria
- Registrato da

## 11 Programmi

### 11.1 Programma di ispezione

Nell'Allegato 11.1.A viene presentato il programma di ispezione proposto. Il programma contiene le seguenti ispezioni pianificate:

Ispezioni superficiali di routine

Ispezioni generali di routine

Ispezioni principali (determinazione della frequenza generalmente basata su Analisi FMECA e Inspection and Maintenance Activity Analysis (Analisi IMAA) rif. [2], giudizio ingegneristico ed esperienza, tipicamente un ciclo di 6 anni.

Ispezioni speciali secondo piani RBI, rif [2].

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il presente programma concerne i Cavi Principali, le Torri e i Cassoni ma deve essere ampliato a tutte le altre strutture. Sugli schemi allegati al programma viene inoltre mostrata una stima delle risorse necessarie.

Nell'Allegato F [2] viene presentata una rappresentazione generale e la classificazione degli elementi e dei sistemi per quanto concerne gli intervalli delle ispezioni principali. Tutti gli intervalli fra le ispezioni sono basati su Analisi FMECA e Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA).

## **11.2 Programma di manutenzione per gli elementi strutturali**

Il programma di manutenzione illustrato nell'Allegato 11.2.A si basa sullo Studio del Costo del Ciclo di Vita, rif [3]; in esso vengono descritte le principali attività di manutenzione ed il tempo previsto per le specifiche attività.

## **11.3 Programma di manutenzione per i sistemi tecnologici e le attrezzature**

Questo manuale non dispone ancora di un programma di manutenzione per i sistemi tecnologici e le attrezzature. Conformemente a [3] si prevede una manutenzione annuale dei sistemi tecnologici a partire dal 5° anno dal completamento del ponte, ma non vi sono ulteriori precisazioni.

È stato osservato che la manutenzione dei Sistemi Tecnologici si prevede rappresenti solo una parte esigua del budget accumulato.

Viene di seguito riportata una breve descrizione dei vari elementi dei Sistemi tecnologici e delle attrezzature. I programmi di manutenzione per le attrezzature descritte alla Sotto-sezione 11.3.1 e 11.3.3 di seguito riportate, saranno forniti dai fornitori di tali attrezzature; questi programmi saranno coordinati a tempo debito. Per le attrezzature di accesso fisso, descritte alla Sotto-sezione 11.3.2 di seguito riportata, le attività di ispezione e manutenzione saranno incluse nei programmi per le ispezioni strutturali degli elementi del ponte ai quali è collegato un accesso.

Il programma per le attrezzature di cui alla Sezione 11.3.1 e 11.3.3 deve anche includere ispezioni di legge per le attrezzature.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 11.3.1 Attrezzature di accesso mobili

La seguente attrezzatura non sarà fissata alla struttura ma potrà muoversi per consentire l'accesso alle aree designate. La maggior parte delle attrezzature saranno fatte su misura e quindi richiederanno lo sviluppo di relativi manuali di messa in servizio, test, esercizio e manutenzione. Laddove, per tali attrezzature sono stati forniti binari o altri attrezzi, i manuali dovranno contemplare anche queste parti.

In merito alla ispezione delle strutture di accesso mobili, Cfr. Sezione 5.11.7.

#### 11.3.1.1 Carroponti per l'impalcato

I carroponti permettono l'accesso alle parti inferiori della struttura dell'impalcato sospeso. Si propone che vengano forniti quattro carroponti, uno per ciascuna campata laterale e due per la campata principale. Questi carroponti sono una travatura posta sui binari ai margini del ponte; la tensione idraulica ed elettrica sarà fornita da un generatore diesel. Ogni carroponte includerà due elevatrici a forbice – Cfr. 11.3.1.5 di seguito.

Occorrerà elaborare una procedura che assicuri l'invio tempestivo di una notifica a VTS ed alla Guardia Costiera quando viene svolto un lavoro sui carroponti sotto il cassone. VTS e la Guardia Costiera saranno inoltre informate della collocazione del carroponte in modo che esse possano informare le imbarcazioni in transito.

#### 11.3.1.2 Carroponti cavo principale

Questi forniscono accesso a tutte le parti del cavo principale ed al sistema dei pendini. Si propone che un totale di otto carroponti siano forniti; uno per ogni sezione del cavo principale. Questo numero potrebbe essere ridotto ad un totale di tre o quattro unità. I carroponti consistono in una struttura situata sul corrimano del cavo esterno. Il movimento è permesso da un argano situato sulle ponti ed attaccato al carroponte per mezzo di funi. Altre alternative sono attualmente oggetto di considerazione. Ogni carroponte contiene un paranco utilizzato per una ispezione ravvicinata dei cavi dei pendini (cfr. 11.3.1.6 di seguito).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 11.3.1.3 Piattaforme di accesso – gambe della torre

Queste piattaforme consentono l'accesso alle superfici esterne delle gambe delle torri. Si presume ci sarà un set per ciascuna gamba, ovvero un totale di quattro set.

### 11.3.1.4 Piattaforme di accesso esterno – trave di collegamento delle torri

Queste piattaforme consentono l'accesso alle superfici esterne delle travi di collegamento su ciascuna torre. Si propone che vi sia una piattaforma per ciascuna trave di collegamento, per un totale di sei unità. Si pensa che queste si sposteranno lungo binari fissati al livello superiore di ciascuna trave per mezzo di motori elettrici la cui alimentazione sarà derivata dal sistema elettrico del ponte.

### 11.3.1.5 Piattaforme telescopiche mobili (Elevatrici a forbice)

Vi saranno due set di questo tipo di attrezzatura. Un set potrebbe fornire un migliore accesso all'interno di ciascuna delle travi di collegamento della torre, per un totale di sei piattaforme. L'altro set sarà posto sui carroporti per la parte inferiore dell'impalcato con due piattaforme per ciascun carroporte, per un totale di otto. Queste unità saranno alimentate elettricamente.

### 11.3.1.6 Paranco cestello pendini

Questi forniscono l'accesso ai pendini. Vi sarà un paranco incluso in ciascun carroporte dei cavi principali. Il meccanismo di sollevamento non è ancora stato determinato.

### 11.3.1.7 Elevatori torri – interni

Questi elevatori permettono l'accesso a tutti i livelli di ciascuna gamba delle torri. Si prevede che vi siano due elevatori in ciascuna gamba, per un totale di otto elevatori. Essi saranno elettricamente alimentati dal sistema di alimentazione del ponte.

### 11.3.1.8 Autocarri con piattaforme aeree

Queste forniscono l'accesso alle strutture terminali a ciascuna estremità della struttura dell'impalcato sospeso, dove i carroporti non riescono ad avere accesso. L'autocarro sarà posizionato sulla strada di accesso con la piattaforma a sbalzo rispetto all'autocarro.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 11.3.1.9 Carroponti ascendenti alle strutture terminali

Questi daranno accesso ai pilastri del ponte ed alle strutture terminali.

### 11.3.2 Attrezzatura di accesso fissa

La seguente attrezzatura consisterà in piattaforme fisse, scale e scalinate per permettere l'accesso lungo la struttura. Questa attrezzatura includerà travi o binari che serviranno per il movimento di materiali ed attrezzature sull'impalcato del ponte. Si prevede che le attrezzature fisse saranno prefabbricate, in acciaio o alluminio; l'ispezione di queste parti dunque, avverrà contestualmente alle ispezioni di routine delle strutture in acciaio adiacenti.

#### 11.3.2.1 Torri e travi di collegamento

All'interno di ciascuna delle gambe delle torri, vi sono scalinate di accesso, e nelle aree più ristrette vi saranno delle scale. Nella trave di collegamento più in alto vi è un'altra scalinata che da accesso alla parte superiore della torre, dove un'altra scalinata permetterà di accedere alle selle delle torri.

#### 11.3.2.2 Impalcato del ponte

Lungo i cassoni vi sono dei passaggi pedonali con una trave/passarella posizionata lungo le vie di accesso longitudinali dei cassoni della carreggiata per aiutare il movimento di impianti e attrezzature. I punti di ingresso principali all'interno delle travi della carreggiata sono situati ogni dodici cassoni (corrispondenti a 360 m) con una piattaforma fissa e sospesa, accessibile dalla via di accesso a sbalzo della strada. L'accesso al cassone ferroviario avviene per mezzo di scale di accesso all'interno delle travi di collegamento.

#### 11.3.2.3 Piattaforma ferroviaria

Una piattaforma fissa è presente per tutta la lunghezza, su ciascun lato dei binari. L'ispezione e la manutenzione di questa piattaforma dovranno essere coordinate con l'Autorità Ferroviaria.

#### 11.3.2.4 Piattaforme in corrispondenza degli appoggi

Nell'area delle torri, sotto il livello della carreggiata, l'accesso è permesso mediante una piattaforma fissa agli appoggi, un rinforzo trasverso e buffer idraulici. Alle strutture terminali vi sono

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

scale o scalinate di accesso e piattaforme per l'ispezione dei giunti di espansione e degli appoggi dell'impalcato del ponte.

#### **11.3.2.5 Ancoraggi dei cavi principali**

All'interno di ciascun ancoraggio vi sono scalinate e piattaforme che permettono l'accesso ai vari livelli di questi blocchi.

### **11.3.3 Sistemi tecnologici ed altre attrezzature**

I seguenti dettagli concernono sistemi tecnologici e attrezzature che non sono parte del sistema di accesso al ponte. I requisiti di ispezione e manutenzione dovranno quindi essere definiti per ciascuna voce.

#### **11.3.3.1 Sistema di deumidificazione**

Oltre alla verniciatura delle superfici interne in acciaio, la protezione anti-corrosione delle facce interne degli elementi in acciaio è assicurata da un sistema di deumidificazione che mantiene l'umidità relativa al di sotto della soglia di corrosione. I seguenti elementi sono protetti dal sistema di deumidificazione:

- Ancoraggi cavo principale
- Fili cavo principale
- Gambe delle torri e travi di collegamento (interno).
- Cassoni dell'impalcato e cassoni trasversi (interno).

Per informazioni sulle attività di ispezione e manutenzione del sistema di deumidificazione, cfr. Sezione 5.11.8 e 6.8.8 rispettivamente.

#### **11.3.3.2 Sistema elettrico del ponte**

Il ponte avrà un sistema di alimentazione elettrica che fornirà illuminazione e alimentazione a tutte le aree in cui ciò sarà necessario. Il sistema sarà soggetto alle pertinenti regolamentazioni che definiscono i requisiti minimi di ispezione, collaudo e manutenzione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Per ulteriori dettagli, cfr. Sezione 12.3 e 12.4.

### 11.3.3.3 Veicoli di manutenzione

Per le attività di manutenzione e ispezione, si prevede una flotta di veicoli. Questi veicoli saranno gestiti conformemente alle linee guida del produttore.

### 11.3.3.4 Attrezzatura di manutenzione

Al fine di assicurare una tempestiva riposta in caso di necessità – indagini e riparazioni – diverse attrezzature speciali saranno disponibili sul sito. Esempi di queste attrezzature includono:

- Ispezioni a particelle magnetiche
- Ispezioni a ultrasuoni
- Pulitrici a pressione
- Compressori
- Generatori
- Argani
- Attrezzatura per indagini

### 11.3.3.5 Sistemi tecnologici

Cfr. Sezione 12 – Sistemi tecnologici.

## 12 Sistemi tecnologici

### 12.1 Scopo dei sistemi tecnologici

Con riferimento alla sezione 4.3, i sistemi tecnologici elencati nella Gerarchia Elementi, sono suddivisi in 4 gruppi principali:

- Sistema di Gestione e Controllo (MACS), suddiviso a sua volta in due sotto-gruppi
  - Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati (SCADA)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Sistema di Gestione, Manutenzione e Simulazione (MMS)
- Sistemi elettrici
- Sistemi di illuminazione
- Sistemi meccanici e idraulici

## 12.2 Sistema di Gestione e Controllo (MACS)

Il Sistema di Gestione e Controllo (MACS) consta di due parti principali: Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati (SCADA), un sistema utilizzato nel Centro di Controllo Operativo per le emergenze e l'esercizio, e il Sistema di Gestione, Manutenzione e Simulazione (MMS) utilizzato nell'Organizzazione Ispezione e Manutenzione.

### 12.2.1 Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati (SCADA)

Il sistema SCADA è lo shell dei sistemi tecnologici:

- Sistema di Controllo e Monitoraggio per Impianti elettrici e meccanici (EMC)
- Sistema di monitoraggio stradale (RM)
- Sistema di monitoraggio strutturale (SHMS)
- Sistema di sicurezza e anti-sabotaggio (SSS)
- Sistema di gestione del traffico (TMS)
- Sistema di telecomunicazione (COM)

Per la descrizione di ciascun sistema, cfr. il report Sistema di Gestione e Controllo (MACS) [7].

#### 12.2.1.1 Esercizio e manutenzione IT per SCADA

##### **Esercizio:**

Il System Manager è responsabile della funzionalità e integrità dell'intero sistema – il sistema SCADA (e il sistema MMS – cfr. sezione 12.2.2) e relativi sotto-sistemi.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Le attività di esercizio devono essere effettuate conformemente alle specifiche descritte nei manuali dei singoli sistemi e conformemente al manuale di gestione del sistema generale, che sarà preparato successivamente.

Le attività generiche di esercizio includono:

- Amministrazione utenti (accesso, diritti, password etc)
- Gestione dati (assicurando la compatibilità dei database etc.)
- Back up dei dati

#### **Manutenzione:**

Il Manager Tecnico è responsabile della manutenzione del sistema SCADA (e MMS – Cfr. Sezione 12.2.2). Ciò include la manutenzione del Sotto-sistema e la manutenzione del trasferimento dei dati e delle strutture di monitoraggio (strutture di interfaccia utente) nell'intero sistema.

Le attività di manutenzione generale includono:

- Upgrade dei sistemi standard di base e conseguente aggiornamento delle parti su misura
- Ampliamento strutture nei Sotto-sistemi
- Upgrade del sistema, primariamente per modifiche piattaforme IT
- Upgrade delle interfacce utente e protocolli di trasmissione dati per assicurare compatibilità con le strutture IT generiche.

In queste attività, il Manager Tecnico sarà assistito dal Manager di Sistema. Egli sarà inoltre assistito dai vari consulenti IT e di manutenzione del ponte, secondo quanto opportuno.

#### **12.2.1.2 Attività di ispezione e manutenzione da effettuare**

Ogni anno, o quando raccomandato (ad esempio conformemente ai manuali di manutenzione o report RBI/RCM) dai vari fornitori dei sistemi tecnologici, occorre effettuare una ispezione visiva e funzionale.

Il contenuto di tali ispezioni è illustrato –senza limitazioni – nella tabella sottostante.

*Tabella 12.1 Attività di ispezione dei sistemi tecnologici per SCADA*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Attività di ispezione	EMC	RM	SHMS	SSS	TMS	COM
Test funzionale	X	X	X	X	X	X
Pulizia telecamere		X	X	X	X	
Pulizia segnaletica variabile					X	
Ispezione cavi	X	X	X	X	X	X
Calibratura sensori		X	X	X		
Calibratura						X

I manuali di manutenzione per i sistemi tecnologici di SCADA dovranno essere forniti dai vari fornitori dei sistemi.

### 12.2.1.3 Sistema di monitoraggio strutturale

Al momento dell'elaborazione del programma di ispezione e manutenzione per il sistema di monitoraggio strutturale, occorre applicare il L'analisi FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis -FMECA) e Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA) (presente nell' Allegato C in [2]).

### 12.2.2 Sistema di gestione, manutenzione e simulazione (MMS)

Il ponte è dotato di un sistema di gestione, manutenzione e simulazione (MMS) che permette all'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione di effettuare le attività di manutenzione e ispezione delle strutture ed installazioni del ponte in modo sicuro e strutturato.

Il sistema MMS consiste in una raccolta di applicazioni software di controllo con sotto-sistemi di analisi e gestione e una interfaccia ai sistemi tecnologici controllata da SCADA, vedi sopra.

Le applicazioni software controllate da MMS sono:

- WSMS (Work Site Management System) – Sistema di gestione del sito di lavoro

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- BMS (WMPS) (Bridge Management System) – Sistema di gestione del ponte
- ICMS (Information and Coordination Management System) – Sistema di Gestione Informazione e Coordinamento
- EDMS (Electronic Document Management System) – Sistema Elettronico di Gestione Documenti
- CSP (Computing of Simulations and Predictions) – Elaborazione Simulazioni e Previsioni

Il Sistema di Gestione del sito di lavoro (WSMS) non sarà attivo al completamento della costruzione del ponte perché l'obiettivo di questo sistema è quello di monitorare i lavori, i materiali e le attrezzature durante la costruzione. WSMS non è dunque rilevante ai fini del presente manuale.

Il BMS è uno strumento per l'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione del Ponte. L'uso di BMS dovrebbe aiutare ad assicurare una adeguata gestione della manutenzione, generando dunque:

- Sicurezza sul ponte
- Regolarità (totale funzionalità)
- Soddisfacimento dei principi dell'Ispezione RBI (Reliability Based Inspection - RBI) e della Manutenzione RCM (Reliability Centred Maintenance - RCM).
- Ispezione e manutenzione ottimale dei costi durante l'intera vita.

Il Sistema di gestione delle Informazioni e di Coordinamento (ICMS) ha l'obiettivo di supportare lo staff del Centro di Controllo Operativo quando occorre distribuire una informazione predefinita relativamente ad un evento.

La distribuzione delle informazioni è suddivisa in due tipologie:

- L'evento è un incidente
- L'evento ostruisce il traffico

Il sistema EDMS gestirà i dati di progetti e tutte le comunicazioni di progetti formali per tutte le parti interessate: Titolare, Appaltatore Generale, subappaltatori/fornitori, parti terze etc. nelle fasi iniziali

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

del Progetto, la Documentazione di Progetto è utilizzata primariamente per il monitoraggio dei lavori di costruzione, ma successivamente l'enfasi sarà posta sull'esercizio e sulla manutenzione dell'intera costruzione.

Il sotto-sistema CSP includerà le seguenti applicazioni:

- Responsabile Evento
- Sistema di valutazione strutturale
- Analisi di simulazione strutturale (Modello FE)
- Simulazione climatica
- Simulazione traffico

Il software di simulazione raccoglierà i dati dai relativi sottosistemi a fini di simulazione, calibratura e controllo. I risultati delle simulazioni, saranno riportati nel report EDMS e le conclusioni delle indagini di simulazione passeranno poi a ICMS.

Occorre notare che tutti gli scambi di documenti avvengono tramite EDMS. Ciò significa che non vi saranno trasferimenti di documenti fra i sotto-sistemi.

Relativamente all'esercizio e alla manutenzione IT di MMS e dei suoi sotto-sistemi, cfr. Sezione 12.2.1.1.

Per maggiori descrizioni dei sotto-sistemi, Cfr. Report Sistema di Gestione e Controllo (MACS) [7].

## **12.3 Sistemi elettrici**

### **12.3.1 Parafulmine**

I parafulmini fra la torre in acciaio e l'armatura in calcestruzzo nella base della torre, dovranno essere ispezionati e collaudati per continuità una volta all'anno da parte dell'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione.

### **12.3.2 Alimentazione elettrica**

Per le installazioni di alimentazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Cavi di alimentazione
- Fili dei cavi
- Pannelli di distribuzione

L'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione deve effettuare le ispezioni e la manutenzione descritte alle seguenti sotto-sezioni

#### **12.3.2.1 Cavi di alimentazione**

Effettuare ispezione visiva dei cavi per rilevare eventuali difetti ogni sei anni.

#### **12.3.2.2 Fili dei cavi**

Effettuare ispezione visiva dei fili dei cavi, inclusi i supporti, per rilevare difetti e corrosione ogni sei anni.

Ispezionare anche il montaggio dei cavi.

#### **12.3.2.3 Pannelli di distribuzione**

Effettuare l'ispezione visiva e funzionale dei pannelli di distribuzione tutti gli anni.

I pannelli devono essere ispezionati per rilevare eventuali difetti, umidità e polvere; i pannelli devono essere puliti.

Si raccomanda la manutenzione preventiva per mezzo della termografia al fine di identificare calore o variazioni di temperatura; ciò permette di rilevare i difetti in modo tempestivo, nonché il monitoraggio di questi a tempo debito; la manutenzione può essere pianificata ed effettuata quando il budget lo permette.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 12.4 Sistemi di illuminazione

### 12.4.1 Illuminazione interna

#### 12.4.1.1 Luci interne

Le luci interne devono essere ispezionate dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione ogni due anni a seconda dell'uso giornaliero della luce in relazione alla vita delle lampade, che deve essere comunicata dal fornitore.

L'ispezione visiva e funzionale deve includere, senza limitazioni:

- Ispezione per rilevare difetti
- Ispezione dei collegamenti di alimentazione
- Collaudo luce

#### 12.4.1.2 Luci di emergenza

Le luci di emergenza devono essere ispezionate dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione ogni due anni, conformemente alle raccomandazioni del fornitore.

L'ispezione visiva e funzionale deve includere, senza limitazioni:

- Ispezione per rilevare difetti
- Verifica e collaudo delle batterie

### 12.4.2 Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna include luci strutturali e stradali.

L'illuminazione deve essere ispezionata dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione ogni due anni a seconda dell'uso giornaliero della luce in relazione alla vita delle lampade, che deve essere comunicata dal fornitore.

L'ispezione visiva e funzionale deve includere, senza limitazioni:

- Rilevazione difetti e umidità

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- Ispezione collegamenti di alimentazione
- Rimozione degli escrementi di uccelli
- Collaudo luce

Molto probabilmente sarà necessario effettuare la pulizia più frequentemente dei due anni previsti.

### **12.4.3 Luci di avvertimento aereo e marittimo**

Le Luci di avvertimento aereo e marittimo devono essere ispezionate dall'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione ogni anno, conformemente alle raccomandazioni del fornitore.

L'ispezione visiva e funzionale deve includere, senza limitazioni:

- Rilevazione difetti e umidità
- Ispezione collegamenti di alimentazione
- Rimozione degli escrementi di uccelli
- Collaudo luce

Molto probabilmente sarà necessario effettuare la pulizia più frequentemente dei due anni previsti.

Le luci di avvertimento aereo e marittimo consistono in tre lampade (una in uso e due di ricambio); quando resta una sola lampada sana, ciò sarà indicato nel sistema SCADA.

## **12.5 Sistemi idraulici e meccanici**

### **12.5.1 Rifornamento idrico**

Il sistema di rifornimento idrico consta di due sistemi separati:

- Sistema di idranti anti-incendio
- Sistema idrico per utility (impianto di lavaggio)

Due installazioni di pompe similari sono presenti in ciascuna torre; queste includono serbatoi di acqua, installazioni di pompe anti-incendio e pompe per utility.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Le pompe anti-incendio forniscono acqua ai dispositivi anti-incendio dell'intero ponte collocati nei cassoni ferroviari. Le pompe riforniranno inoltre acqua i montanti anti-incendio all'interno delle torri.

I dispositivi anti-incendio sono collegati agli idranti, situati lungo il ponte a distanza costante e all'interno delle torri.

Le strutture idriche per utility sono collegate a valvole di lavaggio situate lungo il ponte a distanza costante e all'interno delle torri.

Ogni collegamento di condotta sul ponte per gli idranti e le valvole di lavaggio, avrà una protezione anti-gelo per mezzo di riscaldamento e isolamento elettrico. L'acqua scorrerà in tali strutture in caso di basse temperature (rischio di gelo).

Per assicurare che il sistema funzioni efficacemente, dovranno essere condotte diverse ispezioni e test di collaudo, descritti nell'**Allegato 12.5.A**. Collaudi e ispezioni aggiuntive potrebbero essere necessari durante periodi di temperature particolarmente basse in modo da assicurare che le misure anti-gelo adottate funzionino efficacemente, rif [8].

L'**Allegato 12.5.A** descrive i vari lavori di manutenzione, ma questi saranno inclusi nelle istruzioni tecniche per la manutenzione e l'ispezione del sistema anti-incendio e del sistema di lavaggio.

### **12.5.2 Drenaggio di superficie**

Un sistema di scarico che funziona a gravità dovrà essere installato all'interno dei cassoni del ponte per raccogliere l'acqua piovana.

Prima di essere scaricata nello Stretto di Messina l'acqua piovana scorrerà verso la costa per essere pulita.

Canali di scolo dell'acqua piovana saranno situati a intervalli regolari lungo la corsia di emergenza sui cassoni stradali.

Questi canali di scolo saranno collocati lungo entrambi i lati del cassone stradale.

I dispositivi di scarica dal lato Sicilia e Calabria consisteranno in serbatoi di sedimentazione e separatori di olio. Non si prevede ulteriore pulizia.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### ISPEZIONE DELLE CONDOTTE A GRAVITÀ

Per prevenire l'intasamento delle condotte, dovuto dall'accumulo di sedimenti, esse saranno ispezionate con frequenza.

Le condotte a gravità sono progettate per l'auto pulizia durante il normale esercizio, ma sulla base dell'esperienza, occorre prevedere il possibile ingresso di corpi estranei, come pacchetti di sigarette ed altri rifiuti. Così, un rifornimento idrico dovrà essere previsto lungo il ponte per permettere alle condotte di essere ripulite utilizzando attrezzatura ad elevata pressione.

### MANUTENZIONE DELLE DISCARICHE

Il serbatoio di sedimentazione e il rilevatore di benzina e olio, devono essere svuotati con regolarità.

Si prevedono quindi lavori di pulizia, che spesso potrebbero essere svolti da appaltatori dotati di attrezzatura speciale ed esperienza nel pompaggio di olio e fango.

In ragione delle circostanze è importante includere questi lavori di manutenzione nell'Istruzione Tecnica "Ispezione e manutenzione del sistema di drenaggio del ponte".

## 12.6 Valutazione durante le ispezioni

Quando vengono effettuate le attività di ispezione, le varie attrezzature/istallazioni devono essere valutate.

La scala di classificazione sotto riportata è stata utilizzata per altri ponti importanti; vale la pena di ricordare che le condizioni delle varie classificazioni sono differenti dalla scala utilizzata per l'ispezione principale delle strutture.

*Tabella 12.2 Classificazione della condizione per l'ispezione dei Sistemi Tecnologici*

<b>Classific. condizione</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Azione</b>
0	Irreprensibile (attrezzatura come nuova)	No

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Manuale di ispezione e manutenzione		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

<b>Classific. condizione</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Azione</b>
1	Buona	No
2	Ragionevole	Valutazione alla prossima ispezione
3	Cattiva condizione	Sostituire/riparare prima della prossima ispezione
4	Scarsa	Sostituire/riparare immediatamente
X	Non classificata	Richiede ispezione di specialista

## 12.7 Procedure e Istruzioni tecniche per i Sistemi Tecnologici

Durante la fase di costruzione, quando i sistemi tecnologici vengono installati e vengono consegnati i manuali di istruzione e manutenzione da parte dei fornitori, occorre effettuare una revisione dettagliata di tale documentazione e conseguentemente sviluppare revisioni delle procedure e istruzioni pertinenti.

Le procedure e istruzioni pertinenti sopra menzionate per le installazioni/attrezzature devono includere quanto segue:

- Ispezioni di legge, che saranno riportate anche nel programma di manutenzione menzionato alla sezione 11.3, incluso intervallo di frequenza di queste;
- Prospetto delle ispezioni di servizio incluse frequenza; ciò include la pianificazione della manutenzione preventiva, quindi sostituzione di componenti con una data vita utile e delle parti consumabili etc.
- Preparazione di una lista dei componenti con relativa vita utile attesa
- Stima degli stock dei componenti con una certa vita utile attesa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Manuale di ispezione e manutenzione</b>		<i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 13 Riferimenti

- [1] Preliminary Operation and Emergency Manual, doc. no. CG.10.00-P-MI-D-P-GE-M7-00-00-00-00-01-A  
(Manuale di Esercizio ed emergenza preliminare)
- [2] Reliability Based Inspection (RBI) and Reliability Centred Maintenance (RCM), doc. no. CG.10.00-P-RG-D-P-GE-R6-00-00-00-00-01-A  
(Ispezione basata su RBI e Manutenzione basata su RCM)
- [3] Life Cycle Cost Study (LCC), doc. no. CG.10.00-P-RG-D-P-GE-L4-00-00-00-00-01-A  
(Studio del Costo del Ciclo di Vita)
- [4] Risk evaluation principles, doc. no. CG.10.00-P-RG-D-P-CG-00-00-00-00-00-08-A.  
(Principi di valutazione del rischio)
- [5] Bridge Management System, doc. no. CG 10.00-P-2S-D-P-IT-M4-C3-00-00-00-04-A  
(Sistema di Gestione del Ponte)
- [6] Performance Specification - Expansion Joints, Railway, doc. no. CG.10.00-P-SP-D-P-SS-A0-AM-00-00-00-00-A  
(Specifiche di Performance – Giunti di Espansione, Ferrovia)
- [7] Management, Control and Simulation Systems (MACS), doc. no. CG10.00-P-RG-D-P-CG-00-00-00-00-00-06-A  
(Sistemi di Gestione, Controllo e Simulazione - MACS)
- [8] Design Specifications - Mechanical and Electrical, doc. no. CG10.00-P-2S-D-P-IT-M4-C3-00-00-00-00-06-B  
(Specifiche di Progetto – Impianti meccanici ed elettrici)

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Manuale di ispezione e manutenzione</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_F0_ITA.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

**Allegato 3.1.A – Note tratte dalle riunioni con i leader di progetto**

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 3.1.A - Notes from meetings with design leaders**

## MESSINA BRIDGE – INSPECTION AND MAINTENANCE

Notes of Meetings with Design Team Leaders.

Series 1: 29<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> June + 7<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> July 2010

MJU + XJDC

Series 2: 2<sup>nd</sup>, 7<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> September 2010

### Meeting No. 1 – Towers.

	<b>29<sup>th</sup> June 2010. 11:30 until 12:30</b> Chris Scollard + Lars Jensen	<b>7<sup>th</sup> September 2010</b> e-mail response on previous notes. Chris Scollard
A	Tower structure is basically simple; fabricated plates with welded and bolted connections.	
B	Internal surfaces will have no protection other than original shop primer. Hence appearance at handover will be variable with some initial corrosion on older parts. Grinding flush welds is not specified.	
C	Main areas for inspection are the connections between the crossbeams and the tower legs due to tension primarily. However, the degree of concern has to be evaluated when the prefabricated crossbeams are welded to the tower legs and a judgement made of how the tolerances were met.	
D	Major area of concern would be the tower base holding down bolts. Potential for longer term corrosion so designed to be possible to replace. SHM should monitor this as visual inspections would not identify the problem in good time. Watch for any de-tensioning of the bolts.	
E	Seismic action is greatest concern – should follow up with a check of C and D plus the tower leg section above and below the central crossbeam. SHM should set alarm thresholds. Inspections should look for any noticeable change in smoothness of the steel panels, i.e. to look for any signs of buckling or distortion.	It is probably prudent to check all exterior plates, A, B, C and D.
F	Temperature and Lightning should not be a concern for the towers.	

G	Wind should not cause a concern although TMDs may be incorporated in each leg in order to damp any Vortex oscillation at wind speeds around 50 - 55 ms <sup>-1</sup> in transverse direction of the bridge.	Wind loads govern the design of the cross beams.
H	When lifts are installed access to the steelwork behind the lift may not be possible.	
I	Access gantry details not yet confirmed. Concerns with present proposals; these are being reviewed.	
J	Specifications from Stretto di Messina are used with no addendum except that it is agreed that the yield stress for all plate thickness up to 100mm is the same and corresponds to yield stress for the thinnest plate.	We are designing for SILS using a material partial factor of 1.0. The design basis permits significant damage to the towers under SILS, and although we are not comfortable with allowing that level of damage, we do believe there should be some difference between the performance requirements for the ULS and SILS. The most convenient and appropriate way to consider some slightly increased level of utilisation for the SILS is to allow the material to reach its nominal yield strength.

## Meeting No. 2 – Cable system.

	29 <sup>th</sup> June 2010. 14:30 until 15:30 Ian Firth	7 <sup>th</sup> September 2010. 16:00 – 17:00 Chris Walker
A	Many cable details not finalised, several have changed from recent drawings. Specification not concluded; some additional clauses anticipated.	Comments were given on the current draft TP and associated TI's.
B	Wind should not trigger additional inspections but SHM would be useful on central hangers with bearings to confirm that movement occurs.	
C	Temperature should not trigger additional inspections but need to confirm temperature stability of main cable wrapping material.	
D	Seismic event should justify inspection of anchor blocks and tower saddles for signs of movement or distress.	
E	Main cable access gantries – the number and the design of these needs to be reviewed.	It is now expected that four gantries will be required. They may now use all four handstrand ropes for support – hence all ropes will be the same diameter.
F	Cable clamp bolt lengths will be re-measured by ultrasonic in the maintenance period and re-tensioned if necessary. Subsequently consider measuring all bolts in 10% of clamps every 6 years. If tension is more than XX% (c10%) reduced from target level then re-tension the group and check adjacent clamps.	
G	The clamp sealant detail is not finalised.	An additional insert may now be included to act as a seal between the cable clamp sections.
H	The anchor bars in the anchorages may also require measurement and re-tensioning but detail not finalised.	
I	Tower top access to main cable is not finalised but consider inspection of visible wires every six years if access is available.	Details not finalised but it is expected that the length of main cable at the tower tops between the highest cable clamps will be able to be exposed to allow inspection.
J	Access within anchorage will allow inspection of many parts but will not allow all parts to be touched.	Endoscopes may be necessary to allow some areas to be viewed.
K	One hanger cable (not both cables for one hanger) can be replaced without any traffic restrictions, refer Design Manual.	There will now be no more than one hanger on any cable clamp. All double hanger clamps have been revised.
I	An addendum to the construction specifications will be prepared in order to cover the design changes.	

J	<p>Long term concerns are expected to be:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensuring that the bearings on the central main span hangers are functioning.</li> <li>• Ensuring that the top and bottom pins on the remaining hangers are free to move.</li> <li>• Ensuring that the main cable dehumidification is protecting the main cable.</li> </ul>	<p>Although these bearings are to be specified as 'maintenance free', they will include a facility for them to be greased.</p>
K	<p>The following spare parts should be considered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable clamp bolts.</li> <li>• Handstrand posts.</li> <li>• Seals at Cable clamps.</li> <li>• Centre span hanger bearings.</li> <li>• Patch repair kit for sheath damage on hangers.</li> <li>• Patch repair kit for main cable wrapping.</li> </ul>	<p>Handstrand posts may have possible fatigue issues. This will be considered and inspection requirements noted. This is expected to include inspection of bolts and inserts where the handstrand rope is clamped to the top of the post.</p>

**Meeting No. 3 – Articulation.**

	<b>30<sup>th</sup> June 2010. 09:00 until 10:00</b> Søren Lausten (SOLA)	<b>7<sup>th</sup> September 2010. 15:00 until 15:20</b> Søren Lausten (SOLA)
A	A performance specification is being developed for the majority of articulation and expansion items. This is to allow the contractor to have some selection ability rather than being tied to a particular supplier.	Much detail has developed for the railway and carriageway expansion joints for I&M but very little for other items, other than the requirement for the supplier to provide a maintenance manual. MJU requested a link to enable him to view the current documents.
B	Maintenance limits and spare part proposals could be included within the specification. SOLA will pass a draft version to MJU during development.	
C	Most parts are designed to cope with a seismic 200 year event. For seismic events of intensity greater than 200 years there are controlled failure points incorporated, e.g. road expansion joint 'fuse' element at the terminal structures. Tower buffers would need to be checked to assess whether they should be re-set.	
D	Most bearings are expected to be spherical although some could be pot bearings. Uplift is possible on some bearings but it is expected that this would only be the case for the larger seismic events. All bearings will be replaceable parts.	
E	The central 'spider' at the towers contains maintenance free bearings which may be difficult to replace.	
F	Most parts will be protected using the standard paint system – this is not yet determined.	
G	Details of SHM links to the articulation systems is not known but some should be included – particularly for the hydraulic buffers at the towers.	
H	Access arrangements to the mechanisms at the towers are not yet determined.	
I	The hydraulic buffers at the towers are unique to Messina and as such will require inspections which will need to be targeted to particular issues. Other aspects are based on known technology but the loadings are greater for Messina.	
J	Consideration should be given to discourage birds from nesting within the areas close to the towers.	
K		No comments were given on the notes of the previous meeting.

**Meeting No. 4 – Concrete foundations and anchorages.**

	<b>30<sup>th</sup> June 2010. 11:00 until 12:00</b> Arne Bisgard + Ib Jacobsen	<b>9<sup>th</sup> September 2010. 13:00 until 13:20</b> Arne Bisgard
A	There is a concrete crossbeam at the base of the tower legs which acts as a tie. This beam is post tensioned and the internal elements are accessible. Need to check for cracks and signs of water ingress.	No comments were given on the notes of the previous meeting.  The tower holding down bolts on the external faces of the tower bases should be enclosed within a dehumidified zone as corrosion of these bolts would be a concern.
B	When inspecting the crossbeam care should be taken. This will be a confined space with poor air quality; it may be unlit and there may be water present. General inspection at two years and principal at 6 years appears reasonable.	
C	Most settlement should occur during construction but may be a need to monitor in early years.	
D	The revetment that will be constructed along the shore line should be included within the inspection of the tower bases.	
E	Seismic events may cause some ground slip and other damage at tower bases.	
F	Anchorage are massive structures but with only small areas available for inspection. Movement of about 100mm is anticipated during construction phase but subsequently only real concern would be seismic.	
G	Inspections should look for cracks, signs of water ingress and any evidence of change over time.	
H	Horizontally upturned concrete surfaces on the anchor blocks will be covered by a membrane.	

## Meeting No. 5 – Deck Box Girders.

	<b>30<sup>th</sup> June 2010. 13:00 until 14:00</b> Henrik Polk	<b>2<sup>nd</sup> September 2010. 09:30 – 10:00</b> Henrik Polk
A	Many details remain to be finalised; current design has not analysed fatigue.	
B	All internal surfaces will be dehumidified and hence unpainted.	Internal surfaces may now receive paint system of 240 microns as well as dehumidification.
C	Areas under wheel and rail tracks will require more detailed inspections. The fastening system for the rails will probably be changed from the embedded type to some form of direct fastening to the deck plate.	The rail fastening system may now revert to the embedded type.
D	The rail details are subject to the approval of the Italian Rail Authority.	
E	The internal drainage detail may be moved to exterior.	Internal drainage is now expected to remain as internal although the overflow may go direct to external discharge.
F	In due course, the FE model should identify 'hot spots' where more focussed attention may be need during inspections.	
G	Seismic events have not been analysed but expect to check the hanger anchorages and the deck crossover areas. SHM should identify areas of excessive movement of deck boxes.	
H	Specification is not yet written but will need to be done in conjunction with the tower and other structural steelwork elements.	
I	Access to the top of the cross girders may be required for inspection of parts fitted at this level, e.g. lighting columns – these fixings will need to be well detailed.	Access to the top of the cross girders has yet to be addressed.
J		Access for high voltage cables has now been provided in the carriageway girders. Electrical cabinets need to be positioned either internal or external.
K		There are concerns over the loading that is expected from the underdeck gantries. The dead load may increase and is already at the extremes of the cantilevers.
L		

**Meeting No. 6 – Structural Health Monitoring (SHM) System.**

	<b>7<sup>th</sup> July 2010. 10:30 until 11:30</b> Jacob Andersen	<b>9<sup>th</sup> September 2010. 10:00 until 11:15</b> Simon de Neumann
A	The system gives warnings and alarms only – No automatic response, Operator decides action to be taken.	Single alarms will need to be investigated within the SHM system. Multiple simultaneous alarms will also be analysed but are likely to trigger site inspections.
B	The system will identify the locations with the worst response to seismic and other loadings.	SHM needs to receive details from designers as to areas being most highly utilised.
C	System includes a load measurement facility – this can identify abnormal load movements across the bridge.	The SHM System includes a load measurement facility – The Weigh-in-motion equipment is part of SCADA – TMS which can identify abnormal load movements across the bridge.
D	The SHM system will require maintenance. A strategy should be developed for the future, including requirements for functional testing at say 2 year intervals.	SHM system maintenance is expected to be provided by the supplier for the initial 5 year period.
E	Spares should be provided to ensure the installed system can operate effectively for 10-15 years. After this time equipment data collection and software upgrades should be expected to be necessary to allow the system to keep pace with developments with technology.	
F	SHM will monitor humidity levels but will not monitor the equipment.	
G	The present proposed system does not include acoustic monitoring of the main cables.	
H	Corrosion monitoring within the concrete tie beams at the tower bases can be included.	SHM will need to discuss this with the concrete foundations design team to assess what could and should be included.
I	Monitoring of movement of the spherical bearings to the short hangers can be included but not wear.	SHM will need to discuss this with the suspension system design team to assess what could and should be included.
J	The movement joints will be monitored.	
K	Movement of hydraulic dampers will be measured but not hydraulic pressure.	Movement of hydraulic dampers will be measured and also hydraulic pressure.
L	At the base of the towers, load is monitored in selected anchor rods.	
M	Review of the SHM data is necessary to identify adverse trends, e.g. slippage of anchorages.	
N	A peer review meeting for the SHM is planned for 12 <sup>th</sup> August in London.	This meeting produced a range of actions which are being undertaken.

### Meeting No. 7 – Carriageway Surfacing System.

	28 <sup>th</sup> July 2010. 10:30 until 11:30 Jorn Blumensen	7 <sup>th</sup> September 2010 e-mail response on previous notes. Jorn Blumensen
A	The proposed surfacing system is expected to be a three layer system laid onto the blasted steel deck plate prepared to Standard SA2.5.	
B	The three layer system would be: <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Thin Primer, 0.3mm, brush or spray applied at 0.3Kg/Sq.m.</li> <li>ii. Membrane Layer, 2mm, brush or spray applied, 1.2kg/sq.m.</li> <li>iii. Wearing Course, 5-7mm, 2.5 – 3 Kg/sq.m. combined with an aggregate to give a total surfacing thickness of about 12mm.</li> </ul>	
C	Steel deck fabrication would need to limit deflections between diaphragms to 5mm and along a section to 7mm. Overall surfacing thickness should be in the range, 7mm Min to 14mm Max.	The overall surfacing thickness should be in the range, 9mm Min to 14mm Max.
D	Weld caps on the deck plate will need to be reduced to 0.5mm.	
E	There is much research and testing to be done on the surfacing materials to determine many parameters such as viscosity, pot life, setting times, aggregate properties, durability etc. This research would include development of repair types and procedures and identify the required equipment.	
F	Mechanical damage to the surfacing will occur but such damage may also affect the structural steelwork. Repairs to the steelwork should therefore be anticipated as part of surfacing mechanical damage repairs.	
G	The surfacing material is resilient to chemical damage (e.g. oil, diesel, petrol), provided it is cleaned promptly. However, Fire damage will require a full repair of the associated area. Fire Damage will be added to the list of defect types.	The surfacing material is resistant to chemical damage.....
H	Weld repairs to the underside of the deck plate will damage the surfacing above. Such repairs should instigate an inspection of the associated surfacing above. It may be anticipated that a repair to the surfacing should be undertaken within the following twelve months.	
I	Repairs would be full depth for Item H and possibly Item F repairs but most other repairs would be only partial depth, e.g. loss of surface friction; remove material locally and replace.	
J	The specification would be based upon Danish National Standards.	



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

#### Appendix 4.2.A - Bridge Element Hierarchy, level 2 - 5

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	ID	Element
1				P	<b>Suspension Bridge</b>
	1			ST	<b>Substructure</b>
		1		F3	<b>Tower Foundation</b>
			1	TS	Tower Sicily
			2	TC	Tower Calabria
		2		B4	<b>Anchor Blocks</b>
			1	BS	Anchor Block - Sicily
			2	BC	Anchor Block - Calabria
		3		F4	<b>Terminal Structures Foundations</b>
			1	VS	Terminal Structures Sicily
			2	VC	Terminal Structures Calabria
		4		S6	<b>External Arrangements</b>
			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	<b>Superstructures</b>
	1			T4	<b>Towers</b>
			1	TS	Tower Sicily
			2	TC	Tower Calabria
	2			S7	<b>Suspension System</b>
			1	CO	Cable Clamps
			2	SL	Saddles
			3	PE	Hangers
			4	CA	Main Cables
			5	?	Handstrand Ropes
	3			I3	<b>Deck</b>
			1	CF	Railway Girder
			2	?	Roadway Girder, direction Sicily
			3	?	Roadway Girder, direction Calabria
			4	TP	Main Cross Girders
	4			S8	<b>Terminal Structures</b>
			1	VS	Terminal Structures Sicily
			2	VC	Terminal Structures Calabria
3				SS	<b>Secondary System</b>
	1			R4	<b>Secondary Structures</b>
			1	CR	Service Lane
			2	BF	Wind Screens
			3	BA	Roadway Barriers
			4	?	Light Masts
			5	?	Cross Overs
			6	?	Service Area
			7	PA	Tower Gantries and Elevators
			8	?	Main Cables Carriage and Hanger Basket
			9	?	Gantries for Suspended Deck
			10	DU	Dehumidification System
	2			A0	<b>Articulations</b>
			1	AP	Bearings
			2	GE	Expansion Joints
			3	AM	Buffer
	3			P2	<b>Platform</b>
			1	SR	Roadway
			2	FE	Railway
4				IT	<b>Technological Systems</b>
	1			M3	<b>Monitoring Systems</b>
			1	C1	Control & Monitoring System for Electric and Mechanic
			2	C2	Railway Monitoring System
			3	SM	SHMS Monitoring System
	2			F5	<b>Railway Systems</b>
			1	IS	Signal System
			2	TT	Telecommunication (Railway)
			3	TE	Overhead Electrics
	3			M2	<b>Mechanical and Hydraulical</b>
			1	DI	Water Supply
			2	AS	Surface Drainage
	4			E2	<b>Electrical Systems</b>
			1	SA	Lightning Conductor
			2	DE	Electric Supply MT/ST
			3	SI	Illumination System
	5			A3	<b>Safety and Anti-Sabotage System (SSS)</b>
	6			M4	<b>Operation and Maintenance Systems</b>
			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	<b>Special Plants</b>
			1	SC	Communication System

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance  Manual, Annex</p>	<p><i>Codice documento</i>  PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i>  0</p>	<p><i>Data</i>  13-04-2011</p>	

**Appendix 4.2.B - Bridge Element Hierarchy, level 2 - 6**

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	ID	Element
1					P	<b>Suspension Bridge</b>
	1				ST	<b>Substructure</b>
		1			F3	<b>Tower Foundation</b>
			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	<b>Anchor Blocks</b>
			1		BS	Anchor Block - Sicily
			2		BC	Anchor Block - Calabria
		3			F4	<b>Terminal Structures Foundations</b>
			1		VS	Terminal Structures Sicily
				1	FD	Foundation
				2	PL	Piers
			2		VC	Terminal Structures Calabria
				1	FD	Foundation
				2	PL	Piers
		4			S6	<b>External Arrangements</b>
			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	<b>Superstructures</b>
		1			T4	<b>Towers</b>
			1		TS	Tower Sicily
				1	G1	Leg North-East
				2	G2	Leg South-West
				3	TO	Cross Beams
			2		TC	Tower Calabria
				1	G1	Leg North-East
				2	G2	Leg South-West
				3	TO	Cross Beams
		2			S7	<b>Suspension System</b>
			1		CO	Cable Clamps
				1	MS	Main Span
				2	?	Side Span Sicily
				3	?	Side Span Calabria
			2		SL	Saddles
				1	SA	Splay Saddles
				2	ST	Tower saddles
			3		PE	Hangers
				1	?	Main Span
				2	?	Side Span Sicily
				3	?	Side Span Calabria
			4	1	CA	Main Cables
			5	1	?	Handstrand Ropes
		3			I3	<b>Deck</b>
			1		CF	Railway Girder
				1	MS	Main Span
				2	?	Side Span Sicily
				3	?	Side Span Calabria
			2		?	Roadway Girder, direction Sicily
				1	MS	Main Span
				2	?	Side Span Sicily
				3	?	Side Span Calabria
			3		?	Roadway Girder, direction Calabria
				1	MS	Main Span
				2	?	Side Span Sicily
				3	?	Side Span Calabria
			4		TP	Main Cross Girders
				1	MS	Main Span
				2	LS	Side Span
		4			S8	<b>Terminal Structures</b>
			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	<b>Secondary System</b>
		1			R4	<b>Secondary Structures</b>
			1		CR	Service Lane
				1	?	Service Lane, direction Sicily
				2	?	Service Lane, direction Calabria
			2		BF	Wind Screens

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	ID	Element
				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
				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
		<b>2</b>			<b>A0</b>	<b>Articulations</b>
			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
		<b>3</b>			<b>P2</b>	<b>Platform</b>
			1		SR	Roadway
				1	CS	Carriageway direction Sicily
				2	CC	Carriageway direction Calabria
			2		FE	Railway
				1	BP	Even track
				2	BD	Odd Track
	<b>4</b>				<b>IT</b>	<b>Technological Systems</b>
		<b>1</b>			<b>M3</b>	<b>Monitoring Systems</b>
			1		C1	Control & Monitoring System for Electric and Mechanic
			2		C2	Railway Monitoring System
			3		SM	SHMS Monitoring System
		<b>2</b>			<b>F5</b>	<b>Railway Systems</b>
			1		IS	Signal System
			2		TT	Telecommunication (Railway)
			3		TE	Overhead Electrics
		<b>3</b>			<b>M2</b>	<b>Mechanical and Hydraulical</b>
			1		DI	Water Supply
			2		AS	Surface Drainage
		<b>4</b>			<b>E2</b>	<b>Electrical Systems</b>
			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
		<b>5</b>			<b>A3</b>	<b>Safety and Anti-Sabotage System (SSS)</b>
		<b>6</b>			<b>M4</b>	<b>Operation and Maintenance Systems</b>
			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
		<b>7</b>			<b>S9</b>	<b>Special Plants</b>
			1		SC	Communication System
				1	DS	Data Communication
				2	TC	Telecommunication

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix 4.2.C - Bridge Element Hierarchy, level 2 - 7**

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element
1						P	<b>Suspension Bridge</b>
	1					ST	<b>Substructure</b>
		1				F3	<b>Tower Foundation</b>
			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	<b>Anchor Blocks</b>
			1			BS	Anchor Block - Sicily
			2			BC	Anchor Block - Calabria
		3				F4	<b>Terminal Structures Foundations</b>
			1			VS	Terminal Structures Sicily
				1		FD	Foundation
				2		PL	Piers
			2			VC	Terminal Structures Calabria
				1		FD	Foundation
				2		PL	Piers
		4				S6	<b>External Arrangements</b>
			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	<b>Superstructures</b>
		1				T4	<b>Towers</b>
			1			TS	Tower Sicily
				1		G1	Leg North-East
					1	01	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				2		G2	Leg South-West
					1	01	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				3		TO	Cross Beams
					1	01	Cross Beam 1
					2	02	Cross Beam 2
					3	03	Cross Beam 3
					4	D0	Stiffener
			2			TC	Tower Calabria
				1		G1	Leg North-East
					1	01	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				2		G2	Leg South-West
					1	01	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				3		TO	Cross Beams
					1	01	Cross Beam 1
					2	02	Cross Beam 2
					3	03	Cross Beam 3
					4	D0	Stiffener
		2				S7	<b>Suspension System</b>
			1			CO	Cable Clamps
				1		MS	Main Span
					6	06	Cable Clamp 6
					n	nn	Cable Clamp n
				2		?	Side Span Sicily
					1	01	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	06	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

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance  Manual, Annex</p>	<p><i>Codice documento</i>  PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i>  0</p>	<p><i>Data</i>  13-04-2011</p>	

**Appendix 4.2.D - Bridge Element Hierarchy, level 2 - 8**

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element	Level 8	SUB-element at level 8
1						P	<b>Suspension Bridge</b>		
	1					ST	<b>Substructure</b>		
		1				F3	<b>Tower Foundation</b>		
			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	<b>Anchor Blocks</b>		
			1			BS	Anchor Block - Sicily		
			2			BC	Anchor Block - Calabria		
		3				F4	<b>Terminal Structures Foundations</b>		
			1			VS	Terminal Structures Sicily		
				1		FD	Foundation		
				2		PL	Piers		
			2			VC	Terminal Structures Calabria		
				1		FD	Foundation		
				2		PL	Piers		
		4				S6	<b>External Arrangements</b>		
			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	<b>Superstructures</b>		
		1				T4	<b>Towers</b>		
			1			TS	Tower Sicily		
				1		G1	Leg North-East		
					1	01	Segment 1		
						?		1	External surfaces
						?		2	Internal surfaces
						?		3	Connections to foundations
						?		4	Secondary Steel Work
					n	nn	Segment n		
						?		1	External surfaces
						?		2	Internal surfaces
						?		4	Secondary Steel Work
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener		
				2		G2	Leg South-West		
					1	01	Segment 1		SUB-elements like Segment 1
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener		
				3		TO	Cross Beams		
					1	01	Cross Beam 1		
						?		1	External surfaces
						?		2	Internal surfaces
						?		4	Secondary Steel Work
					2	02	Cross Beam 2		SUB-elements like Cross Beam 1
					3	03	Cross Beam 3		SUB-elements like Cross Beam 1
					4	D0	Stiffener		
		2				TC	Tower Calabria		
				1		G1	Leg North-East		
					1	01	Segment 1		SUB-elements like Segment 1
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener		
				2		G2	Leg South-West		
					1	01	Segment 1		SUB-elements like Segment 1
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener		
				3		TO	Cross Beams		
					1	01	Cross Beam 1		SUB-elements like Cross Beam 1
					2	02	Cross Beam 2		SUB-elements like Cross Beam 1
					3	03	Cross Beam 3		SUB-elements like Cross Beam 1
					4	D0	Stiffener		
		2				S7	<b>Suspension System</b>		
			1			CO	Cable Clamps		
				1		MS	Main Span		
					6	06	Cable Clamp 6		
						?		1	Cable clamp castings
						?		2	Cable clamp bolts
						?		3	Cable clamp seals
					n	nn	Cable Clamp n		SUB-elements like Cable Clamp 6
				2		?	Side Span Sicily		
					1	01	Cable Clamp 1		SUB-elements like Cable Clamp 6
					n	nn	Cable Clamp n		SUB-elements like Cable Clamp 6
				3		?	Side Span Calabria		
					115	115	Cable Clamp 115		SUB-elements like Cable Clamp 6
					n	nn	Cable Clamp n		SUB-elements like Cable Clamp 6
		2				SL	Saddles		
				1		SA	Splay Saddles		
				2		ST	Tower Saddles		
		3				PE	Hangers		
				1		?	Main Span		
					6	06	Hanger 6		
						?		1	HDPE Sheats
						?		2	Steel wires
						?		3	Hanger sockets
						?		4	Upper connections
						?		5	Lower connections
						?		6	Dampers / Spacers
					n	nn	Hanger n		SUB-elements like Hanger 6
				2		?	Side Span Sicily		
					1	1	Hanger 1		SUB-elements like Hanger 6
					nn	nn	Hanger nn		SUB-elements like Hanger 6
				3		?	Side Span Calabria		
					115	115	Hanger 115		SUB-elements like Hanger 6
					nn	nn	Hanger nn		SUB-elements like Hanger 6
		4				CA	Main Cables		
					1	C1	Main Cable 1		
						?		1	Main cable
						?		2	Main cable (inside anchor blocks)
						?		3	Neoprene wrapping

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element	Level 8	SUB-element at level 8
						?		4	Cross head plate (inside anchor blocks)
						?		5	Anchor rods M 130 (inside anchor blocks)
						?		6	Upper anchor plate (inside anchor blocks)
						?		7	Anchor bolts M 64 (inside anchor bolts)
								8	Secondary Steel Work
					2	C2	Main Cable 2		SUB-elements like Main Cable 1
					3	C3	Main Cable 3		SUB-elements like Main Cable 1
					4	C4	Main Cable 4		SUB-elements like Main Cable 1
			5	1		?	Handstrand Ropes		
					1	?	Handstrand Ropes (Main Cable 1)		
						?		1	Outer Handstrand rope
						?		2	Inner Handstrand rope
						?		3	Support posts and clamps
						?		4	Rope anchorages - Deck level
						?		5	Rope anchorages - Tower tops
					2	?	Handstrand Ropes (Main Cable 2)		SUB-elements like Handstrand Ropes (Main Cable 1)
					3	?	Handstrand Ropes (Main Cable 3)		SUB-elements like Handstrand Ropes (Main Cable 1)
					4	?	Handstrand Ropes (Main Cable 4)		SUB-elements like Handstrand Ropes (Main Cable 1)
		3				I3	Deck		
			1			CF	Railway Girder		
				1		MS	Main Span		
					6	06	Segment 6		
						?		1	External surfaces
						?		2	Internal surfaces
						?		3	T-beams below the tracks
						?		4	Troughs below deck plate
						?		5	Secondary Steel Work
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (railway girder)
					n+1	D0	Diaphragm, type 1		
					n+2	?	Diaphragm, type 2		
				2		?	Side Span Sicily		
					0	00	Segment 0		SUB-elements like segment 6 (railway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (railway girder)
					n+1	D0	Diaphragm, type 1		
					n+2	?	Diaphragm, type 2		
				3		?	Side Span Calabria		
					116	116	Segment 116		SUB-elements like segment 6 (railway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (railway girder)
					n+1	D0	Diaphragm, type 1		
					n+2	?	Diaphragm, type 2		
			2			?	Roadway Girder, direction Sicily		
				1		MS	Main Span		
					6	06	Segment 6		
						?		1	External surfaces
						?		2	Internal surfaces
						?		3	Troughs below deck plate
						?		5	Secondary Steel Work
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n+1	D0	Diaphragm		
				2		?	Side Span Sicily		
					2	02	Segment 2		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n+1	D0	Diaphragm		
				3		?	Side Span Calabria		
					116	116	Segment 116		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n+1	D0	Diaphragm		
			3			?	Roadway Girder, direction Calabra		
				1		MS	Main Span		
					6	06	Segment 6		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n+1	D0	Diaphragm		
				2		?	Side Span Sicily		
					2	02	Segment 2		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n+1	D0	Diaphragm		
				3		?	Side Span Calabria		
					116	116	Segment 116		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					n	nn	Segment n		SUB-elements like segment 6 (roadway girder)
					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		
						?		1	External surfaces
						?		2	Internal surfaces
				2		S1	Slab		
				3		?	Bottom Plate		
			2			VC	Terminal Structures Calabria		
				1		SC	Longitudinal Steel		SUB-elements like Longitudinal Steel (Terminal Structures Sicily)
				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		
				1		?	Cross Overs, direction Sicily		

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element	Level 8	SUB-element at level 8
				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		
		2	10			DU	Dehumidification System		
						A0	<b>Articulations</b>		
			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	<b>Platform</b>		
			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	<b>Technological Systems</b>		
		1				M3	<b>Monitoring Systems</b>		
			1			C1	Control & Monitoring System for Electric and Mechanic		
			2			C2	Railway Monitoring System		
			3			SM	SHMS Monitoring System		
		2				F5	<b>Railway Systems</b>		
			1			IS	Signal System		
			2			TT	Telecommunication (Railway)		
			3			TE	Overhead Electrics		
		3				M2	<b>Mechanical and Hydraulical</b>		
			1			DI	Water Supply		
			2			AS	Surface Drainage		
		4				E2	<b>Electrical Systems</b>		
			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	<b>Safety and Anti-Sabotage System (SSS)</b>		
		6				M4	<b>Operation and Maintenance Systems</b>		
			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	<b>Special Plants</b>		
			1			SC	Communication System		
				1		DS	Data Communication		
				2		TC	Telecommunication		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

#### Appendix 4.2.E - Location Codes, level 2 - 7

							Element location codes						
Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element	Code 1 Start St.	Code 2 End St.	Code 3 Element no.	Code 4 Orientation of face	Code 5 Level	Code 6 Position on face
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			E/W			
			2			BC	Anchor Block - Calabria			E/W			
		3				F4	Terminal Structures Foundations						
			1			VS	Terminal Structures Sicily						
				1		FD	Foundation			Pier no.			
				2		PL	Piers			Pier no.			
			2			VC	Terminal Structures Calabria						
				1		FD	Foundation			Pier no.			
				2		PL	Piers			Pier no.			
		4				S6	External Arrangements						
			1			TS	Tower Sicily						
			2			TC	Tower Calabria						
			3			BS	Anchor Block - Sicily			E/W			
			4			BC	Anchor Block - Calabria			E/W			
			5			VS	Terminal Structures Sicily			Pier no.			
			6			VC	Terminal Structures Calabria			Pier no.			
	2					SV	Superstructures						
		1				T4	Towers						
			1			TS	Tower Sicily						
				1		G1	Leg North-East						
					1	O1	Segment 1			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener			Segment and cell no.			
				2		G2	Leg South-West						
					1	O1	Segment 1			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener			Segment and cell no.			
				3		TO	Cross Beams						
					1	O1	Cross Beam 1			Cell no.			
					2	O2	Cross Beam 2			Cell no.			
					3	O3	Cross Beam 3			Cell no.			
					4	D0	Stiffener			Cross Beam and Stiffener no.			
		2				TC	Tower Calabria						
				1		G1	Leg North-East						
					1	O1	Segment 1			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener			Segment and cell no.			
				2		G2	Leg South-West						
					1	O1	Segment 1			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener			Segment and cell no.			
				3		TO	Cross Beams						
					1	O1	Cross Beam 1			Cell no.			
					2	O2	Cross Beam 2			Cell no.			
					3	O3	Cross Beam 3			Cell no.			
					4	D0	Stiffener			Cross Girder and Stiffener no.			
		2				S7	Suspension System						
			1			CO	Cable Clamps						
				1		MS	Main Span						
					6	O6	Cable Clamp 6			6.E.N / 6.E.S / 6.W.N / 6.W.S			
					n	nn	Cable Clamp n			n.E.N / n.E.S / n.W.N / n.W.S			
				2		?	Side Span Sicily						
					1	O1	Cable Clamp 1			1.E.N / 1.E.S / 1.W.N / 1.W.S			
					n	nn	Cable Clamp n			n.E.N / n.E.S / n.W.N / n.W.S			
				3		?	Side Span Calabria						
					1	115	Cable Clamp 115			115.E.N / 115.E.S / 115.W.N / 115.W.S			
					n	nn	Cable Clamp n			n.E.N / n.E.S / n.W.N / n.W.S			
		2				SL	Saddles						
				1		SA	Splay Saddles			S.E / S.W / C.E / C.W			
				2		ST	Tower Saddles			S.E / S.W / C.E / C.W			
		3				PE	Hangers						
						?	Main Span						
					6	O6	Hanger 6			6.E.N / 6.E.S / 6.W.N / 6.W.S			
					n	nn	Hanger nn			n.E.N / n.E.S / n.W.N / n.W.S			
				2		?	Side Span Sicily						
					1	O1	Hanger 1			1.E.N / 1.E.S / 1.W.N / 1.W.S			
					nn	nn	Hanger nn			n.E.N / n.E.S / n.W.N / n.W.S			
				3		?	Side Span Calabria						
					115	115	Hanger 115			115.E.N / 115.E.S / 115.W.N / 115.W.S			
					n	nn	Hanger n			n.E.N / n.E.S / n.W.N / n.W.S			
		4				CA	Main Cables						
					1	C1	Main Cable 1			Cable Clamp No.			
					2	C2	Main Cable 2			Cable Clamp No.			
					3	C3	Main Cable 3			Cable Clamp No.			
					4	C4	Main Cable 4			Cable Clamp No.			
		5				?	Handstrand Ropes						
					1	?	Handstrand Ropes (Main Cable 1)			Hanger no.			
					2	?	Handstrand Ropes (Main Cable 2)			Hanger no.			
					3	?	Handstrand Ropes (Main Cable 3)			Hanger no.			
					4	?	Handstrand Ropes (Main Cable 4)			Hanger no.			
		3				I3	Deck						
			1			CF	Railway Girder						
				1		MS	Main Span						
					6	O6	Segment 6			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm, type 1			Segment and Diaphragm no.			
					n+2	?	Diaphragm, type 2			Segment and Diaphragm no.			
				2		?	Side Span Sicily						
					0	O0	Segment 0			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm, type 1			Segment and Diaphragm no.			
					n+2	?	Diaphragm, type 2			Segment and Diaphragm no.			
				3		?	Side Span Calabria						
					116	116	Segment 116			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm, type 1			Segment and Diaphragm no.			
					n+2	?	Diaphragm, type 2			Segment and Diaphragm no.			
		2				?	Roadway Girder, direction Sicily						
				1		MS	Main Span						
					6	O6	Segment 6			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Segment and Diaphragm no.			
				2		?	Side Span Sicily						
					2	O2	Segment 2			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Segment and Diaphragm no.			
				3		?	Side Span Calabria						
					116	116	Segment 116			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			

							Element location codes						
Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element	Code 1 Start St.	Code 2 End St.	Code 3 Element no.	Code 4 Orientation of face	Code 5 Level	Code 6 Position on face
			3		n+1	D0	Diaphragm			Segment and Diaphragm no.			
				1		MS	Main Span						
					6	06	Segment 6			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Segment and Diaphragm no.			
				2		?	Side Span Sicily						
					2	02	Segment 2			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Segment and Diaphragm no.			
				3		?	Side Span Calabria						
					116	116	Segment 116			Cell no.			
					n	nn	Segment n			Cell no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Segment and Diaphragm no.			
			4			TP	Main Cross Girders						
				1		MS	Main Span						
					6	06	Cross Girder 6			Diaphragm no.			
					n	nn	Cross Girder n			Diaphragm no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Girder and diaphragm no.			
				2		LS	Side Span						
					1	01	Cross Girder 1			Diaphragm no.			
					n	nn	Cross Girder n			Diaphragm no.			
					n+1	D0	Diaphragm			Girder and diaphragm no.			
		4				S8	Terminal Structures						
			1			VS	Terminal Structures Sicily						
				1		SC	Longitudinal Steel			Beam no.			
				2		S1	Slab			Field no.			
				3		?	Bottom Plate			Field no.			
			2			VC	Terminal Structures Calabria						
				1		SC	Longitudinal Steel			Beam no.			
				2		S1	Slab			Field no.			
				3		?	Bottom Plate			Field no.			
	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						
				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 Gentries and Elevators						
				1		?	Tower Gentries, Sicily Tower						
				2		?	Tower Gentries, Calabria Tower						
				3		?	Elevators, Sicily Tower						
				4		?	Elevators, Calabria Tower						
			8			?	Main Cables Carriages and Hanger Baskets			SW / MSSW / MSCW / CW / SE / MSSE / MSCE / CE			
			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			Plant no.			
		2				A0	Articulations						
			1			AP	Bearings						
				1		?	Roadway Bearings, direction Sicily			Bearing type and S/C			
				2		?	Roadway Bearings, direction Calabria			Bearing type and S/C			
				3		FB	Railway Bearings			Bearing type, E/W and S/C			
				4		?	Transverse support of suspended deck			Gridline			
			2			GE	Expansion Joints						
				1		?	Roadway Joints, direction Sicily			Expansion Joint type and S/C			
				2		?	Roadway Joints, direction Calabria			Expansion Joint type and S/C			
				3		FJ	Railway Joints			Expansion Joint type and S/C			
			3			AM	Buffer						
				1		?	Hydraulic Buffers - Tower			Buffer type and E/W (E/W only for buffer type D2)			
				2		?	Hydraulic Buffers - Terminal Structures			Buffer type and gridline			
		3				P2	Platform						
			1			SR	Roadway						
				1		CS	Carriageway direction Sicily						
					1	PV	Surfacing			Lane no.			
					2	SG	Road Markings			Lane no.			
				2		CC	Carriageway direction Calabria						
					1	PV	Surfacing			Lane no.			
					2	SG	Road Markings			Lane no.			
			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						

No information to be inserted in shaded cells

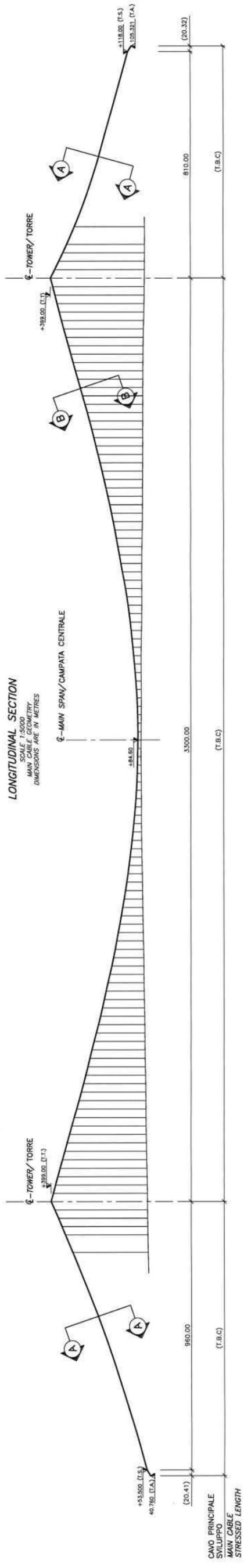
Rev. 2, 31-08-2010

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

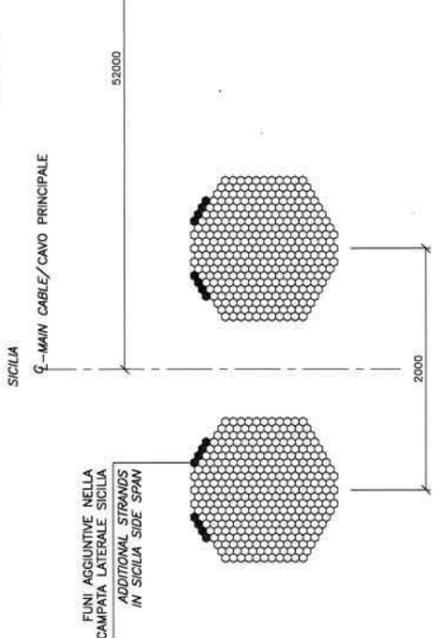
**Appendix 4.2.F - Reference drawing, Main Cables**

**SEZIONE LONGITUDINALE**  
SCALA 1:5000  
GEOMETRIA CAVO PRINCIPALE  
LE DIMENSIONI SONO IN M

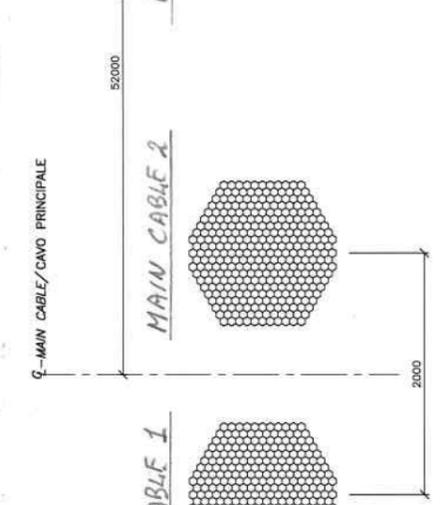
**LONGITUDINAL SECTION**  
SCALE 1:5000  
MAIN CABLE GEOMETRY  
DIMENSIONS ARE IN METRES



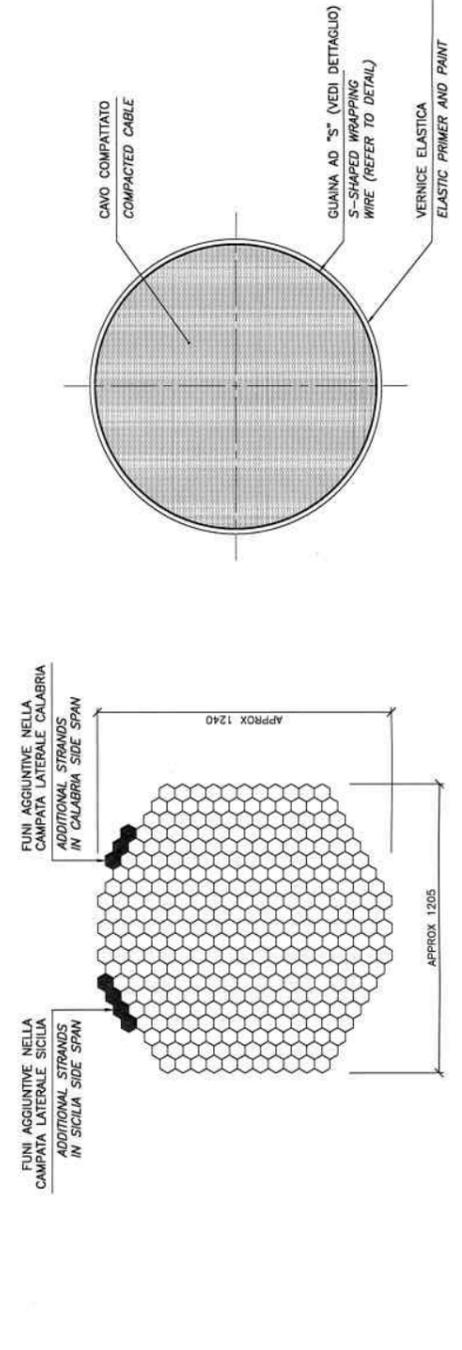
**SEZIONE A-A**  
SCALA 1:20  
CAMPATA LATERALE  
**SECTION A-A**  
SCALE 1:20  
SIDE SPAN



**SEZIONE B-B**  
SCALA 1:20  
CAMPATA CENTRALE  
**SECTION B-B**  
SCALE 1:20  
MAIN SPAN



**SEZIONE DEL CAVO**  
SCALA 1:10  
**MAIN CABLE SECTIONS**  
SCALE 1:10

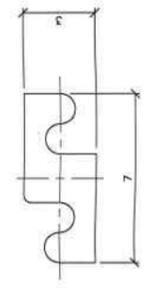


**DIMENSIONI E GEOMETRIA DEL CAVO PRINCIPALE**  
**MAIN CABLE DIMENSIONS AND GEOMETRY**

	CAMPATA CENTRALE	CAMPATA LATERALE SICILIA	CAMPATA LATERALE CALABRIA
N. DI FUNI NO. OF STRANDS	325	333	331
N. DI FILI PER FUNE NO. OF WIRES PER STRAND	127	127	127
DIAMETRO FILO WIRE DIAMETER	5.32 (mm)	5.32 (mm)	5.32 (mm)
N. TOTALE FILI PER 1 DEI 4 CAVI NUMBER OF WIRES/CABLE (4 CABLES)	41275	42291	42037
AREA DI CIASCUNO DEI QUATTRO CAVI CABLE CROSS-SECTIONAL AREA	0.917 (m <sup>2</sup> )	0.940 (m <sup>2</sup> )	0.934 (m <sup>2</sup> )
DIAMETRO DI CIASCUN CAVO ESCLUSO AVVOLGIMENTO COMPACTED CABLE DIAMETER EXCL. WRAP PING WIRE	1.201 (m)	1.216 (m)	1.212 (m)

1) DIAMETRI CORRISPONDONO AD UNA PERCENTUALE DEI VUOTI PARI AL 19 %  
1) DIAMETERS CORRESPOND TO 19% AIR VOID RATIO AFTER COMPACTON

**DETTAGLIO DELLA GUAINA AD "S"**  
SCALA 10:1  
**S-SHAPED WRAPPING WIRE**  
SCALE 10:1



**NOTE:**  
DIMENSIONI: TUTTE LE DIMENSIONI SONO IN MILLIMETRI, SALVO OVE DIVERSAMENTE INDICATO. LE QUOTE ALTIMETRICHE SONO IN METRI.  
MATERIALI: CAVO PRINCIPALE fu=1860 MPa  
LEGENDA: PUNTO DI INTERSEZIONE TEORICA DEI CAVI NELLE SELLE PUNTO DI DEVAZIONE TEORICA DEI CAVI NEI PETTINI DI DEVAZIONE PUNTO DI ANCORAGGIO TEORICO DEI CAVI  
NOTES: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE NOTED. LEVELS ARE IN METRES  
ERECTOR: PREFORMED PARALLEL WIRE STRAND (PPWS) (UNI EN 12385, UNI EN 13411)  
MATERIALS: MAIN CABLE: CLASS A GALVANIZED WIRE (UNI EN 10264) MIN fu=1860 MPa WIRE WRAPPING: SOFT ANNEALED GALVANIZED S-SHAPED WRAPPING WIRE (BS 1052) ALL WIRES GALVANIZED TO MIN 300 g/m<sup>2</sup> (UNI EN 10244)

**LEGEND:**  
T.T. THEORETICAL CABLE POINT AT TOWER SADDLE  
T.S. THEORETICAL CABLE POINT AT SPLAY SADDLE  
T.A. THEORETICAL CABLE POINT AT ANCHORAGE

**Stretto di Messina**  
Società per Azioni  
Via S. Maria, 10 - 98100 Messina (ME)  
Tel. 090/241111 - Telefax 090/241112

**PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

EUROLINK S.p.A.  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (Messina)  
COOPERATIVA MARINORI E CALABRESI - C.A.C. di Marina Sic. Coop. s.r.l. (Messina)  
ISHIKAWA - HOBASAWA ITALIAN INDUSTRIES CO. L.T. (Messina)  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STRETTO DI MESSINA

INGEGNERE RESPONSABILE  
PROGETTO MANAGER  
(Ing. E.M. Vesp)  
(C.O.N.T. - C.O.N.T. 01/2019)

STRETTO DI MESSINA  
PROGETTO MANAGER  
(Ing. P. Marchese)

OPERA DI ATTRAVERSAMENTO  
SOVRASTRUTTURE  
SISTEMA DI SOSPENSIONE  
CAVO PRINCIPALE - ASSEMBLE

SCORRE C I G A I O I O I O I A I X I O I P I C I S I C A I O I O I O I O I A I S O A M M A R I  
REDAZIONE  
A. 2019  
REDAZIONE  
A. 2019  
REDAZIONE  
A. 2019

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex	<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011	

**Appendix 4.2.G - Reference drawing, Hangers and Cable Clamps**



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>	<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>	

**Appendix 4.2.H - Reference drawing, Steel Box Girders**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix 4.2.I - Reference drawing, diaphragms and cells in Roadway Girders**

**NOTE GENERALI**

**NOTE:** TUTTE LE DIMENSIONI SONO IN MILLIMETRI, SALVO OVE DIVERSAMENTE INDICATO.  
**MATERIALI:** CLASSE ACCIAIO SECONDO TABELLA 1.  
**LEGENDA:** ACCIAIO  
**ELABORATI DI RIFERIMENTO:** NOTE GENERALI  
 CC1000-  
**NOTES:** DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE NOTED.  
**MATERIALS:** STEEL GRADE ACCORDING TO TABLE 1.  
**LEGENDS:** STEEL  
**REFERENCES:** CC1000-  
**GENERAL NOTES**

QUESTO ELABORATO GRAFICO VA LETTO INSIEME A:  
 THIS DRAWING TO BE READ IN CONJUNCTION WITH:  
 CC1000-PWDPCG-S5CS000000-01  
 CC1000-PAXDPCG-S5CS000000-01  
 CC1000-PAXDPCG-S5CS000000-02

**Stretto di Messina**  
 Società di ingegneria, architettura e servizi di consulenza in S.p.A. di diritto italiano  
 Via S. Maria Maddalena, 111 - 40138 Bologna (BO) - Tel. 051/2643000

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA**

**EUROLINK S.C.P.A.**  
 SOCIETÀ PER AZIONI A RESPONSABILITÀ LIMITATA  
 COOPERATIVA MUTUATORI E COLLABORATORI - C.A.C. di Via S. Maria Maddalena, 111 - 40138 Bologna (BO) - Tel. 051/2643000

**ACIL S.C.P.A. - CONSORZIO STRETTO DI MESSINA**

**OPERA DI ATTRAVERSAMENTO**  
 CONCEZIONE/DIMENSIONAMENTO GENERALE E Disegni d'Assemblea  
 SOVRASTRUTTURE  
 IMPALCATO SOSPESO  
 IMPALCATO STRADALE-CAMPATA CENTRALE E LATERALI-DIAPHRAGMI

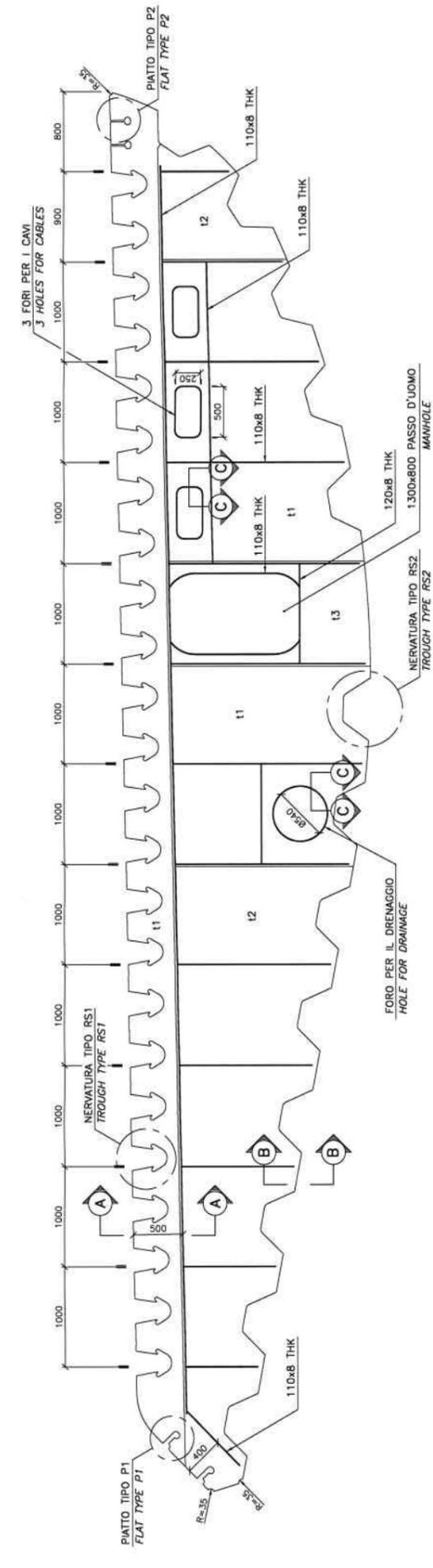
**IL PROGETTISTA**  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. E.M. Vepi)  
 (Cont. Ing. ...)  
 DATA: ...

**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI**  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. P. Marchesini)  
 DATA: ...

**STRETTO DI MESSINA**

CODICE C G 0 0 0 0 P A X D P C G S 5 C S 0 0 0 0 0 0 0 1 A S C A  
 REV. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

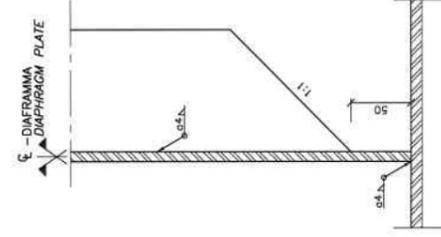
**DIAFRAMMA TIPO 1**  
 SCALA 1:20  
**DIAPHRAGM PLATE TYPE 1**  
 SCALE 1:20



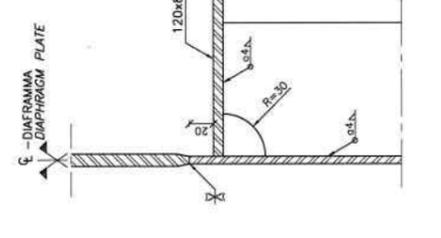
**TABELLA 1**  
**TABLE 1**  
 SPESSORE LAMIERE E CLASS ACCIAIO  
 PLATE THICKNESS AND STEEL GRADE

CASSONE STRADALE TIPO ROADWAY GIRDER TYPE	CS1 - CS8
11	10
12	8
13	16
CLASSE ACCIAIO/STEEL GRADE	S355

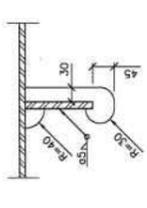
**SEZIONE B-B**  
 SCALA 1:2  
**SECTION B-B**  
 SCALE 1:2



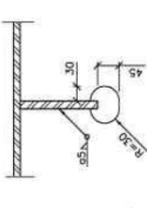
**SEZIONE A-A**  
 SCALA 1:2  
**SECTION A-A**  
 SCALE 1:2



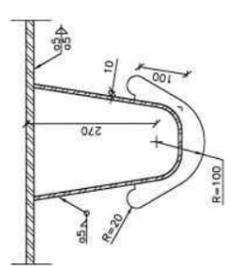
**PIATTO TIPO P1**  
 SCALA 1:5  
**FLAT TYPE P1**  
 SCALE 1:5



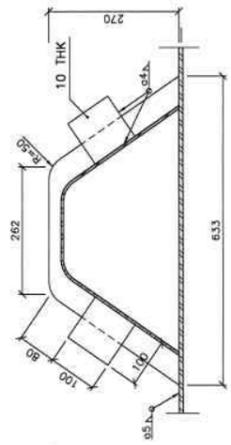
**PIATTO TIPO P2**  
 SCALA 1:5  
**FLAT TYPE P2**  
 SCALE 1:5



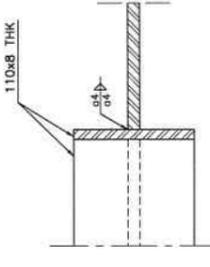
**NERVATURA TIPO RS1**  
 SCALA 1:5  
**TROUGH TYPE RS1**  
 SCALE 1:5



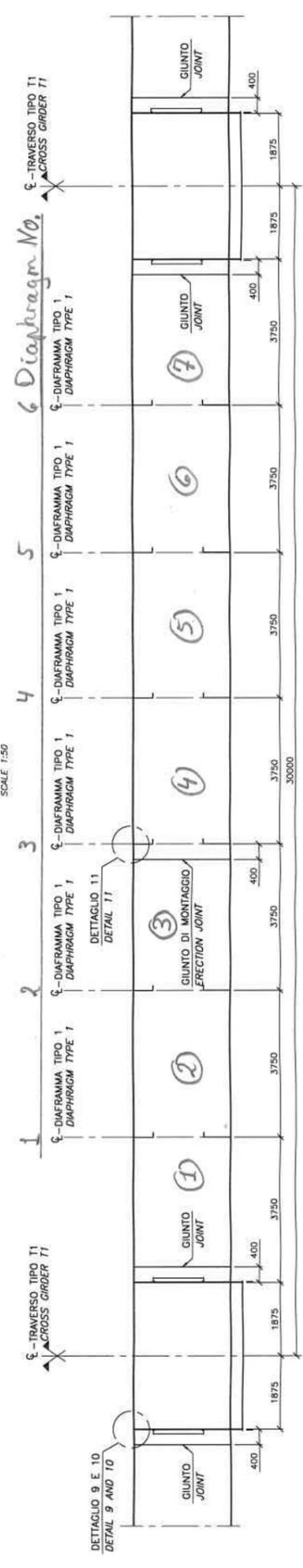
**NERVATURA TIPO RS2**  
 SCALA 1:5  
**TROUGH TYPE RS2**  
 SCALE 1:5



**SEZIONE C-C**  
 SCALA 1:2  
**SECTION C-C**  
 SCALE 1:2



**PROSPETTO**  
 SCALA 1:50  
**ELEVATION**  
 SCALE 1:50



Cell No.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>	<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>	

**Appendix 4.2.J - Reference drawing, diaphragms and cells in Railway Girder**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex	<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011	

**Appendix 4.2.K - Reference drawing, diaphragms and cells in Cross Girders**

NOTE GENERALI

NOTE:  
 DIMENSIONI: TUTTE LE DIMENSIONI SONO IN MILLIMETRI, SALVO OVE DIVERSAMENTE INDICATO. GLI ANGOLI SONO IN GRADI (0°-360°).  
 MATERIALI: CLASSE ACCIAIO SECONDO TABELLA 1.

ELABORATI DI RIFERIMENTO:  
 PD- NOTE GENERALI

NOTES:  
 DIMENSIONS: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE NOTED. ANGLES ARE IN DEGREES (0°-360°).  
 MATERIALS: STEEL GRADE ACCORDING TO TABLE 1.

REFERENCES:  
 PD- GENERAL NOTES

QUESTO ELABORATO GRAFICO VA LETTO INSIEME A:  
 THIS DRAWING TO BE READ IN CONJUNCTION WITH:  
 CG1000-PADPCG-SSTP000000-01  
 CG1000-PADPCG-SSTP000000-01  
 CG1000-PADPCG-SSTP000000-02

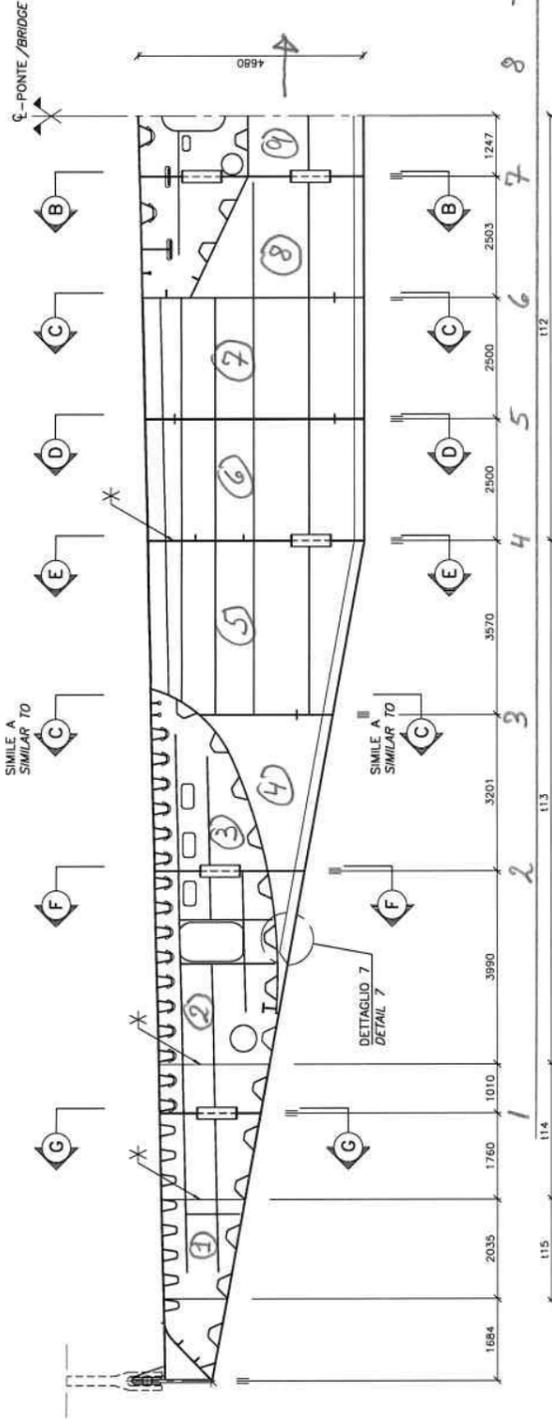
TABELLA 1  
 SPESORE LAMIERE E CLASSE ACCIAIO  
 TABLE 1  
 PLATE THICKNESS AND STEEL GRADE

TRAVERSO TIPO	T1	T3
11	25	28
12	25	28
13	23	25
14	20	20
15	20	20
16	14	14
17	23	28
18	23	28
19	20	23
110	20	23
111	18	18
112	12 (Z)	20 (Z)
113	16 (Z)	22 (Z)
114	20 (Z)	25 (Z)
115	25 (Z)	32 (Z)
CLASSE ACCIAIO	S460	S460

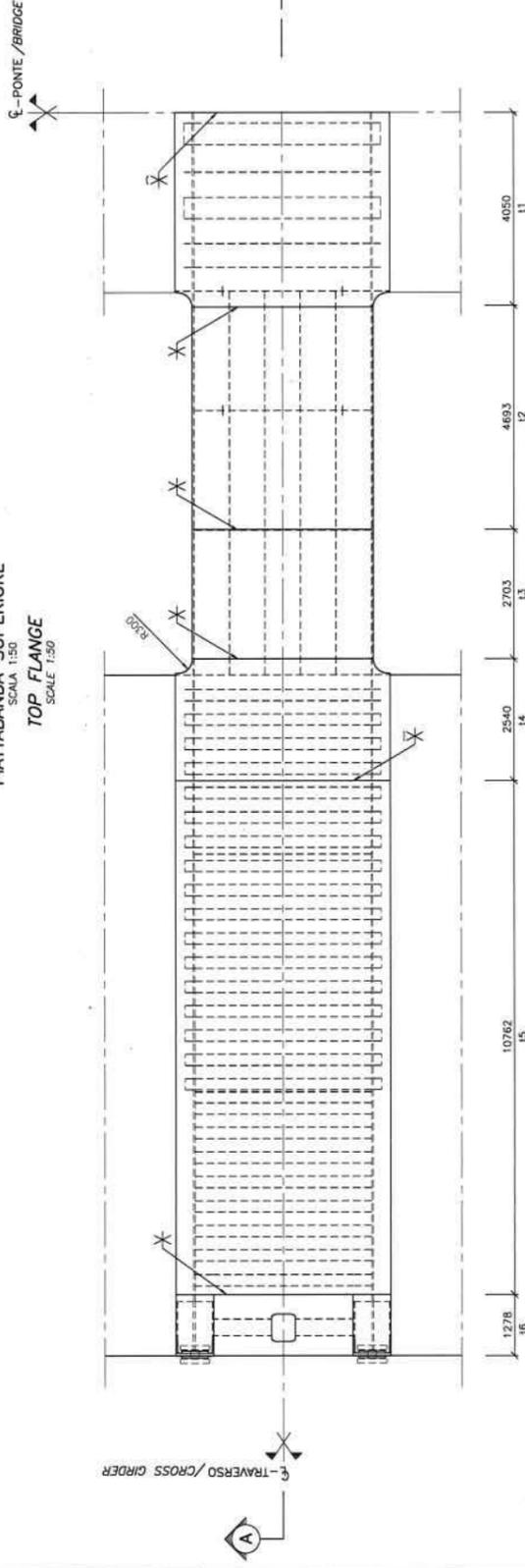
Cell No.

8 → 15 Diaphragm No.

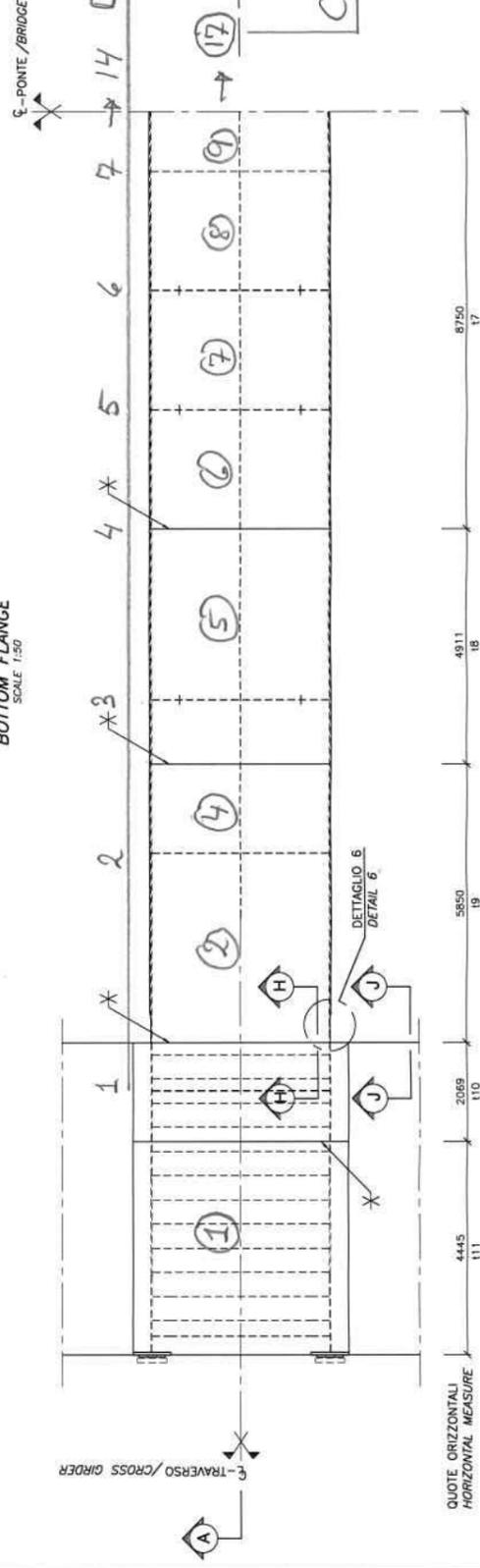
SEZIONE A-A  
 SCALE 1:50  
 SECTION A-A  
 SCALE 1:50



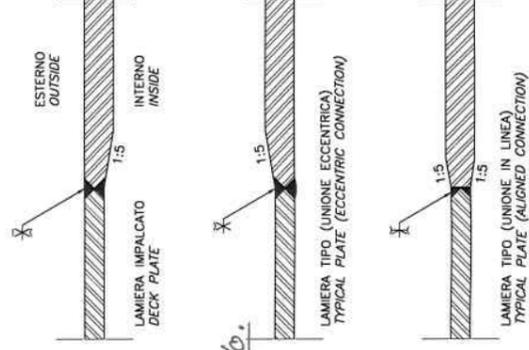
PIATTABANDA SUPERIORE  
 SCALE 1:50  
 TOP FLANGE  
 SCALE 1:50



PIATTABANDA INFERIORE  
 SCALE 1:50  
 BOTTOM FLANGE  
 SCALE 1:50



SALDATURE TIPO TRA LAMIERE  
 DI SPessori DIVERSI  
 TYPICAL WELDING BETWEEN PLATES  
 OF DIFFERENT THICKNESS



Cell No.

QUOTE ORIZZONTALI  
 HORIZONTAL MEASURE

**Stretto di Messina**  
 Società di Ingegneria, Architettura e Progettazione  
 Via S. Maria 11, 98100 Messina (ME) - Tel. 090/241411 - Fax 090/241412

**EUROLINK S.C.p.A.**  
 SOCIETÀ ITALIANA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
 COOPERATIVA MUTUARIA E CONSORTILE - C.M.C. di Roma Soc. Coop. s.r.l. (Membro)  
 SANI SPAJ (Membro) - SANI SPAJ (Membro) - SANI SPAJ (Membro)  
 IRI (Membro) - IRI (Membro) - IRI (Membro)

IL PROGETTISTA  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. E.M. Pappalardo)  
 DATA: \_\_\_\_\_

IL PROGETTO  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. E.M. Pappalardo)  
 DATA: \_\_\_\_\_

IL PROGETTO  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. E.M. Pappalardo)  
 DATA: \_\_\_\_\_

IL PROGETTO  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. E.M. Pappalardo)  
 DATA: \_\_\_\_\_

OPERA DI ATTRAVERSAMENTO  
 CONCEZIONE/DIMENSIONAMENTO GENERALE E DESEGNI D'ASSEMBLAMENTO  
 SOVRASTRUTTURE  
 IMPALCATO SOSPESO  
 TRAVERSI - CAMPATA CENTRALE - SEZIONE 1

REVISIONI  
 DESCRIZIONE  
 DATA  
 AUTORE  
 VERIFICATORE  
 APPROVATORE

PROGETTO DEFINITIVO

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 4.2.L - Reference drawing, Towers**

NOTE GENERALI

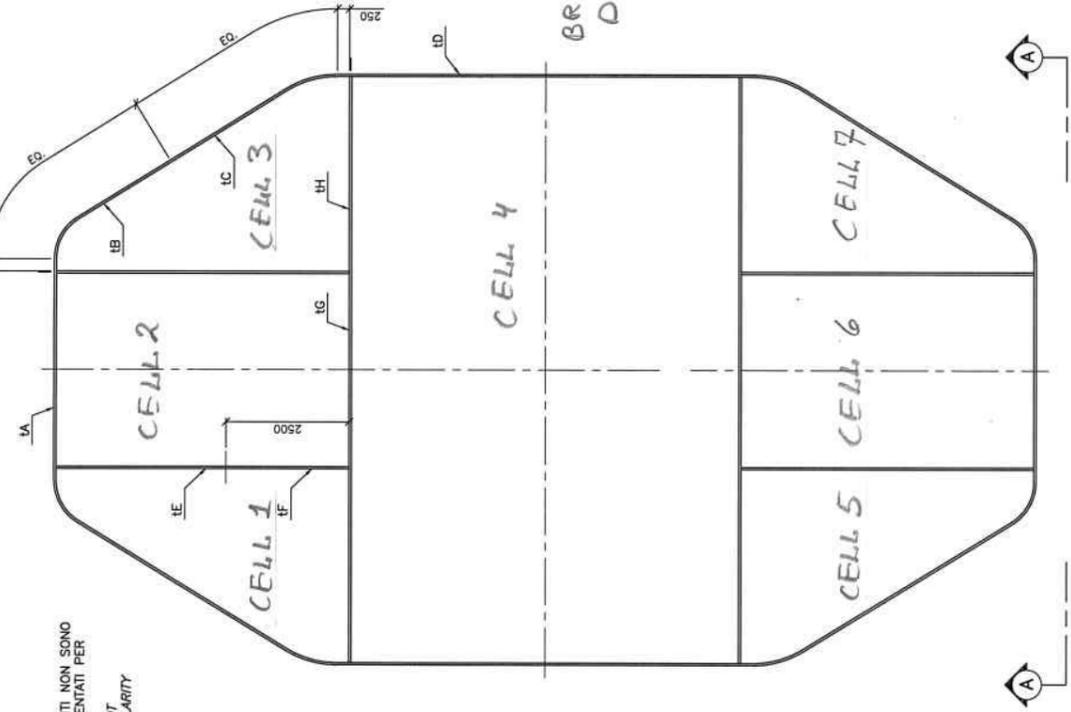
**NOTE:**  
 DIMENSIONI: TUTTE LE DIMENSIONI SONO IN MILLIMETRI, SALVO OVE DIVERSAMENTE INDICATO.  
 MATERIALI: ACCIAIO STRUTTURALE S460ML (UNI EN 10025-4). L'ACCIAIO DEVE AVERE RESISTENZA ALLO SNERVAMENTO GARANTITA DI 460 MPa PER S460ML, PER TUTTI GLI SPessori DELLE LAMIERE FINO A 100MM. DOVE INDICATO, SI DEVE UTILIZZARE ACCIAIO STRUTTURALE DI TIPO 2 CON CERTIFICATE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA A TRAZIONE TRASVERSALE CONFORME ALLA CLASSE Z25 (UNI EN 10164).

**MOMENTO FLETTENTE IMPRESSO:**  
 SI INTRODUCE UN TIE-BACK PERMANENTE, APPLICATO IN TESTA ALLA TORRE MEDIANTE IL CAVO PRINCIPALE, TALE DA DETERMINARE UNA FORZA DI TAGLIO PARI A 6.3 MN PER CASCUNA Gamba DELLA TORRE ED UNA CORRISPONDENTE DISTRIBUZIONE DEL MOMENTO FLETTENTE PERMANENTE NELLA TORRE.

**NOTES:**  
 DIMENSIONS: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE NOTED.  
 MATERIALS: STRUCTURAL STEEL S460ML (EN 10025-4). STEEL MUST PROVIDE A GUARANTEED YIELD STRENGTH OF 460 MPa FOR ALL PLATE THICKNESSES UP TO 100 mm. WHERE INDICATED, TYPE 2 STRUCTURAL STEEL WITH DEFORMATION PROPERTIES IN THE TRANSVERSE DIRECTION CERTIFIED TO EN 10164-Z25.

**IMPOSED BENDING MOMENT:**  
 A PERMANENT TIE-BACK MUST BE INTRODUCED BY THE MAIN CABLE AT THE TOWER TOP SO AS TO PRODUCE A SHEAR FORCE OF 6.3 MN PER TOWER LEG, AND A CORRESPONDING DISTRIBUTION OF BENDING MOMENT.

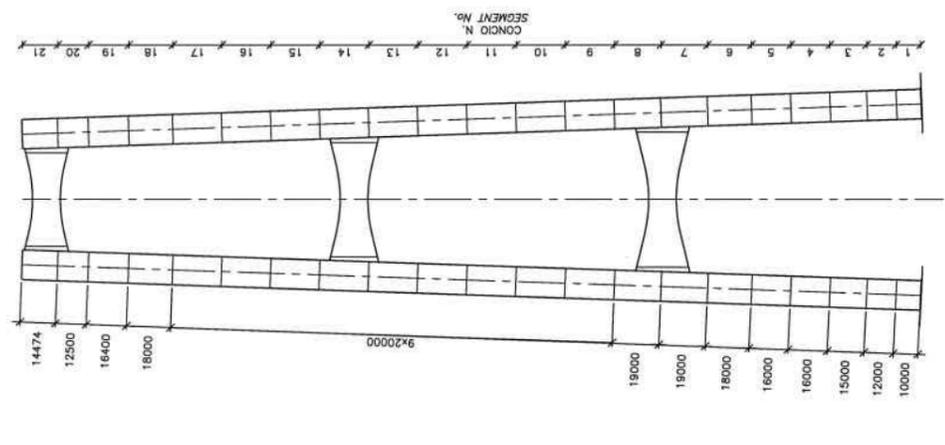
PIANTA  
 SCALE 1:50  
 PLAN  
 SCALE 1:50



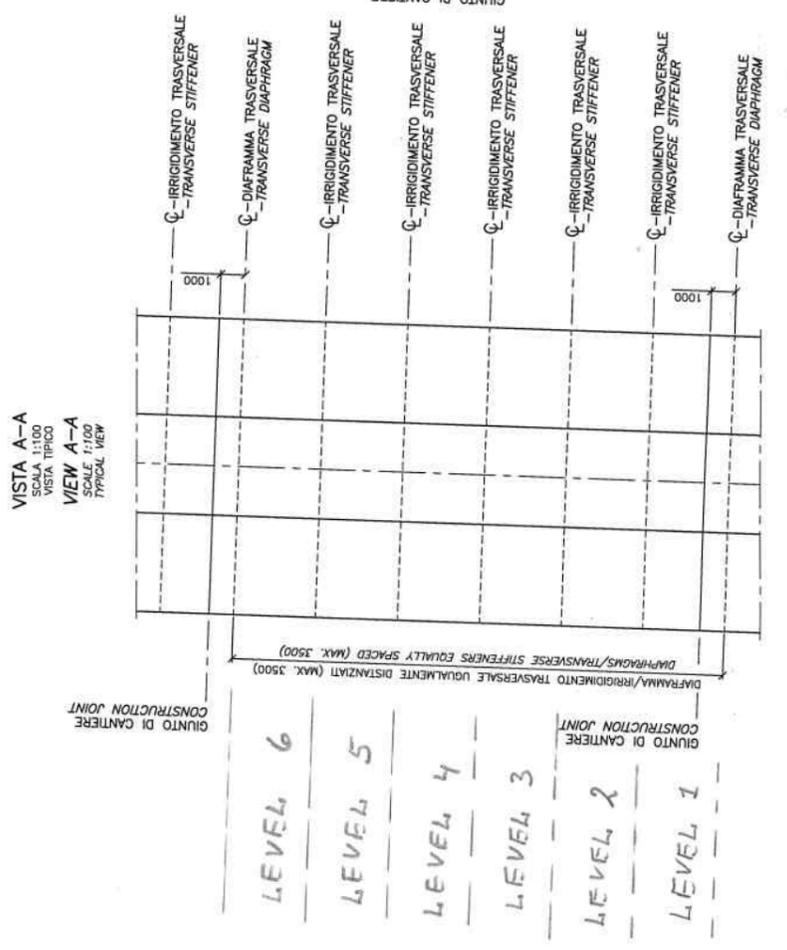
GLI IRRIGIDIMENTI NON SONO STATI RAPPRESENTATI PER CHIAREZZA  
 STIFFENERS NOT SHOWN FOR CLARITY

CONCIO SEGMENT	SPESORE LAMIERA / PLATE THICKNESS										N. DI DIAPHRAGME TRANSVERSALE / No. OF TRANSVERSE DIAPHRAGMS	N. DI IRRIGIDIMENTI TRANSVERSALE / No. OF TRANSVERSE STIFFENERS
	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VII		
1	90	80	90	85	80	75	75	75	75	75	1	2
2	80	80	80	75	80	70	65	65	65	65	1	3
3	80	80	70	60	65	55	45	45	45	45	1	4
4	80	80	55	45	55	45	45	45	45	45	1	4
5	75	75	50	35	50	35	35	35	35	35	1	4
6	65	65	45	45	45	35	35	35	35	35	1	5
7	65	65	60	65	50	40	35	35	35	35	2	4
8	70	70	70	70	60	60	45	45	45	45	2	5
9	60	60	60	55	50	45	45	45	45	45	1	5
10	60	60	50	45	50	35	35	35	35	35	1	5
11	55	55	40	40	40	35	35	35	35	35	1	5
12	55	55	50	50	45	35	35	35	35	35	1	5
13	60	60	60	60	50	40	35	35	35	35	2	4
14	70	70	55	50	50	35	35	35	35	35	2	4
15	75	70	60	55	55	35	35	35	35	35	1	5
16	75	75	55	55	55	35	35	35	35	35	1	5
17	70	70	50	50	50	35	35	35	35	35	1	5
18	65	60	55	55	45	35	35	35	35	35	1	5
19	50	50	50	55	35	40	35	35	35	35	1	4
20	40	40	45	45	35	45	35	35	35	35	2	2
21	45	35	45	45	45	40	40	40	40	45	1	4

PROSPETTO TRASVERSALE  
 SCALE 1:1000  
 TRANSVERSE ELEVATION  
 SCALE 1:1000



VISTA A-A  
 SCALE 1:100  
 VISTA IN CORRISPONDENZA DEL TRASVERSO 2  
 VIEW A-A  
 SCALE 1:100  
 VIEW AT CROSS BEAM 2



VISTA A-A  
 SCALE 1:100  
 VISTA TIPICA  
 VIEW A-A  
 SCALE 1:100  
 TYPICAL VIEW

VISTA A-A  
 SCALE 1:100  
 VISTA TIPICA  
 VIEW A-A  
 SCALE 1:100  
 TYPICAL VIEW

**Stretto di Messina**  
 EUROLINK S.C.P.A.  
 SOCIETA' ITALIANA PER LE OPERAZIONI DI TRASPORTO MARITTIMO  
 COOPERATIVA LAVORATORI E CONDOTTI E PIZZAGLIA S.p.A. (Messina)  
 SOCIETA' ITALIANA PER LE OPERAZIONI DI TRASPORTO MARITTIMO  
 IBERRAMUNDA - HEMMA NAVY INDUSTRIES CO. Lda (Messina)  
 A.C.I. S.C.P.A. - COOPERATIVA ITALIANA (Messina)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**OPERA DI ATTRAVERSAMENTO**  
 SOVRASTRUTTURE  
 TORRI  
 TORRE SINGOLA - TIPOLOGIA Gamba - SEZIONI SPESORE LAMIERE

CONCEZIONE/DIMENSIONAMENTO GENERALE E DISEGNI D'ASSIEME

IL PROGETTISTA  
 PROJECT MANAGER  
 (Ing. E.M. Vito)  
 COWI

IL PROGETTISTA  
 INGEGERE PRESTATO  
 SPECIALISTE  
 (Dot. Ing. ...)  
 (Ing. P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA  
 DATA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

CONCIO N. \_\_\_\_\_ SEGMENT NO. \_\_\_\_\_

14474 12500 16400 18000 9\*20000 19000 18000 18000 16000 16000 15000 12000 10000

CONCIO N. \_\_\_\_\_ SEGMENT NO. \_\_\_\_\_

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix 4.2.M - Reference drawing, Cross Beams**



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>	<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>	

**Appendix 4.2.N - Reference drawing, Terminal Structures**

NOTE GENERALI

NOTES:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE NOTED.

LEGENDS:  
CONCRETE C45/55

REFERENCES:  
PG 2D 80-005\_1 N01 1 GENERAL NOTES

①-⑬: Beam No.  
Field No., for example  
Field no.  
(10-11), (16-1c),  
on the Sicily side

THIS DRAWING TO BE READ IN CONNECTION WITH:  
PG 2D 80-017\_N11 1  
PG 2D 80-017\_N13 1  
PG 2D 80-017\_N14 1  
PG 2D 80-017\_N15 1  
PG 2D 80-017\_N16 1  
PG 2D 80-017\_N17 1  
PG 2D 80-017\_N18 1  
PG 2D 80-017\_N19 1  
PG 2D 80-017\_N20 1  
PG 2D 80-017\_N21 1

**Stretto di Messina**  
SINETTO DI MESSINA S.p.A. - CONCESSIONARIA DI STATO D.I.M. n. 3437/80  
L. 15/7/71 PER UN COLLEGAMENTO STABILE, VASO E FONDAMENTO TRA LA SICILIA E IL CONTINENTE

**PROGETTO DI GARA**  
PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE  
UNIPOL S.P.A. (INQUADRO)  
SOCIETA' ITALIANA PER CONOTTE DI MESSINA S.P.A. (INQUADRO)  
COOPERATIVA RIBATORI E CONDOTTI S.R.L. (INQUADRO)  
IBRAKALMUNA - HARBIA KAWA INDUSTRIES CO. LTD. (INQUADRO)  
A.C.I. S.C.P.A. - COOPERATIVA STABILE (INQUADRO)

PROGETTISTI  
BUCIOLADO & TAYLOR LTD  
SUNG & BELL PARTNER LTD

CONCORSO E REALIZZAZIONE  
CONCORSO E REALIZZAZIONE  
CONCORSO E REALIZZAZIONE  
CONCORSO E REALIZZAZIONE

COMI A/S  
BUCIOLADO & TAYLOR LTD  
SUNG & BELL PARTNER LTD

PROGETTISTI  
IN.CO.INGENIERI CONSULTING S.P.A.  
P.C.A. - ANTONIO CARLINI S.P.A.  
SINT.INGENIERIA S.R.L.  
STRASSE PROJEKTBURO GMBH  
OFFICE TECNICO A.T.L.

PROGETTO  
L'OPERA D'ATTRAVERSAMENTO  
TERMINAL STRUCTURE SICILIA AND CALABRIA  
SUPERSTRUCTURE - SECTIONS I

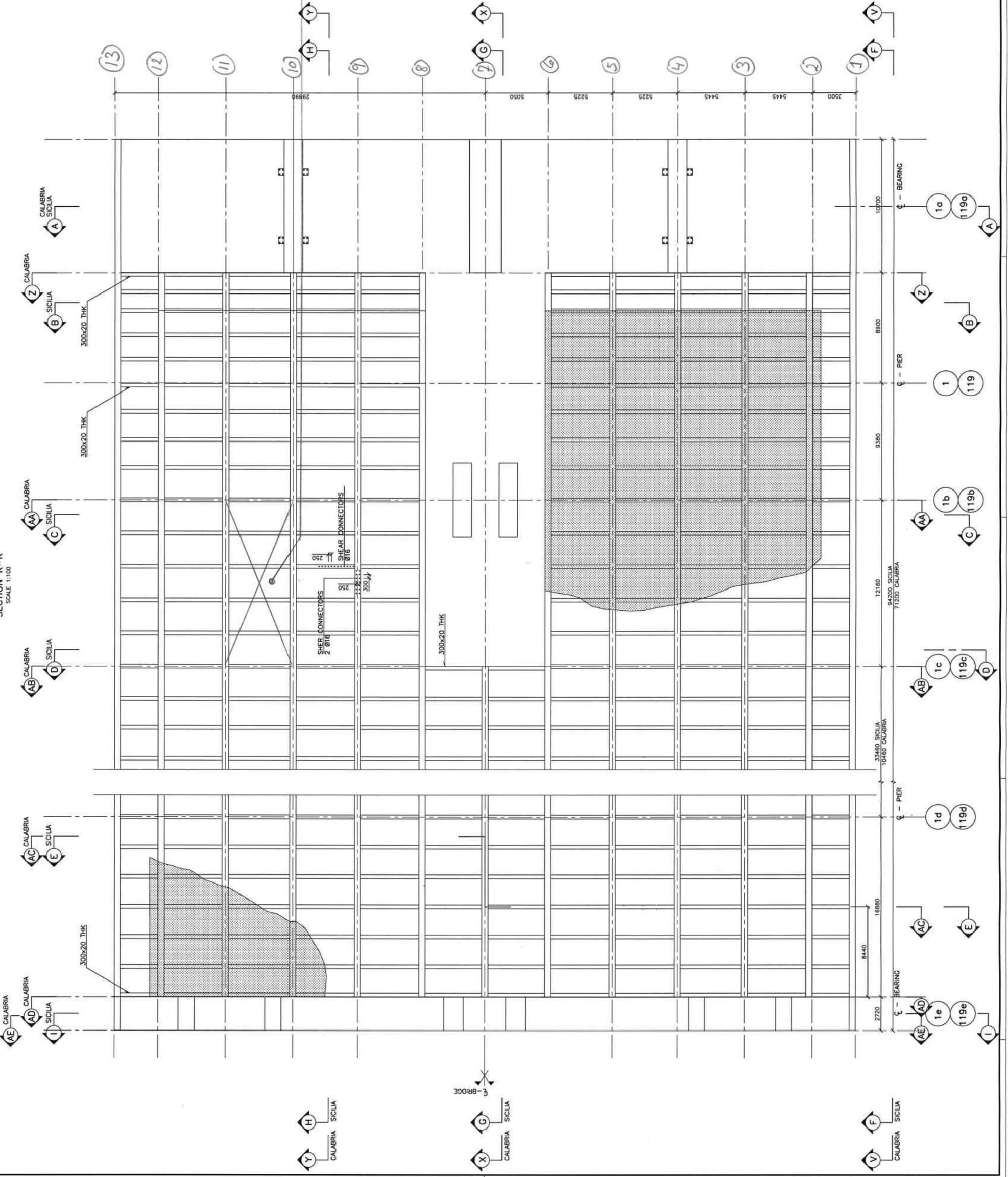
PARTE: 2  
IL PONTE ED I SUOI COLLEGAMENTI -

ELABORAZIONE  
PG 2D 80-017\_1 1 N11 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N12 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N13 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N14 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N15 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N16 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N17 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N18 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N19 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N20 1  
PG 2D 80-017\_1 1 N21 1

Scale: 1:100  
Date: 20/06/05

PROGETTISTA: JAMO/LL  
APPROVATO: HPG/HKAC

SECTION K-K  
SCALE 1:100



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

#### Appendix 4.2.O - Reference drawing, Bearings



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance  Manual, Annex</p>	<p><i>Codice documento</i>  PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i>  0</p>	<p><i>Data</i>  13-04-2011</p>	

**Appendix 4.2.P - Reference drawing, Expansion Joints**

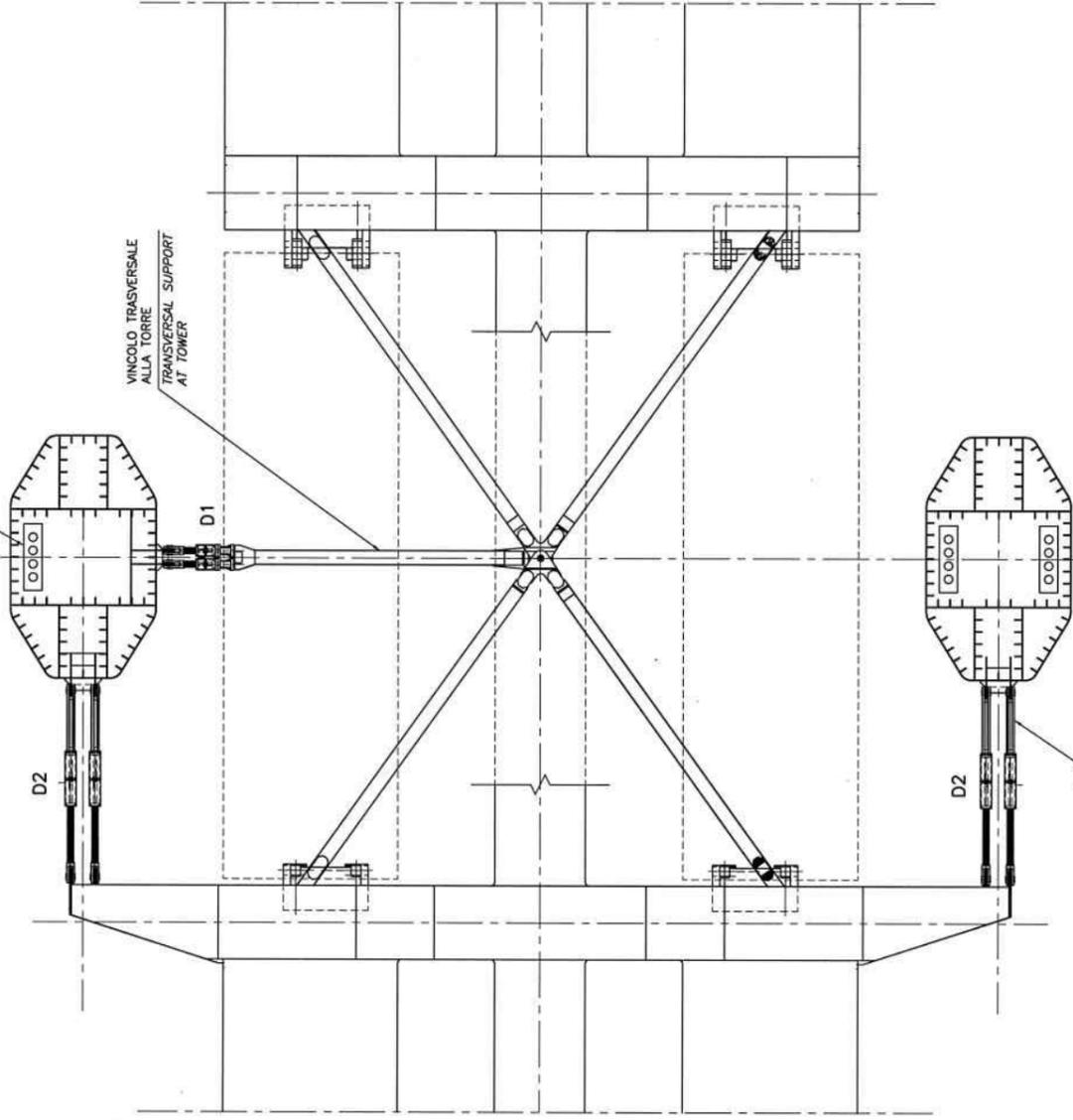


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix 4.2.Q - Reference drawing, Hydraulic buffers, D1 and D2**

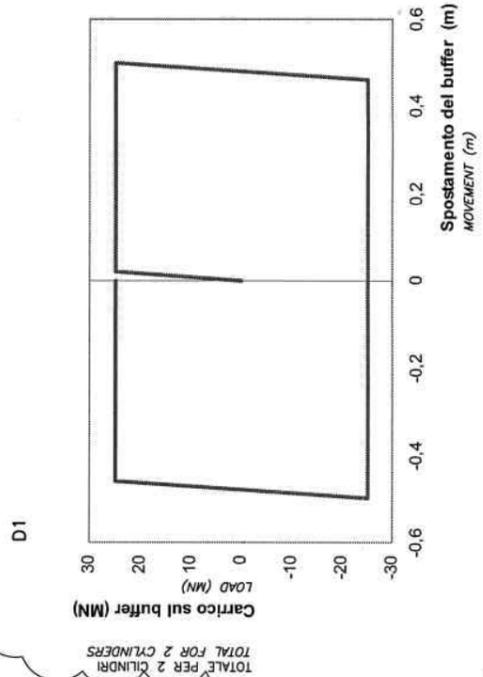
CONFIGURAZIONE DEI VINCOLI ALLA TORRE  
 SCALE 1:200  
 SUPPORT ARRANGEMENT AT TOWER

UNITA' ACCUMULATORE PER BUFFER D2  
 SU ENTRAMBI I LATI DELLA TORRE  
 ACCUMULATOR UNIT FOR BUFFERS  
 D2 AT BOTH SIDES OF TOWER

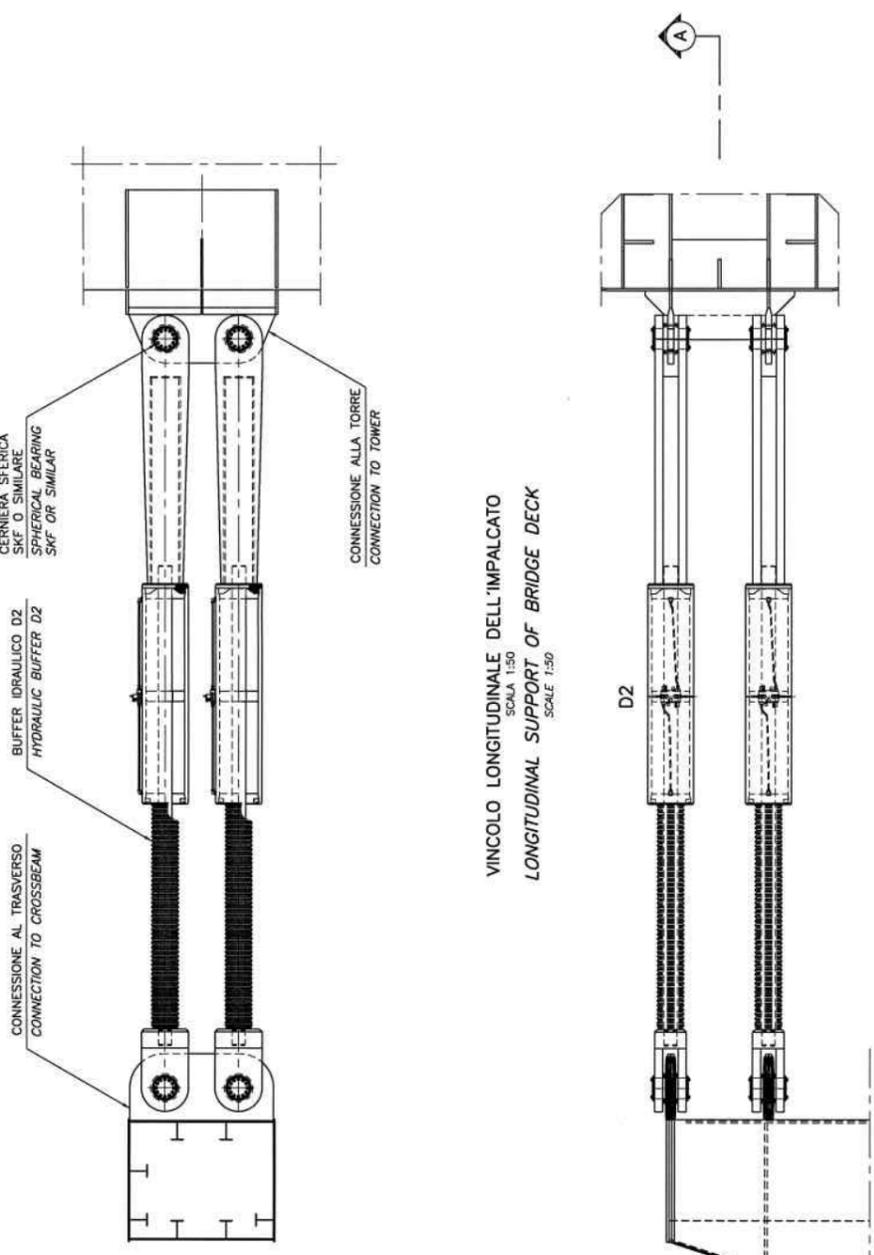


VINCOLO LONGITUDINALE  
 ALLA TORRE  
 LONGITUDINAL SUPPORT  
 AT TOWER

HOLD



SEZIONE A-A  
 SCALE 1:50  
 SECTION A-A  
 SCALE 1:50



VINCOLO LONGITUDINALE DELL'IMPALCATO  
 SCALE 1:50  
 LONGITUDINAL SUPPORT OF BRIDGE DECK  
 SCALE 1:50

D2

A

A

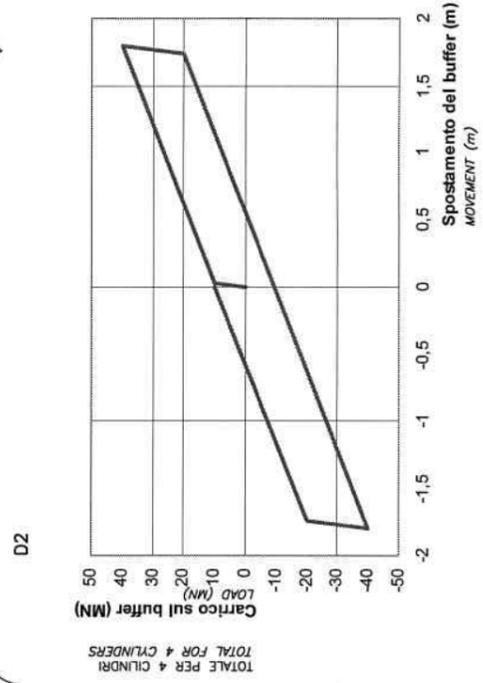
SPOSTAMENTI RELATIVI DELL'IMPALCATO  
 GIRDER MOVEMENTS RELATIVE TO THE TOWER

	SPOSTAMENTI (m)		ULS
	SLS1	SLS2	
SPOSTAMENTO ORIZZONTALE VERSO LA CAMPATA LATERALE HORIZONTAL MOVEMENT TOWARDS SIDE SPAN	1.200	1.400	1.800
SPOSTAMENTO ORIZZONTALE VERSO LA CAMPATA PRINCIPALE HORIZONTAL MOVEMENT TOWARDS MAIN SPAN	1.200	1.400	1.800
SPOSTAMENTO ORIZZONTALE TRASVERSALE HORIZONTAL MOVEMENT TRANSVERSE	0.050	0.050	0.500
SPOSTAMENTO VERTICALE VERSO L'ALTO VERTICAL MOVEMENT UPWARDS	1.200	1.550	2.100
SPOSTAMENTO VERTICALE VERSO L'ALTO VERTICAL MOVEMENT UPWARDS	0.200	0.400	0.700

ROTAZIONE NEI BUFFER  
 ROTATION IN BUFFERS

	ROTAZIONI ATTORNO ALL'ASSE (RAD)		ULS
	SLS1	SLS2	
VERTICALE VERTICAL	±0.040	±0.050	±0.060
LONGITUDINALE LONGITUDINAL	±0.040	±0.060	±0.070
TRASVERSALE TRANSVERSE	±0.010	±0.020	±0.030
VERTICALE VERTICAL	±0.040	±0.050	±0.060
LONGITUDINALE LONGITUDINAL	±0.050	±0.060	±0.070
TRASVERSALE TRANSVERSE	±0.200	±0.250	±0.300

HOLD



**Stretto di Messina**  
 Società per Azioni  
 Sede e Direzione Generale: Via S. Sisto, 1 - Catania  
 Capitale Sociale: Euro 1.000.000.000,00 (interamente versato)  
 Registro Imprese di Catania, n. 10148/19088

**PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA**  
 PROGETTO DEFINITIVO

INGEGNERIA  
 PROGETTO MANAGER  
 (Ing. E.M. Verrini)  
 (C.O.N.C.E.)

INGEGNERIA  
 PROGETTO MANAGER  
 (Ing. P. Marceglia)

OPERA DI ATTRAVERSAMENTO  
 SOVRASTRUTTURE  
 SISTEMA DI ARTICOLAZIONE  
 CONNESSIONE TRA IMPALCATO E TORRE

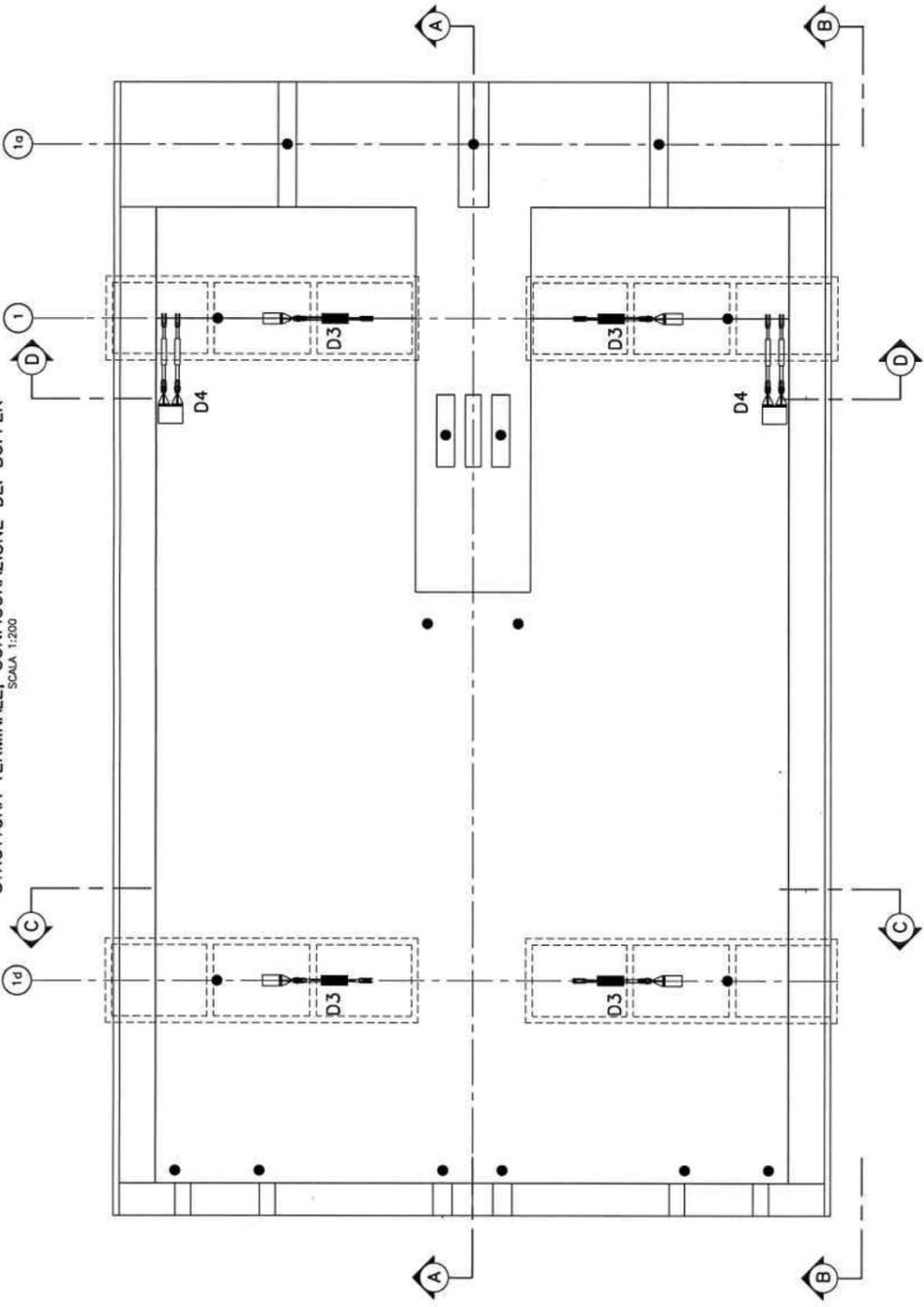
CONCEZIONE/DIMENSIONAMENTO GENERALE E DISegni D'ASSEMBLAMENTO  
 SOVRASTRUTTURE  
 SISTEMA DI ARTICOLAZIONE  
 CONNESSIONE TRA IMPALCATO E TORRE

PROGETTO DEFINITIVO

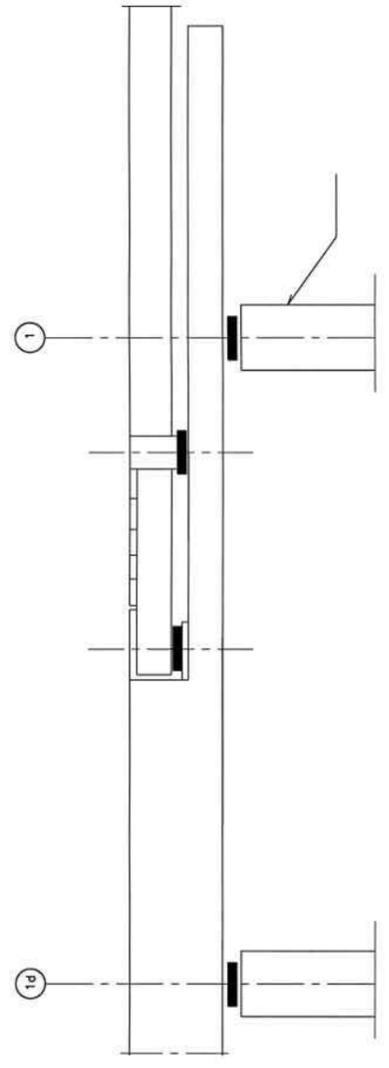
		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 4.2.R - Reference drawing, Hydraulic buffers, D3 and D4**

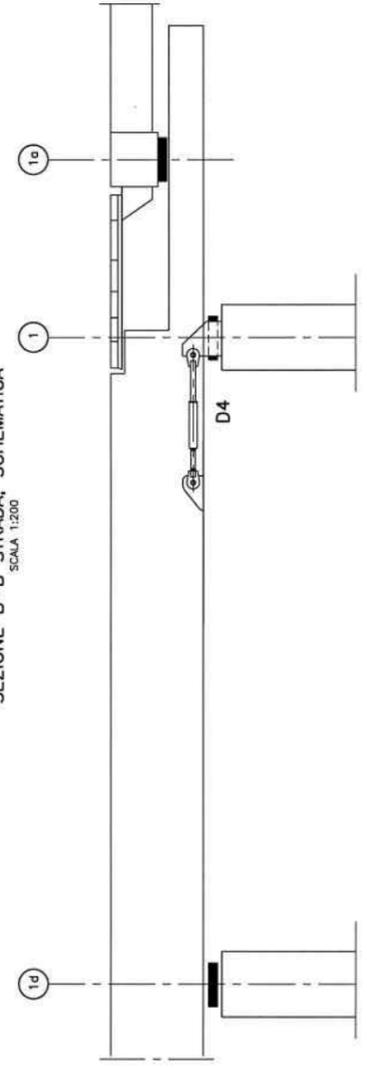
STRUTTURA TERMINALE, CONFIGURAZIONE DEI BUFFER  
SCALA 1:200



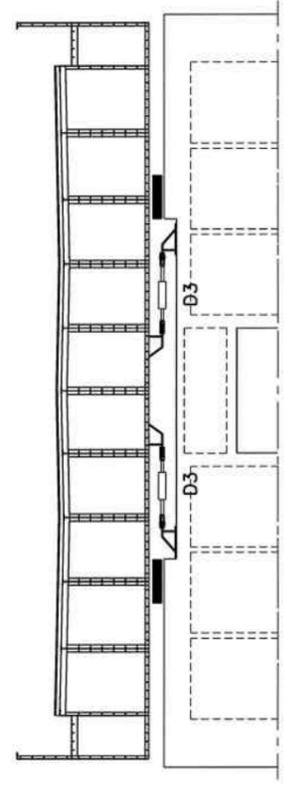
SEZIONE A-A FERROVIA, SCHEMATICA  
SCALA 1:200



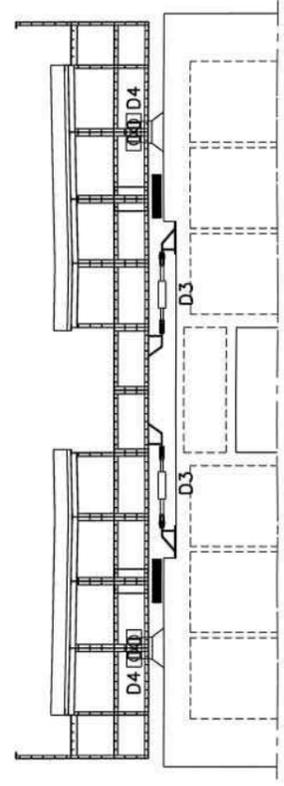
SEZIONE B-B STRADA, SCHEMATICA  
SCALA 1:200



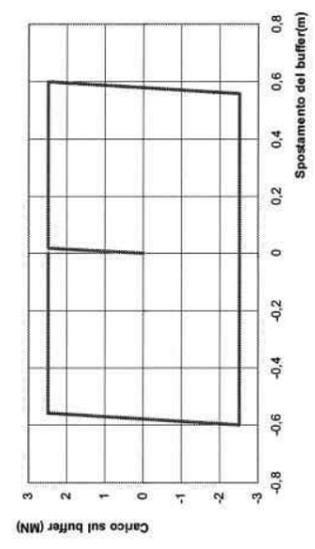
SEZIONE C-C, SCHEMATICA  
SCALA 1:200



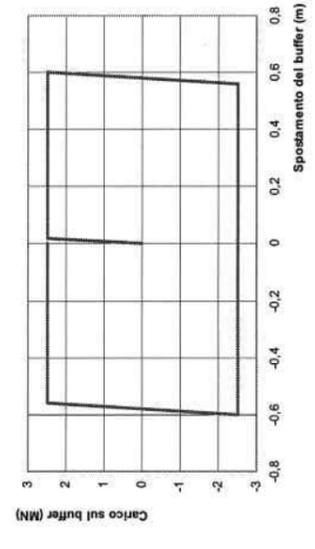
SEZIONE D-D, SCHEMATICA  
SCALA 1:200



BUFFER D4



BUFFER D3



	SLS1	SLS2	ULS
Spostamenti relativi dell'impalcato rispetto alle torri	0.10	0.30	0.60
Spostamento orizzontale verso la campata laterale	0.10	0.30	0.60
Spostamento orizzontale verso la campata principale	0.10	0.30	0.60
Spostamento orizzontale trasversale	0.01	0.02	0.04
Spostamento verticale verso il basso	0.01	0.02	0.04

**Stretto di Messina**  
 SOCIETA' DI MESSINA S.p.A. - CONCESSIONARIA DI STATO D.L.M. n. 3437/95  
 LEGGE n. 118/77 PER UN COLLEGAMENTO STRADALE, FERROVIARIO, MARITTIMO E AEREO  
**PROGETTO DI GARA**  
 PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

**ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE**  
 MANGIOLLO S.p.A. (Messina)  
 SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (Messina)  
 COOPERATIVA IMPIANTISTI E COSTRUTTORI S.p.A. (Messina)  
 BHMARUJAMA - HARMANIKY INVESTICES CO. LM (Messina)  
 A.C.I.S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (Messina)

**Progettisti**  
 COWI s.p.s.  
 Bieldorff & Byjor LTD  
 Sunde & Gierl Partner LTD

**Consulente e Direzione**  
 Università degli Studi di Catania - Prof. Lorenzo  
 Sestini  
 Università La Sapienza - Prof. Corrado  
 URSI TRENZI A.T.L.

**Parte: 2**  
**IL PONTE ED I SUOI COLLEGAMENTI -**  
**L'OPERA D'ATTRAVERSAMENTO**  
**STRUTTURA TERMINALE**  
**CONFIGURAZIONE DEI BUFFER**

PROGETTO: 2008-10-10  
 REVISIONE: 2008-10-10  
 AUTORE: SOLA  
 APPROVATO: ATI  
 LAVORO: LTS/ARUC  
 DATA: 05-04-2005

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

#### Appendix 4.2.S - Reference Drawing, Dehumidification Plants



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

#### Appendix 4.4.A - Component Sheets

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.01.3.A**

Bridge Component Code: Element 1.2.3. (P-SV-I3)(Deck).

**Technical Procedure:** TP No. 3.01    **TI:** 3.01.3

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.3.1 (P-SV-I3-CF)	Deck Railway Girder – Internal Surfaces
1.2.3.2 (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Sicily -Internal surfaces.
1.2.3.3. (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Calabria - Internal surfaces.
1.2.3.4. (P-SV-I3-TP)	Deck Box Cross Girders - Internal surfaces.
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection (Walk through inspection of all surfaces)
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection of all surfaces)
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	From Service Lane through access points into box girders.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Minor Weld Repairs.	
Sealing of access points.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Hot weather may increase temperature within box sections. Traffic noise may be noticeable, particularly rail traffic.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Steel box girders:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Steel box section fabricators:	XXX (See sheet ??– External areas)
<b>SPARES:</b>	None

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.01.3.B**

Bridge Component Code: Element 1.2.3. (P-SV-I3)(Deck). Secondary Steel.

**Technical Procedure:** TP No. 3.01    **TI:** 3.01.3

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.3.1 (P-SV-I3-CF)	Deck Railway Girder – Internal Areas – Secondary steelwork.
1.2.3.2 (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Sicily -Internal Areas – Secondary steelwork.
1.2.3.3. (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Calabria - Internal Areas – Secondary steelwork.
1.2.3.4. (P-SV-I3-TP)	Deck Box Cross Girders - Internal Areas – Secondary steelwork.
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection.
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection)
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	From Service Lane through access points into box girders.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Minor Repairs, bolt tightening.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Hot weather may increase temperature within box sections. Traffic noise may be noticeable, particularly rail traffic.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Secondary steelwork:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Secondary steelwork fabricators:    Await details.	
<b>SPARES:</b>	None.

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.01.3.C**

Bridge Component Code: Element 1.2.3. (P-SV-I3)(Deck). Access Manholes.

**Technical Procedure:** TP No. 3.01    **TI:** 3.01.3

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.3.1 (P-SV-I3-CF)	Deck Railway Girder – Internal Areas – Access manholes.
1.2.3.2 (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Sicily -Internal Areas – Access manholes.
1.2.3.3. (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Calabria - Internal Areas – Access manholes.
1.2.3.4. (P-SV-I3-TP)	Deck Box Cross Girders - Internal Areas – Access manholes.
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection.
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection)
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	From Service Lane through access points into box girders.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Minor Repairs, grease hinges, check locks and seals.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Hot weather may increase temperature within box sections. Traffic noise may be noticeable, particularly rail traffic.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Access manholes:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Access manhole fabricators: Await details.	
<b>SPARES:</b>	Locks and keys may be considered.

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.01.4.A**

Bridge Component Code: Element 1.2.3. (P-SV-I3)(Deck).

**Technical Procedure:** TP No.3.01    **TI:** 3.01.4

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.3.1 (P-SV-I3-CF)	Deck Railway Girder - external painted surfaces and platforms.
1.2.3.2 (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Sicily - external surfaces.
1.2.3.3. (P-SV-I3-??)	Deck Roadway Girder Calabria - external surfaces.
1.2.3.4. (P-SV-I3-TP)	Deck Box Cross Girders - external surfaces.
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection of all surfaces)
<b>Reliability Based Inspections (RBI)</b>	
Assessment for renewal of top coat of painted structural steelwork.	
4 Yearly	Reliability Based Special Inspection (RBI) of selected representative areas
At year 16	Reliability Based Principal Inspection of painted surfaces
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	Using side tracks and travelling maintenance gantries.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Patch painting.	
Minor Weld Repairs	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Dictated by gantry operations.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Steel box girders:	Designed for the life of the Bridge.
Paint system:	Top Coat 20 years – assessed by RBI.
Gantry runway beams:	Replaceable elements.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Steel box section fabricators:	XXX (See sheet ?? – internal areas)
Paint systems:	Refer to Data Sheets. Ref: XX

<b>SPARES:</b>	None

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.01.4.B**

Bridge Component Code: Element 1.3.1.2. (P-SS-R4-BF) (Wind Screens)

**Technical Procedure:** TP No. 3.01    **TI:** 3.01.4

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.3.1.2 (P-SS-R4-BF)    Bridge Secondary Structures – Wind Screens	
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection of all surfaces and fixings)
Refer to manufacturer's product sheet for details of additional inspection requirements.	
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	Using side tracks and travelling maintenance gantries.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Galvanising expected to last for 50 years. Refer to manufacturer's product sheet for details of additional requirements.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Dictated by gantry operations.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Wind Screens:	Designed for the life of the Bridge.
Paint system:	Minor Maintenance XX years, Repaint after YY years.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Wind Screen Suppliers	To be included.
Paint systems:	Refer to Data Sheets. Ref: XX
<b>SPARES:</b>	A small number of spare posts, rails and fixings should be considered.

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.01.4.C**

Bridge Component Code: Element 1.3.1.1. (P-SS-R4-CR) (Service Lane)

**Technical Procedure:** TP No. 3.01    **TI:** 3.01.4

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.3.1.1 (P-SS-R4-CR)    Bridge Secondary Structures – Service Lane (Deck panels)	
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection of all surfaces and fixings)
Refer to manufacturer's product sheet for details of additional inspection requirements.	
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	Using side tracks and travelling maintenance gantries.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Refer to manufacturer's product sheet for details of requirements.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Dictated by gantry operations.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Deck panels:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Deck Panel Suppliers	To be included.
<b>SPARES:</b>	A small number of spare deck panels should be considered.

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.1.A**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.4.1. (P-SV-S7-CA))(Main Cable).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.1

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.4.1.	Main Suspension cables.
1.2.2.4.1.1-4.3.	Wrapping membrane to main cables
<b>INSPECTION:</b>	
3 Monthly	Routine Superficial Inspection from Road level and tower top.
2 Yearly	Routine General Inspection from main cable walkway (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection from Access Gantries (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	As noted above.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Procedure for patch repairs of wrapping membrane to be developed.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Weather restrictions to be determined for access to main cable.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Main cable:	Designed for the life of the Bridge.
Wrapping:	Up to 30 years with possible patch repairs.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Main Cable:	XX
Wrapping Membrane:	YY
<b>SPARES:</b>	Patch repair kit for minor repairs to neoprene wrapping.

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.1.B**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.1. (P-SV-S7-C0))(Cable Clamps).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.1

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.1.1-3.n.1 .	Cable clamp castings
1.2.2.1.1-3.n.2.	Cable clamp bolts
1.2.2.1.1-3.n.3.	Cable clamp seals
<b>INSPECTION:</b>	
3 Monthly	Routine Superficial Inspection from Road level and tower top.
2 Yearly	Routine General Inspection from main cable walkway (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection from Access Gantries as appropriate (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b> None as routine but cable clamp bolt lengths/tensions may need to be checked under Special Inspections.	
<b>MAINTENANCE:</b> As a result of inspection.	
<b>MEANS OF ACCESS:</b> As noted above.	
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Procedure for sealant repair/replacement to be developed.	
Requirement for bolt tension checking to be determined.	
Patch paint repairs of clamps.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Weather restrictions to be determined for access to main cable.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Cable clamps:	Designed for life of the bridge.
Bolts:	Designed for life of the bridge.
Sealant:	c25 years.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Cable clamps:	XX
Bolts:	YY
Sealant:	ZZ
<b>SPARES:</b>	
	Sealant repair kit.
	Consider storing a small number of cable clamp bolts (c12).

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.1.C**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.3. (P-SV-S7-PE))(Hangers).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.1

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.3.1-3.n.1.	HDPE sheaths
1.2.2.3.1-3.n.2.	Steel wires
1.2.2.3.1-3.n.3.	Hanger Sockets
1.2.2.3.1-3.n.4.	Upper connections
1.2.2.3.1-3.n.5.	Lower Connections
1.2.2.3.1-3.n.6.	Dampers/spacers
<b>INSPECTION:</b>	
3 Monthly	Routine Superficial Inspection from Road level and tower top.
2 Yearly	Routine General Inspection from road level and the main cable walkway (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection from Access Gentries as appropriate (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b> As noted above.	
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Procedure for patch repair of HDPE covering.	
Patch paint repairs of sockets and attachments.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Weather restrictions to be determined for access to main cable.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
All parts :	up to 60 years
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Hangers, sockets, pins:	XX
Bearings:	YY
<b>SPARES:</b>	Patch repair kit for damage to HDPE sheaths Spare attachments – dampers/spacers

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.1.D**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.5. (P-SV-S7-??)(Handstrand Ropes).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.1

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.5.1.1-4.1.	Outer Handstrand Ropes (50mm)
1. 2.2.5.1.1-4.1.	Inner Handstrand Ropes (25mm)
1. 2.2.5.1.1-4.1.	Support Posts and Clamps
1. 2.2.5.1.1-4.1.	Rope Anchorages – Deck Level
1. 2.2.5.1.1-4.1.	Rope Anchorages – Tower Tops
<b>INSPECTION:</b>	
3 Monthly	Routine Superficial Inspection from Road level and tower top.
2 Yearly	Routine General Inspection from main cable walkway (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection from Access Gantries (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	As noted above.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Corrosion protection to ropes.	
Patch paint repairs.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Weather restrictions to be determined for access to main cable.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Ropes and sockets:	Up to 30 years.
Posts and clamps:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Ropes and sockets:	XX
Posts and clamps:	YY
<b>SPARES:</b>	Check replacement lead times but consider a number (4?) of spare posts are stored in case of damage to these bridge parts in service.

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.1.E**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.2. (P-SV-S7-SL-ST))(Tower Saddles).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.1

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.2.2.	Tower Saddles
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine General Inspection at Tower Top (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection at Tower Top (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b> None	
<b>MAINTENANCE:</b> As a result of inspection.	
<b>MEANS OF ACCESS:</b> As noted above.	
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Patch paint repairs.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> Weather restrictions to be determined for access to tower top.	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Saddles:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Tower Top Saddles:	XX
<b>SPARES:</b> None	

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.2.A**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.2. (P-SV-S7-SL-SA))( Splay Saddles).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.2

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.2.1.	Splay Saddles in anchorage chambers
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine General Inspection within anchorages (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection within anchorages (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	As noted above.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
None	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> None	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Splay Saddles:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Splay Saddles:	XX
<b>SPARES:</b>	None

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.2.B**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.4. (P-SV-S7-CA))( Main cables at anchor blocks ).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.2

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.4.1.1-4.2.	Main cable inside anchor blocks.
1.2.2.4.1.1-4.4.	Cross head plate inside anchor blocks.
1.2.2.4.1.1-4.5.	Anchor rods inside anchor blocks.
1.2.2.4.1.1-4.6.	Upper anchor plate inside anchor blocks.
1.2.2.4.1.1-4.7.	Anchor bolts inside anchor blocks.
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine General Inspection within anchorages (Alternate at 1 year).
6 Yearly	Principal Inspection within anchorages (Alternate at 3 years).
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	As noted above.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
None	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b> None	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Cable and anchorage components:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Main Cables:	Refer to Component Sheet TP YY - TI 01 – 01.
Cross head plate:	XX
Anchor rods:	YY
Upper anchor plate:	ZZ
Anchor bolts:	QQ
<b>SPARES:</b>	None

**COMPONENT SHEET REF: TP 3.02.2.C**

Bridge Component Code: Element 1.2.2.4.1.1-4.8???. (P-SV-S7-CA). (Secondary Steel in anchor blocks).

**Technical Procedure:** TP No. 3.02    **TI:** 3.02.2

<b>COMPONENT DESCRIPTION:</b>	
1.2.2.4.1.1-4.8???	Main cable –Anchor block, Internal Areas – Secondary steelwork.
<b>INSPECTION:</b>	
2 Yearly	Routine Visual Inspection.
6 Yearly	Principal Inspection (close visual inspection)
<b>MEASUREMENTS:</b>	None
<b>MAINTENANCE:</b>	As a result of inspection.
<b>MEANS OF ACCESS:</b>	As noted above.
<b>MAINTENANCE PROVISION / SPECIAL REQUIREMENTS:</b>	
Minor Repairs, bolt tightening.	
<b>OPERATING RESTRICTIONS:</b>	
<b>DESIGN/SERVICE LIFE:</b>	
Secondary steelwork:	Designed for the life of the Bridge.
<b>DRAWING REFERENCES:</b>	
<b>SUB CONTRACTORS/PRODUCTS / MANUFACTURERS REFERENCES:</b>	
Secondary steelwork fabricators:	Await details.
<b>SPARES:</b>	None.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix 5.10.A - Technical Procedure for inspection and maintenance of Bridge Suspension System**

# Technical Procedure No. 3.02: Element 1.2.2. (P-SV-S7) Suspension system

## TECHNICAL PROCEDURE FOR INSPECTION AND MAINTENANCE OF BRIDGE SUSPENSION SYSTEM **DRAFT**

### 1. Purpose

This Technical Procedure describes the inspection and maintenance activities that are required for the suspension system of the Messina Strait Bridge. The procedure is provided to set out the inspection and maintenance activities necessary to ensure that these elements of the bridge are maintained such that their function is assured, throughout the bridge design life, without the need for unplanned corrective maintenance works.

This procedure sets out the requirements for the following categories of Inspection:

- a) Routine Inspections
- b) Principal Inspections
- c) Special Inspections

The procedure covers those bridge parts listed under Section 2 below. However, the following parts will be accessed during aspects of the inspections and consideration should be given to inspecting such parts concurrently:

e.g. Secondary Steelwork, i.e. Access stairs and platforms in the anchorage chambers – TI to be developed for these parts.

### 2. Validity of the Technical Procedure

This procedure relates to the bridge suspension system and includes the following bridge elements:

- Element 1.2.2.1. Cable Clamps
- Element 1.2.2.2. Tower Saddles
- Element 1.2.2.3. Hangers
- Element 1.2.2.4. Main Cables
- Element 1.2.2.5. Handstrand Ropes

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

Element 1.2.2.2.1.	Splay Saddles
Element 1.2.2.4.1.1-4.2.	Main Cables inside Anchor Blocks.
Element 1.2.2.4.1.1-4.4.	Cross head plates inside Anchor Blocks.
Element 1.2.2.4.1.1-4.5.	Anchor rods inside Anchor Blocks.
Element 1.2.2.4.1.1-4.6.	Upper anchor plate inside Anchor Blocks.
Element 1.2.2.4.1.1-4.7.	Anchor bolts inside Anchor Blocks.

### 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.

TP 1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).

### 4. General Description of the System

There are four main cables, arranged in two pairs, with anchorages at the Sicilia side and the Calabria side of the crossing. Each main cable is made up of 325 strands with each strand comprising 127 wires of 5.40mm diameter. Due to slightly higher loading in the side spans, there are eight additional strands per cable on the Sicilia side span and six additional strands per cable on the Calabria side span. These additional strands are positioned on the upper face of the main cables with their upper ends anchored at the tower top.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 8

The 325 (+8 or +6) strands of the main cables are anchored in the splay chamber within the anchor block. The anchorage arrangements are aligned to match with the detailed geometry of the splay saddles. At both ends of the tie rods a spherical seating is provided to ensure the most favourable alignment of the bolt within the anchorage.

Between the anchorage entry points, a variety of cast steel cable clamps are positioned, these clamps incorporate the fixing point for the upper end of the bridge suspension cables (hangers). The cable clamp detail varies along the length of the cable depending upon the angle of the main cable and the hanger arrangement. Fixed to these clamps are support posts for the handstrand ropes, one pair of handstrands runs above each of the four main cables. The handstrand ropes on each pair of main cables are XX mm diameter and these four ropes are used as support and running rails for the main cable access gantries.

The tower saddles provide vertical support of the main cables on the tower tops. The depth of the grooves, provided for the strands in the cast steel trough plates, increases towards the ends of the saddle in order to allow for the main cable strands to move freely at the saddle ends.

The splay saddles within the anchorage chambers facilitate the spreading of strands to allow them to be anchored. The splay saddle combines welded thick plates and cast steel and is able to 'rock' at the curved bearing surface of the support point.

Corrosion protection to the main cables is composed of dry air flow through the cables (dehumidification) with an elastomeric wrap around the outer surface of the cable in addition to the galvanising of the individual main cable wires. Dry air is produced in buffer tanks and injected into the main cables where it flows to exhaust points. (The inspection and maintenance of the dehumidification system is not included as part of this TP; this is included in TP 6.02 )

The elastomeric wrap is applied under tension with a wrapping machine with a 50% overlap and has a total thickness of  $2 \times 1.1 = 2.2\text{mm}$ . After wrapping, the neoprene is heated by a heating blanket which bonds the two layers and shrinks the wrap slightly thus providing a snug fit and a complete sealing of the cables. The elastomeric wrap requires no maintenance and, if damaged, can be repaired using a heat-bonded patch. Renewal is anticipated to become necessary after 30 years. The upper surface of the neoprene wrapping is reinforced to allow maintenance personnel to walk along the main cables without damaging the wrapping.

All hanger cables are enclosed in HDPE sheaths with no maintenance envisaged for a period of at least 60 years. The spherical bearings that are included for the shortest hangers along the main span are also expected to have a life of at least 60 years. Some hangers are expected to be fitted with bend limiters and some hangers may have dampers fitted to reduce vibrations.

The parts covered by this TP are substantial elements where the manner of inspection will be extremely repetitive. For this reason the application of Reliability Based Inspection (RBI) principles is

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 8

recommended. RBI covers systems and elements with a predictable failure pattern, where the degradation rate can be measured and is particularly beneficial for multiple repetitive elements.

Under RBI, Special Inspections are undertaken on a number of representative areas where close visual inspections and specific testing and measurements can be carried out to produce a condition indicator. The other areas are inspected less thoroughly, e.g. visual inspection, sufficient to identify any large deviations from the standard of the selected reference areas. One example of RBI would be the paint system applied to the cable clamps; it is presently envisaged that the top coat should be replaced after twenty years. If a number of reference areas could be identified and subjected to a Special Inspection every four years, then in time, the rate of degradation could be assessed and an accurate estimate made of the projected optimum time for the top coat to be renewed. RBI principles could also be applied to the cable clamp bolt tensions and the caulking and sealing of the cable clamps and degradation of the elastomeric wrapping material.

The application of RBI can also justify an increase in the periods between Principle Inspections for particular items.

## 5. Historical Reference Documents

Prior to undertaking the inspections covered by the Technical Procedure, managers and inspection staff should have access to and be familiar with the following:

- Previous inspection records of the associated parts.
- Construction records, data sheets etc for the associated products and materials.
- Associated sections of the bridge construction stage specifications.
- Records of changes to or clarifications of the specification during construction.
- Records of any associated non-conformances recorded during construction.
- Construction as-built drawings, reports, testing, certification and acceptance records.

These records will need to be developed and maintained during the construction phase. These should be compiled as an Appendix to this Procedure. See Appendix 1.

## 6. Specialist equipment

When planning the inspections covered by the Technical Procedure, the following specialist equipment may be required. The Technical Manager is to ensure that the necessary equipment is available and, if necessary, calibrated for the period of the inspection. The associated Technical Instructions should also be reviewed to ensure all other necessary equipment is identified.

- Patch repair kit for elastomeric wrapping damage (main cable).
- Patch repair kit for HDPE (hangers).

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 8

- Cable clamp sealant.
- Ultrasonic equipment for cable clamp bolt measurements, or
- Cable access gantries
- Others

## 7. 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 and incorporated into the Activity Plan.

The relevant Inspection and Maintenance Team Leader has responsibility for planning, activating and managing the activities in accordance with the Activity Plan. 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 familiar with the operational and safety procedures associated with their tasks and that the necessary notices and permissions have been issued.

## 8. Description of Activities

The following Technical Instructions have been developed for the inspection and maintenance of the bridge parts associated with this Technical Procedure:

- TI 3.02.1 Main Cables and associated items External Areas
- TI 3.02.2 Main cables and anchorages within anchor blocks.

The bridge parts have been grouped into these Technical Instructions to facilitate effective inspection of the components making up the bridge suspension system. These Technical Instructions may be reviewed and revised to allow alternative bridge element groupings if required by the Technical Manager.

Routine inspections will be of two types, superficial and general. Routine Superficial Inspections will require visual inspection of all bridge parts from the nearest available access points. Routine Superficial

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 8

Inspections do not require inspectors to access, or to walk along, the main cable. Any concerns noted during a routine superficial Inspection of the bridge parts above road deck level will prompt a Special Inspection that may involve inspectors walking along the main cable to investigate the concern. Routine Superficial Inspections should be planned to ensure that all external parts are visually inspected at three-monthly intervals for the initial years after construction.

Routine General Inspections should be Close Visual Inspections, undertaken at two yearly intervals by the inspection team walking along the main cable using mirrors to view the areas on the underside of the cables. The top hanger sockets and adjacent length of hanger should be viewed using mirrors with the lower sockets and lower length of hanger inspected from deck level. The intermediate sections of hangers should be viewed to identify any irregularity in the HDPE sheathing.

Principal Inspections are to be undertaken every six years and will require access to be provided via the cable access gantries. It is suggested that Principal Inspections be undertaken on the main cables on one side of the bridge at years 3, 9 and 15 and the other side at years 6, 12, 18 etc. Any particular concerns noted during such inspections of one cable could require a Special Inspection for similar issues on the opposite main cables.

Where Reliability Based Inspections are developed for particular aspects of the elements covered by this TP then the scope of the associated Routine and Principal Inspections should be developed to integrate and coordinate the inspection requirements.

The following timetable for the initial Routine General Inspections, Principal Inspections is suggested:

YEAR	EAST CABLE	WEST CABLE
1	Routine General	None
2	None	Routine General
3	Principal	None
4	None	Routine General
5	Routine General	None
6	None	Principal
7	Routine General	None
8	None	Routine General
9	Principal	None

The Routine Superficial Inspections shall be undertaken to each cable, initially at three monthly intervals, unless a Routine General Inspection or Principal Inspection is being undertaken. Following satisfactory inspection results at the initial Principal Inspection, this period may be amended to six-monthly.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 8

When planning inspections, the Technical Manager should take account of the local environment to ensure that weather conditions do not prevent inspection or maintenance activities being undertaken safely and efficiently.

## 9. Reporting

Reporting shall be in accordance with TP 1.01

Reporting of Routine Inspections shall require the completion of the proforma included within the Technical Instructions.

## 10. Distribution and Filing

All reports under this procedure are to be prepared under the direction of the Discipline Manager. The Technical Manager is to be provided with copies of all associated reports to determine any further work required. The Technical Manager will either arrange for any follow up work to be undertaken or will seek authority to allow such follow up work to go ahead.

All associated reports, drawings, photographs etc are to be clearly referenced before being stored in the main archive.

## 11. Procedures for undertaking potential repairs

The inspections covered by this Procedure may identify the need for a range of repairs or remedial work. The following is a non-exhaustive list of potential remedial work for which method statements should be prepared and incorporated as an Appendix to this document:

- Patch repairs of main cable neoprene wrapping.
- Patch repairs of hanger cable HPDE sheathing.
- Repair work to cable clamp sealant.
- Patch painting repairs.
- Repair of hand strand rope corrosion protection system.

Team Leaders should ensure that the equipment and materials associated with the above are either in stock are or available at reasonable notice.

## 12. Bridge component sheets

Component Sheets have been developed for each of the elements covered by this Technical Procedure. These sheets are intended to provide a summary of the pertinent issues associated with individual

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	7 of 8

elements or with groups of elements. The sheets developed with this TP are included as an Appendix to the Inspection and Maintenance Manual and are summarised below:

<b>Bridge Element</b>	<b>Component Sheet</b>
Main cable and wrapping membrane.	TP 3.02 .1.A
Cable clamps; castings, bolts and seals.	TP 3.02 .1.B
Hangers, sheaths, sockets and connections.	TP 3.02 .1.C
Handstrand ropes, posts and anchorages.	TP 3.02 .1.D
Tower Saddles.	TP 3.02 .1.E
Splay Saddles in anchor blocks.	TP 3.02 .2.A
Main cable anchorage components.	TP 3.02 .2.B
Secondary Steelwork in anchor blocks.	TP 3.02 .2.C

**Appendix 1 – see section 5 above.**

**Appendix 2 – see Section 12 above**

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

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 5.10.B - Technical Procedure for inspection and maintenance of Steel Bridge Structures - Towers and Deck Boxes**

**Technical Procedure No. 3.01: Element 1.2.1. (P-SV-T4) (Towers) and Element 1.2.3. (P-SV-I3)(Deck).**

**TECHNICAL PROCEDURE FOR INSPECTION AND MAINTENANCE OF STEEL BRIDGE STRUCTURES – TOWERS AND DECK BOXES** **DRAFT**

**1. Purpose**

This Technical Procedure describes the inspection and maintenance activities that are required for the steel box girder structures of the Messina Strait Bridge. These box girder elements include the steel bridge deck boxes together with the tower legs and crossbeams. The procedure is provided to set out the inspection and maintenance activities necessary to ensure that these elements of the bridge are maintained such that their function is assured, throughout the bridge design life, without the need for unplanned corrective maintenance works.

This procedure sets out the requirements for the following categories of Inspection:

- a) Routine Inspections
- b) Principal Inspections
- c) Special Inspections

The procedure covers those bridge parts listed under Section 2 below. However, the following parts will be accessed during aspects of the inspections and consideration should be given to inspecting such parts concurrently:

- Access stairs and platforms in the bridge deck and towers.
- Access doors and manholes.
- Internal services.
- Service lanes.
- Wind Screens.

The Technical Instructions will be developed to include visual inspection of these secondary elements.

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

## 2. Validity of the Technical Procedure

This procedure relates to the internal and external surfaces of the following structural steelwork elements of the primary structure of the bridge:

Element 1.2.1.1 (P-SV-T4-TS)	Tower Sicily
Element 1.2.1.2 (P-SV-T4-TC)	Tower Calabria
Element 1.2.3.1 (P-SV-I3-CF)	Steel Girder, Railway
Element 1.2.3.2 (P-SV-I3-??)	Steel Girder, Roadway Direction Sicily
Element 1.2.3.3 (P-SV-I3-??)	Steel Girder, Roadway Direction Calabria
Element 1.2.3.4 (P-SV-I3-TP)	Main Cross Girders

## 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.

TP1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).

## 4. General Description of the System

The parts covered by this TP and the associated TIs are the fabricated steelwork box girder elements. These sections are made up from steel plates that have been shaped and stiffened, fabricated into the required unit sizes, transported to site and erected. The stiffeners are generally flat sections for the tower walls and trough stiffeners for the bridge deck boxes; additional longitudinal L-beams are

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 7

provided under the lines of the rails in the railway section. Site connections are generally welded for the box girder deck sections and bolted for the tower box sections; although these units also include site welds.

Corrosion protection to external surfaces is provided by a paint system or by a proprietary waterproofing system. Internal steel surfaces are protected from corrosion by a paint system and also by a dehumidification system.

The parts covered by this TP are substantial elements with a significant amount of repetition in the fabricated units. The inspection of these units will also therefore be extremely repetitive. For this reason the application of Reliability Based Inspection (RBI) principles is recommended. RBI covers systems and elements with a predictable failure pattern, where the degradation rate can be measured and is particularly beneficial for multiple repetitive elements.

Under RBI, Special Inspections are undertaken on a number of representative areas where close visual inspections and specific testing and measurements can be carried out to produce a condition indicator. The other areas are inspected less thoroughly, e.g. visual inspection, sufficient to identify any large deviations from the standard of the selected reference areas. One example of RBI would be the paint system applied to the external surfaces of the bridge deck boxes and the bridge towers; it is presently envisaged that the top coat should be replaced after twenty years. If a number of reference areas could be identified and subjected to a Special Inspection every four years, then in time the rate of degradation could be assessed and an accurate estimate made of the projected optimum time for the top coat to be renewed.

The application of RBI can also justify an increase in the periods between Principle Inspections for particular items.

## 5. Historical Reference Documents

Prior to undertaking the inspections covered by the Technical Procedure, managers and inspection staff should have access to and be familiar with the following:

- Previous inspection records of the associated parts.
- Construction records, data sheets etc for the associated products and materials.
- Associated sections of the bridge construction stage specifications.
- Records of changes to or clarifications of the specification during construction.
- Records of any associated non-conformances recorded during construction.
- Construction as-built drawings, reports, testing, certification and acceptance records.

These records will need to be developed and maintained during the construction phase. These should be compiled as an Appendix to this Procedure. See Appendix 1.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 7

## 6. Specialist equipment

When planning the inspections covered by the Technical Procedure, the following specialist equipment may be required. The Technical Manager is to ensure that the necessary equipment is available and, if necessary, calibrated for the period of the inspection. The associated Technical Instructions should also be reviewed to ensure all other necessary equipment is identified.

- Tower, Crossbeam and Under deck access gantries
- Paint thickness gauge
- Weld Gauge
- Magnetic Particle Inspection (MPI) equipment
- Ultrasonic weld testing (UT) equipment
- Others

## 7. 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 and incorporated into the Activity Plan.

The relevant Inspection and Maintenance Team Leader has responsibility for planning, activating and managing the activities in accordance with the Activity Plan. 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 familiar with the operational and safety procedures associated with their tasks and that the necessary notices and permissions have been issued.

## 8. Description of Activities

The following Technical Instructions are to be developed for the inspection and maintenance of the bridge parts associated with this Technical Procedure:

- TI 3.01.1 Tower and cross beams Internal surfaces
- TI 3.01.2 Tower and cross beams External surfaces
- TI 3.01.3 Deck Box Girder Internal surfaces
- TI 3.01.4 Deck Box Girder External surfaces
- 

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 7

The bridge parts have been grouped into these Technical Instructions to facilitate effective inspection of the components making up the steel box girder sections of the bridge; principally the bridge decks and the towers. These Technical Instructions may be reviewed and revised to allow alternative bridge element groupings if required by the Technical Manager.

Routine General Inspections should be Visual Inspections (V.I.), undertaken at two yearly intervals by the inspection team entering each box girder section to view the areas. Inspectors shall be particularly vigilant when inspecting the deck welds beneath the traffic lanes, beneath the lines of the rails in the railway section and other areas of concern noted during construction

Principal Inspections are to be Close Visual Inspections (C.V.I.) undertaken so that all elements are covered over any six year period. It is suggested that Principal Inspections are undertaken to various parts similar to that set out in the table below. Any particular concerns noted during such inspections of one area could require a Special Inspection to determine whether similar issues exist on similar areas in other box girder elements. Subsequent Principal and Routine Inspections may also need to take account of any such concerns so as to promptly identify any developing trends.

Where Reliability Based Inspections are developed for particular aspects of the elements covered by this TP, e.g. external painted surfaces, then the scope of the associated Routine and Principal Inspections should be developed to integrate and coordinate the particular inspection requirements of the RBI programme.

To meet the requirement for general inspections to be undertaken every two years and for all parts to have a Principal Inspection every six years it is suggested that these inspections are spread out over a six year cycle. The following timetable suggests a 6-year rolling programme for Routine General Inspections and Principal Inspections for the bridge deck structure with RBI Special Inspections included at 6yearly intervals:

YEAR	Roadway Sicily	Railway Girder	Roadway Calabria	Cross Girders	RBI Special Inspections
1	½ Routine	½ Principal	½ Routine	½ Routine	
2	½ Routine	½ Principal	½ Routine	½ Routine	
3	½ Principal	½ Routine	½ Routine	¼ PI and ¼ Routine	
4	½ Principal	½ Routine	½ Routine	¼ PI and ¼ Routine	
5	½ Routine	½ Routine	½ Principal	¼ PI and ¼ Routine	
6	½ Routine	½ Routine	½ Principal	¼ PI and ¼ Routine	Selected Paint Areas (external)

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 7

A similar arrangement may be developed for Routine and Principal Inspections of the Towers and Crossbeams.

When planning inspections, the Technical Manager should take account of the local environment to ensure that weather conditions do not prevent inspection or maintenance activities being undertaken safely and efficiently, e.g. temperature inside the box girder elements.

## 9. Reporting

Reporting of Principal Inspections shall be in accordance with TP 1.01.

Reporting of Routine Inspections shall require the completion of the proforma included within the Technical Instructions.

## 10. Distribution and Filing

All reports under this procedure are to be prepared under the direction of the Discipline Manager. The Technical Manager is to be provided with copies of all associated reports to determine any further work required. The Technical Manager will either arrange for any follow up work to be undertaken or will seek authority to allow such follow up work to go ahead.

All associated reports, drawings, photographs etc are to be clearly referenced before being stored in the main archive.

## 11. Procedures for undertaking potential repairs

The inspections covered by this Procedure may identify the need for a range of repairs or remedial work. The following is a non-exhaustive list of potential remedial work for which method statements should be prepared and incorporated as an Appendix to this document:

- Patch painting repairs.
- Weld repairs.

Team Leaders should ensure that the equipment and materials associated with the above are either in stock or available at reasonable notice.

## 12. Bridge component sheets

Component Sheets have been developed for each of the elements covered by this Technical Procedure. These sheets are intended to provide a summary of the pertinent issues associated with individual elements or with groups of elements. The sheets developed with this TP are included as Appendix 3 and are summarised below:

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 7

<b>Bridge Element</b>	<b>Component Sheet</b>
Deck Girders – internal steel structure.	TP 3.01.3.A
Deck Girders – internal, secondary steel.	TP 3.01.3.B
Deck Girders – internal, access manholes.	TP 3.01.3.C
Deck Girders – external surfaces and platforms.	TP 3.01.4.A
Deck Secondary structures – wind screens.	TP 3.01.4.B
Deck Secondary structures – Service Lane.	TP 3.01.4.C

**Appendix 1 – see section 5 above.**

**Appendix 2 – see Section 11 above**

**Appendix 3- see Section 12 above**

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

### Appendix 5.10.C - Technical Procedure for 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:

<b>Defect Type B – Bearings and Expansion Joints</b>		
<b>Description</b>		<b>Code</b>
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

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

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

<b>Defect Type D – Damage and Deterioration</b>	
<b>Description</b>	<b>Code</b>
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

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

<b>Defect Type S - Surfacing</b>	
<b>Description</b>	<b>Code</b>
Cracked	SCR

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

<b>Defect Type S - Surfacing</b>	
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**

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
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

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
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:**

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
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**

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
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 0,05m<sup>2</sup>.</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

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
<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:**

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
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

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>

**Type S defects - Surfacing:**

<b>Defect Severity</b>	
<b>Description</b>	<b>Condition rate</b>
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**

<b>Type</b>	<b>Description of extent</b>
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

<b>Code</b>	<b>Description of extent</b>
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

<b>Code</b>	<b>Description of extent</b>
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

<b>Code</b>	<b>Description of extent</b>
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

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 5.10.D - Technical Instruction for inspection of external Main Cable elements**

## Technical Procedure TP No. 3.02

### Technical Instruction TI 3.02.1

#### 1. (P) MESSINA STRAIT BRIDGE

**DRAFT**

#### 2. (SV) SUPERSTRUCTURE

#### 2. (S7) SUSPENSION SYSTEM – (External Areas)

### TECHNICAL INSTRUCTION FOR INSPECTION OF EXTERNAL MAIN CABLE ELEMENTS:

Primary Elements	Description
1.2.2.1. (P-SV-S7-CO)	Cable Clamps.
1.2.2.2. (P-SV-S7-SL)	Tower Saddles and shrouds.
1.2.2.3. (P-SV-S7-PE)	Hangers
1.2.2.4. (P-SV-S7-CA)	Main Cables – Exposed length between anchorages.
1.2.2.5. (P-SV-S7-??)	Handstrand Ropes, including support posts and anchors.

#### 1. General

This Technical Instruction (TI) has been developed to provide the detail necessary for competent persons to carry out inspection and maintenance activities on the main cables along the length between the points where the cables enter the anchorages. This instruction includes for the Inspection and maintenance activities of the components attached to main cables, including the hanger cables.

Element 1.2.3.5 (Main suspension cables within anchorages, including splay saddles and anchors and the anchor steelwork assemblies) are covered under TI 3.02.2.

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

If any aspect of this document is not clear to the person tasked with undertaking these inspection and maintenance activities it is incumbent upon that person to seek the necessary clarification before commencing work.

The Technical Manager is responsible for ensuring that inspection and maintenance activities are undertaken as required by the associated Technical Procedures and Instructions. The Technical Manager shall assess the need for follow up actions based on the inspections.

Component Sheets are to be developed for each of the bridge parts covered by this procedure. These component sheets will provide additional reference information on these parts.

## 2. Preparatory Work

Prior to commencing work on site, personnel are to ensure that they are familiar with all associated procedures for working on the structure. These will include:

- TPXX Health and safety, including working at height, 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.
- TP 1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).

Personnel must also ensure they are familiar with the following:

- a) Results of previous inspections of the Bridge Parts.
- b) Details of the construction drawings and specification for the parts being inspected.
- c) Details of any associated non-conformance issues raised during construction.
- d) Location reference systems for the Bridge Parts being inspected.
- e) Use of any proforma developed for the inspections. (see Appendix 1).
- f) Checking and operation of equipment, e.g. cameras, batteries, calibration certificates.
- g) Details of any repair or replacement work undertaken to the parts being inspected since the previous inspection.
- h) Bridge Component Sheets for the parts being inspected.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 9

### 3. Access for inspection

Access to enable the required inspections to be undertaken can be achieved by a variety of means. For example, a Visual Inspection (VI) can be achieved by using binoculars, when necessary, from the deck level and from the tower tops. A Close Visual Inspection (CVI) can be undertaken by walking along the main cable using a mirror tied to a pole to view the underside areas. Where a more detailed, Principal Inspection (PI) is required, the main cable maintenance gantries should be used; these gantries include a hanger basket with hoist unit to allow close inspection of individual hangers.

### 4. Inspection Equipment

The following equipment should be available to the inspection team:

- Mandatory safety equipment.
- Site Radio.
- Clipboard.
- Inspection proforma and writing materials.
- 2m steel tape measure
- Camera with flash, zoom, date, video and audio capability.
- Binoculars.
- Cleaning Rags.
- Mirror on telescopic pole.
- Inspector's Aide Memoir with location reference details.
- Calibrated ultrasonic measuring equipment for measuring cable clamp bolt lengths - or
- Calibrated measuring gauge for measuring cable clamp bolt lengths.

Not all the above equipment will be required for all inspections. When working above road level all equipment must be securely fastened to the inspector or tied to the structure at all times.

### 5. Categories of Inspections

Routine Inspections, Principal Inspections and Special Inspections will all be required at various times. Specific requirements for each are given below:

#### 5.1 Routine Inspections

Routine Inspections are those inspections which are undertaken with a predefined scope and frequency. For the components covered by this Technical Instruction a Routine Superficial Inspection will be required, for the initial period of operation, at three-monthly intervals. This inspection will require all elements to be visually inspected from points of readily available access, i.e. from deck level and from the tower tops. Binoculars will be required for many areas although closer visual inspections will be possible to some parts, e.g. the lower parts of each of the hangers and the main cable elements at the centre of the main span and the abutments.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 9

A Routine General Inspection is to be undertaken a two yearly intervals. This inspection is to be undertaken by the inspectors walking along the length of the main cable using a mirror to view the underside areas. It is suggested that the first such inspection is carried out to the main cables on one side of the bridge after one year then alternating between each side of the bridge on a yearly cycle. The Routine General Inspections should be coordinated with the Principal Inspection requirement set out below.

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.2 Principal Inspections

A Principal Inspection is a thorough inspection carried out by experienced Inspectors and undertaken within touching distance of the element being inspected. For the components covered by this Technical Instruction it will be necessary for the main cable gantries to be available to the inspection team. Concerns noted during the inspection that would rely upon the use of these gantries for subsequent Special Inspections should be advised to the Technical Manager promptly so that best use can be made of the access gantries.

A Principal Inspection is required every six years. It is suggested that the first such inspection is carried out to the main cables on one side of the bridge after three years then alternating between each side of the bridge on a three yearly cycle. In years when a Principal Inspection is carried out the annual Routine General Inspection may be omitted. The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.3 Special Inspections

Special inspections are all inspections which are not routine and will generally arise from defects or anomalies found during either Routine or Principal Inspections or arising from accidental damage. Special Inspections may also be required after specified extreme weather conditions but these have not been established for the bridge parts covered by the Technical Instruction.

Special Inspections arising from the findings of a Routine Inspection may be able to be initially investigated by inspectors walking along the main cable to the area of concern to allow a close or detailed visual inspection to be carried out, using mirrors if necessary. If such access is not suitable then further inspection may await the positioning of a main cable gantry.

Special Inspections arising from the findings of a Principal Inspection may make use of the access gantries if they are available and considered to be necessary. Otherwise access may be available by walking along the cable to the area of concern.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 9

Current best practice advocates that main cables should be subject to a detailed intrusive inspection after a reasonable period of service life; for the Messina Bridge such an inspection is currently envisaged as being required after 30 years. Such an inspection would involve the removal of the neoprene wrapping over a number of selected sections between cable clamps. Wedges would be driven into the main cable to allow visual inspection of the internal as well as the external surfaces of the main cable to identify and to record the extent of deterioration. Based on the findings of such inspections, further such intrusive inspections can be programmed to establish an estimate of the rate of deterioration.

## 6. Scope of Inspections

The general scope of inspection is given below for the Bridge Parts covered by this TI. Notwithstanding the work covered by the scope, Inspectors are expected to be vigilant at all times and to report anything that appears to require attention or further investigation. This shall include aspects of structural behaviour such as unusual vibrations, noise or deflections; it shall also include any localised element of a bridge part that appears different from the normal condition for that part.

### a. Bridge Element 1.2.2.4. (P-SV-S7-CA), Main suspension cables (for the length between anchorage entry points.)

This Bridge Part is expected to be covered by a neoprene wrapping with a friction surface applied to the crown to allow personnel to walk along the cables. Inspectors should report any unevenness, discolouration or damage to this wrapping and highlight any noted damage or indications of any deterioration to the main cable wires. The section of main cable at the top of the towers including the upper anchorages of the additional side span main cable strands are to be inspected as part of element 1.2.2.2. below. (Once the details of the arrangements at these locations have been established, this TI will be amended or a separate TI will be developed.)

### b. Bridge Element 1.2.2.5. (P-SV-S7-??), Handstrand ropes (including anchorage points and associated support posts.)

The group of four handstrand ropes are used as supports and running rails for the main cable inspection gantries, use of the gantries will hasten erosion of the corrosion protection system on these ropes, this should be noted. The support posts are bolted to the cable clamps; these posts should be vertical. Any anomalies in the condition of the ropes or the posts should be recorded and the tightness of the clamps fixing the handstrand ropes to the posts should be checked and tightened if there are any signs of movement. The anchorage and terminations of each of the handstrand ropes should be inspected for any signs of wear or damage. Any signs of socket draw at the terminations should be measured and reported. Any deterioration to the corrosion protection systems should be recorded.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 9

**c. Bridge Element 1.2.2.1. (P-SV-S7-CO), Cable clamps (including bolts and seals.)**

The cable clamp sections are tightly bolted together and rely upon friction to prevent them being pulled down the main cable by the forces in the hangers. There are several different types of clamps to suit particular locations on the main cables; many side span clamps do not carry hangers. Those in the central section of the main span incorporate spherical bearings whilst the number of bolts on the clamps varies throughout the bridge.

The cable clamps would be installed prior to the neoprene wrapping being applied to the main cables; as such the neoprene is not continuous at these clamps. To ensure that the dehumidified main cables are air and water tight, the cable clamps must be properly sealed at their joints, both longitudinal and circumferential.

The visual inspection should identify and record any evidence of movement of a cable clamp, any signs of distress of the bolts and also note any signs of damage to the sealant or the corrosion protection system of the clamps.

The clamping force of the cable clamps is applied via the cable clamp bolts, these are installed to a set force, determined by the accurate measurement of the length of the tensioned bolt. To ensure that the required clamping force is maintained at the correct level it will be necessary for these bolt lengths to be re-measured and their lengths compared with the construction records. Such measurements should be carefully taken at times when the main cable access gantry is in position on the cable. Any readings taken should be compared to the construction records to identify any change in length (hence change in tension) of the bolts. Measurement should be by Ultrasonic systems with 10% of clamps having all bolts measured during a Principal Inspection. If the tension has reduced by X% (c10% tbc) then all bolts on that clamp should be re-tensioned in the specified order and a check made on the bolts on adjacent clamps

Any deterioration to the corrosion protection systems should be recorded.

**d. Bridge element 1.2.2.3. (P-SV-S7-PE), Hangers (including sockets, pins, bearings and attachments.)**

All hanger cables are enclosed in HDPE sheaths with no maintenance envisaged for a period of at least 60 years. The spherical bearings that are included for the shortest hangers along the main span are also expected to have a life of at least 60 years; the spherical bearings are expected to be specified as ‘maintenance free’ although the facility to grease these bearings will also be specified; this may therefore produce a maintenance requirement in due course. Inspection of the hangers should seek to identify any abnormality in any hanger, e.g. socket draw, damage to, or movement of, the HDPE sheaths, localised discolouration of the sheaths or at the sockets. Any

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 9

evidence or reports of hanger movements should also be recorded. Any deterioration to the corrosion protection systems should be recorded. In cases where dampers, bend limiters or spacers are fitted, these should be inspected to ensure they are correctly fitted and are functioning and that they are not causing damage to the HDPE sheathing.

**e. Bridge element 1.2.2.2. (P-V-S7-SL), Tower Saddles and shrouds).**

The main cables pass over the top of each tower leg via a saddle. The individual strands will open up from the uppermost cable clamp on either side of the saddle and be laid within cast steel channels. The additional side span strands will be anchored to the saddle. It is expected that the saddle will be enclosed by a shroud to facilitate dehumidification in this area and also to allow visual inspection of the main cable. The saddle is expected to be a combination of cast and fabricated steelwork. The shroud is also expected to be fabricated steelwork with access points to allow access to the saddle. Details are not yet determined to allow inspection to be described.

## 7. Recording of Inspections

It is essential that all defects and abnormalities noted during inspections are clearly recorded. Inspectors should ensure that the location, type, extent and severity of each defect is recorded and supported by a brief description and one or two supporting photographs. If the Inspector can clearly identify the cause of any reported defect then this should be included in the report. If the cause of any defect is unknown then this should be noted so that the need for a follow-on Special Inspection can be assessed.

It is also important that where an element has been inspected and no defect is found that this is also recorded.

Defects identified during previous inspections, but where no action was taken, should be re-inspected and given revised extent and severity ratings such that comparison can be made to earlier inspection records. The report should note the extent of deterioration.

All inspection reports shall be submitted to the Technical Manager and an assessment made of any required follow up activity.

Inspection staff are encouraged to include in their reports to the Technical Manager any comments on the effectiveness of this Technical Instruction and to suggest potential improvements.

## 8. Timing and Frequency of Inspections

The frequency of inspection of the above elements will vary over the lifetime of the bridge. Initially it is suggested that a visual inspection is undertaken from the roadway, using binoculars as appropriate, at three monthly intervals. The full length of one main cable pair should be inspected by close visual inspection every year, alternating each year with the other pair of main cables; this can be done by

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	7 of 9

walking along the cable. If any areas of concern are noted from the close visual inspection then a more detailed Principal Inspection may be warranted using the cable access platforms.

Special Inspections may be required following extreme weather or following a reported incident.

## 9. Maintenance Activities

There are no scheduled regular maintenance requirements for the bridge parts covered by this Technical Instruction. All maintenance activities will be determined based on the findings of the above inspections and from any follow-on Special Inspections.

Anticipated maintenance will include patch repairs to the neoprene sheathing on the main cable and to the HDPE sheathing on the hangers, resealing of the longitudinal and circumferential seals on the cable clamps and minor paint repairs to the cable clamps, handstrand posts and hanger sockets. Use of the main cable access gantries will reduce the corrosion protection on the handstrand ropes. Procedures should be developed for each of these activities to ensure that repair methods and equipment will be available if needed.

## 10 Info to be obtained

The following issues should be considered and addressed or dismissed prior to the finalisation of this TI.

- In cases of severe weather are any associated inspections required to be undertaken? i.e. temperature, wind, lightning or seismic event.
- Will any Structural Health readings prompt any associated inspections?
- Will the dehumidification systems give an alert for damage to the integrity of the main cable sheathing? With approximate location??
- When will the tensions of the cable clamp bolts need to be checked?? A detailed procedure should be prepared giving both method plus acceptable and alarm thresholds. Need to ensure that construction records are available and bolt location reference system is unchanged. Is cable clamp design finalised – bolt length measurement difficult for inside bolts.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	8 of 9

## Appendix 1 – Inspection Proforma – see Section 2

A series of Inspection Proforma will be developed to cover all of the elements covered by this TI. The proforma will include clear identification of element and location, a summary of defect type, extent and severity together with reference to the associated photographs of the defects reported, e.g.

Cable clamp ref:

Cable Clamp Type:

Corrosion protection: On clamp and all handstrand posts.

Signs of slippage: Upper side and Lower ends

Condition of seals: Circumferential – Upper and Lower on each cable.  
Lateral – On each side of each cable clamp.

Clamping bolts: Observations and Measurements if made.

Handstrand Posts: Fixing adequacy. Observations.

Main Cable between clamps Ref:

Main Cable Wrapping: Observations and comments. Each Cable

Handstrand ropes: Corrosion protection on each rope.  
Other observations and comments on each.

Dehumidification elements: (if applicable)

Attachments: Observations and comments.

Hanger Ref: (if applicable)

Upper connection: Observations and comments.

Top Socket: Observations and comments.

HDPE Sheath: Observations and comments.

Attachments: (if any) Observations and comments.

Lower Socket: Observations and comments.

Lower connection: Observations and comments.

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix 5.10.E - Technical Instruction for inspection of main cable elements within the anchorage chambers**

## Technical Procedure TP No. 3.02

### Technical Instruction TI 3.02.2

#### 1. (P) MESSINA STRAIT BRIDGE

**DRAFT**

#### 2. (SV) SUPERSTRUCTURE

#### 2. (S7) SUSPENSION SYSTEM – (WITHIN ANCHORAGES)

### TECHNICAL INSTRUCTION FOR INSPECTION OF MAIN CABLE ELEMENTS WITHIN ANCHORAGE CHAMBERS:

<b>Primary Elements</b>	<b>Description</b>
1.2.2.2.1.	Splay Saddles
1.2.2.4.1.1-4.2.	Main Cables inside Anchor Blocks.
1.2.2.4.1.1-4.4.	Cross head plates inside Anchor Blocks.
1.2.2.4.1.1-4.5.	Anchor rods inside Anchor Blocks.
1.2.2.4.1.1-4.6.	Upper anchor plate inside Anchor Blocks.
1.2.2.4.1.1-4.7.	Anchor bolts inside Anchor Blocks.
<b>Secondary elements</b>	<b>Description</b>
1.1.2.1-2.??	Secondary steelwork within anchorages (including access doors)

## 1. General

This Technical Instruction (TI) has been developed to provide the detail necessary for competent persons to carry out inspection and maintenance activities on the main cables along the length from where the points where the cables enter the anchorages. This instruction includes for the Inspection

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

and maintenance activities of the components anchoring the main cables and includes the splay saddle within the anchorages. Main cable elements outside of the anchorages are covered under separate TI 3.02.1.

If any aspect of this document is not clear to the person tasked with undertaking these inspection and maintenance activities it is incumbent upon that person to seek the necessary clarification before commencing work.

The Technical Manager is responsible for ensuring that inspection and maintenance activities are undertaken as required by the associated Technical Procedures and Instructions. The Technical Manager shall assess the need for follow up actions based on the inspections.

Component Sheets are to be developed for each of the bridge parts covered by this procedure. These component sheets will provide additional reference information on these parts.

## 2. Preparatory Work

Prior to commencing work on site, personnel are to ensure that they are familiar with all associated procedures for working on the structure. These will include:

- TPXX Health and safety, including working at height, 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.
- TP 1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).

Personnel must also ensure they are familiar with the following:

- a) Results of previous inspections of the Bridge Parts.
- b) Details of the construction drawings and specification for the parts being inspected.
- c) Details of any associated non-conformance issues raised during construction.
- d) Location reference systems for the Bridge Parts being inspected.
- e) Use of any proforma developed for the inspections. (see Appendix 1).
- f) Checking and operation of equipment, e.g. cameras, batteries, calibration certificates.
- g) Details of any repair or replacement work undertaken to the parts being inspected since the previous inspection.
- h) Bridge Component Sheets for the parts being inspected.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 7

### 3. Access for inspection

Access to enable the required inspections to be undertaken can be achieved by use of the access ways into the anchorages. Once inside the anchorages access will be via the access stairways and platforms provided. If necessary, a Visual Inspection (VI) can be improved by using binoculars from the nearest access position. Where a more detailed, Principal Inspection (PI) is required it may be necessary for additional access to be provided, e.g. scaffold.

### 4. Inspection Equipment

The following equipment should be available to the inspection team:

- Mandatory safety equipment.
- Air quality monitor.
- Site Radio.
- Clipboard.
- Inspection proforma and writing materials.
- 2m steel tape measure
- Camera with flash, zoom, date, video and audio capability.
- Torch with spare batteries.
- Binoculars.
- Cleaning Rags.
- Mirror on telescopic pole.
- Inspector's Aide Memoir with location reference details.

### 5. Categories of Inspections

Routine Inspections, Principal Inspections and Special Inspections will all be required at various times. Specific requirements for each are given below:

#### 5.1 Routine Inspections

Routine Inspections are those inspections which are undertaken with a predefined scope and frequency. A Routine General Inspection is to be undertaken a two yearly intervals. This inspection is to be undertaken by the inspectors accessing the length of the main cable within the anchorages using a mirror to view areas as necessary.

It is suggested that the first such inspection is carried out to the anchorages at one side of the bridge after one year then alternating between each side of the bridge on a yearly cycle. The Routine General Inspections should be coordinated with the Principal Inspection requirement as set out in the Technical Procedure.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 7

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a Special Inspection.

## 5.2 Principal Inspections

A Principal Inspection is a thorough inspection carried out by experienced Inspectors and undertaken within touching distance of the element being inspected. For the components covered by this Technical Instruction it will be necessary to ensure that suitable access is available to the inspection team.

A Principal Inspection is required every six years. It is suggested that the first such inspection is carried out to the main cable anchorages on one side of the bridge after three years then alternating between each side of the bridge on a three yearly cycle. In years when a Principal Inspection is carried out the annual Routine General Inspection may be omitted. The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.3 Special Inspections

Special inspections are all inspections which are not routine and will generally arise from defects or anomalies found during either Routine or Principal Inspections or arising from accidental damage. Special Inspections may also be required after specified extreme weather conditions but these have not been established for the bridge parts covered by the Technical Instruction.

Special Inspections arising from the findings of a Routine Inspection may require additional access to be provided. This will need to be assessed at the time.

Special Inspections arising from the findings of a Principal Inspection may make use of the access provided for the Principal Inspection if this is considered to be necessary.

Where defects are noted that require a Special Inspection, consideration should be given to inspecting the equivalent areas in the other anchorages.

## 6. Scope of Inspections

The general scope of inspection is given below for the Bridge Parts covered by this TI. Notwithstanding the work covered by the scope, Inspectors are expected to be vigilant at all times and to report anything that appears to require attention or further investigation. This shall include aspects of structural behaviour such as unusual vibrations, noise or deflections; it shall also include any localised element of a bridge part that appears different from the normal condition for that part.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 7

The anchorages are de-humidified areas which rely upon maintaining a low level of relative humidity in the air to prevent any corrosion of the steel elements within the controlled environment. Any evidence of corrosion activity or any signs of water ingress should be reported and investigated.

**a. Bridge Element 1.2.2.4.1.1.2. Main suspension cables (for the length not inspected under TI No.1.)**

This Bridge Part is mainly within the anchorage chambers but will also apply to the entry length not inspected as part of the length between the anchorages. The cable will enter the anchorage, open up over the length of the splay saddle with the individual galvanised strands anchored at their lowest ends. All strands are to be visually inspected to identify any evidence of damage to the individual strands and wires or to their galvanised surfaces. The sockets at the end of each strand are to be inspected for any signs of damage but particularly for any evidence of socket draw. The configuration is expected to be such that access for inspectors will not be possible; use of endoscopes or other techniques may need to be investigated.

Details where cable enters the anchorage to be determined and inspection requirements included here.

**b. Bridge Element 1.2.2.2.1. Splay saddles**

The purpose of the splay saddle is to combine the individually anchored strands and to align them to the correct trajectory as they exit the anchorage. There is one splay saddle in each anchorage. They are a large steel fabricated assembly with layers of curved cast steel plates attached to the outer radius which act as supports and guides to the strands. The splay saddle has a knuckle joint abutting the concrete anchorage structure for the transfer of loads generated by the change in alignment of the main cable. Details are not yet determined to allow inspection to be described.

**c. Bridge Element 1.2.2.4.1.1.4-7. Cable strand anchor rods, plates and bolts.**

At the termination of each strand is a socket. This is tied back to the concrete anchorage by an assembly of various plates and bolts fixed to a number of rods tied into the concrete. Again, the configuration is expected to be such that access for inspectors will not be possible; use of endoscopes or other techniques may need to be investigated. Details are not yet determined to allow inspection to be described.

When planning these inspections, consideration should be given to carrying out inspections of other, non-structural, parts within these areas, e.g. access stairs and platforms, lighting, dehumidification, power outlets and maintenance of access points.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 7

## 7. Recording of Inspections

It is essential that all defects and abnormalities noted during inspections are clearly recorded. Inspectors should ensure that the location, type, extent and severity of each defect is recorded and supported by a brief description and one or two supporting photographs. If the Inspector can clearly identify the cause of any reported defect then this should be included in the report. If the cause of any defect is unknown then this should be noted so that the need for a follow-on Special Inspection can be assessed.

It is also important that where an element has been inspected and no defect is found that this is also recorded.

Defects identified during previous inspections, but where no action was taken, should be re-inspected and given revised extent and severity ratings such that comparison can be made to earlier inspection records. The report should note the extent of deterioration.

All inspection reports shall be submitted to the Technical Manager and an assessment made of any required follow up activity.

Inspection staff are encouraged to include in their reports to the Technical Manager any comments on the effectiveness of this Technical Instruction and to suggest potential improvements.

## 8. Timing and Frequency of Inspections

The frequency of inspection of the above elements will vary over the lifetime of the bridge. Initially it is suggested that a visual inspection is undertaken at two-yearly intervals. If any areas of concern are noted from the visual inspection then a more detailed Principal Inspection may be warranted.

Special Inspections of these elements are not expected following extreme weather or following a reported incident. However, seismic activity may prompt particular inspections or investigations to be carried out.

## 9. Maintenance Activities

There are no scheduled regular maintenance requirements for the bridge parts covered by this Technical Instruction. All maintenance activities will be determined based on the findings of the above inspections and from any follow-on Special Inspections.

## 10 Info to be obtained

The following issues should be considered and addressed or dismissed prior to the finalisation of this TI.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 7

- In cases of severe weather are any associated inspections required to be undertaken?
- Will any Structural Health readings prompt any associated inspections, e.g. seismic?
- Will permanent access be provided that is sufficient for close visual inspections?
- No seasonal constraints are envisaged for work in the anchorages.
- Details of anchorage arrangements to be determined to allow completion of this TI.
- Splay saddle details also required.

## Appendix 1 – Inspection Proforma – see Section 2

A series of Inspection Proforma will be developed to cover all of the elements covered by this TI. The proforma will include clear identification of element and location, a summary of defect type, extent and severity together with reference to the associated photographs of the defects reported.

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

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 5.10.F - Technical Instruction for inspection of internal elements of steel road girders, steel rail girders and steel cross girders**

## Technical Procedure TP No. 3.01

### Technical Instruction TI 3.01.3

#### 1. (P) MESSINA STRAIT BRIDGE

**DRAFT**

#### 2. (SV) SUPERSTRUCTURE

#### 3. (I3) DECK – (Internal Surfaces)

### TECHNICAL INSTRUCTION FOR INSPECTION OF INTERNAL ELEMENTS OF STEEL ROAD GIRDERS, STEEL RAIL GIRDER AND STEEL CROSS GIRDERS:

#### Primary Elements

#### Description

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1.2.3.1 (P-SV-I3-CF) | Railway Girder – Internal surfaces.          |
| 1.2.3.2 (P-SV-I3-??) | Roadway Girder Sicily – Internal surfaces.   |
| 1.2.3.3 (P-SV-I3-??) | Roadway Girder Calabria – Internal surfaces. |
| 1.2.3.4 (P-SV-I3-??) | Main Cross Girders – Internal surfaces.      |

#### Secondary Elements

#### Description

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1.2.3.1-4.1-3.n.5 (??) | Secondary steelwork within girders (including access manholes) |
| 1.4.3.2. (P-IT-M2-A5)  | Surface Drainage (Elements within girders)                     |

## 1. General

This Technical Instruction (TI) has been developed to provide the detail necessary for competent persons to carry out inspection and maintenance activities to the internal surfaces of the steel box girders of the bridge deck . This instruction includes for the Inspection and maintenance activities of the steel plates and associated steel sections that are welded or otherwise connected to form the basic

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

structural steel box girder sections. The inspection and maintenance requirements for the external surfaces of these steel box girders are covered under separate TI 3.01.4.

If any aspect of this document is not clear to the person tasked with undertaking these inspection and maintenance activities it is incumbent upon that person to seek the necessary clarification before commencing work.

The Technical Manager is responsible for ensuring that inspection and maintenance activities are undertaken as required by the associated Technical Procedures and Instructions. The Technical Manager shall assess the need for follow up actions based on the inspections.

Component Sheets are to be developed for each of the bridge parts covered by this procedure. These component sheets will provide additional reference information on these parts.

## 2. Preparatory Work

Prior to commencing work on site, personnel are to ensure that they are familiar with all appropriate associated manuals and procedures for working on the structure. These will include:

- 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.
- TP1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).
- TPXX

Personnel must also ensure they are familiar with the following:

- a) Results of previous inspections of the Bridge Parts.
- b) Details of the construction drawings and specification for the parts being inspected.
- c) Details of any associated non-conformance issues raised during construction.
- d) Location reference systems for the Bridge Parts being inspected.
- e) Use of any proforma developed for the inspections. (see Appendix 1).
- f) Checking and operation of equipment, e.g. cameras, batteries, calibration certificates.
- g) Details of any repair or replacement work undertaken to the parts being inspected since the previous inspection. This will include repairs to road traffic barriers on carriageways above to enable inspection of associated internal areas.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 8

- h) Bridge Component Sheets for the parts being inspected. (see Appendix 1).

### 3. Access for inspection

Access to enable the required inspections to be undertaken can be achieved at a variety of locations across the whole length of the bridge. Visual Inspection (VI) and Close Visual Inspection (CVI) can be undertaken by walking through the various boxes using the internal lighting supplemented by hand held torches. Where a more detailed, Principal Inspection (PI) is required, closer access to the underside of the deck plate may involve the use of portable steps or a moveable platform.

### 4. Inspection Equipment

The following equipment should be available to the inspection team:

- Mandatory safety equipment.
- Site Radio.
- Clipboard.
- Inspection proforma and writing materials.
- 2m steel tape measure.
- Weld gauge to check weld throat thickness and leg lengths.
- Camera with flash, zoom, date, video and audio capability.
- Torch with spare batteries.
- Cleaning Rags.
- Inspector's Aide Memoir with defect and location reference details.

### 5. Categories of Inspections

Routine Inspections, Principal Inspections and Special Inspections will all be required at various times. Specific requirements for each are given below:

#### 5.1 Routine Inspections

Routine Inspections are those inspections which are undertaken with a predefined scope and frequency. For the components covered by this Technical Instruction a Routine General Inspection will be required, for the initial period of operation, at two-yearly intervals. This inspection will require all elements to be visually inspected by walking through each section, viewing all components and noting any anomalies in the condition of the steel elements.

Particular attention shall be given to the following:

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 8

- Welds of the trough stiffeners to the deck plate along the lines of the wheel tracks of the HGV carriageway above.
- Welds of the stiffeners under the railway tracks.
- Areas where a traffic incident may have occurred since a previous inspection.
- Areas of concern as noted in previous inspections.
- Areas identified during construction as meriting closer inspections.

The Routine General Inspections should be coordinated with the Principal Inspection requirement set out below.

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.2 Principal Inspections

A Principal Inspection is required every six years and will involve a close visual inspection being carried out by experienced Inspectors and undertaken within touching distance of the element being inspected. For the underside of the deck plate, this may require some additional access equipment to be available. Particular attention shall again be given to the areas noted above.

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.3 Special Inspections

Special inspections are all inspections which are not routine and will generally arise from defects or anomalies found during either Routine or Principal Inspections or arising from accidental damage. Where potential weld defects have been noted during routine inspections, some non-destructive testing such as Magnetic Particle Inspection (MPI) or Ultrasonic Testing (UT) may be required.

Special Inspections may also be developed from Reliability Based Inspections. RBI covers systems and elements with a predictable failure pattern, where the degradation rate can be measured and is particularly beneficial for multiple repetitive elements. Under RBI, Special Inspections are undertaken on a number of representative areas where close visual inspections and specific testing and measurements can be carried out to produce a condition indicator. The other areas are inspected less thoroughly, e.g. visual inspection, sufficient to identify any large deviations from the standard of the selected reference areas. In this way for example, the development of fatigue cracking in the most vulnerable or critical welds could be identified promptly.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 8

Special Inspections may also be required after specified extreme weather conditions but these have not been established for the bridge parts covered by the Technical Instruction.

## 6. Scope of Inspections

The general scope of inspection is given below for the Bridge Parts covered by this TI. Notwithstanding the work covered by the scope, Inspectors are expected to be vigilant at all times and to report anything that appears to require attention or further investigation. This shall include aspects of structural behaviour such as unusual vibrations, noise or deflections; it shall also include any localised element of a bridge part that appears different from the normal condition for that part.

### 6.1 Associated Inspections

When undertaking inspections covered by this TI access will be required throughout all the internal areas of the box girders. The following items should therefore also be inspected as part of this work:

- Inspection of secondary steelwork elements, e.g. access stairs, ladders, platforms.
- Inspection of all associated access entry and egress points.
- Visual inspection of all internal surface water drainage pipes,
- Visual Inspection of other services, ducts and cables.

Consideration should also be given to including the following activities during these inspections:

- Functional inspection of all internal lighting.
- Functional inspection of all internal power points.

### 6.2 General Scope of Inspections

The areas covered by the Technical Instruction are all of a similar basic form. Stiffened steel plates have been welded together under factory conditions to form a series of boxes, these boxes have been connected together to form the bridge deck with traffic allowed to travel upon the top deck plate. The welded connections between individual prefabricated deck sections will have been made on site and as such may be of a lesser standard than the factory welds. Where traffic is carried by the top plate of the box girder the plates and welds below the traffic loads and the rail loads will be more susceptible to fatigue and deterioration than would be expected for other areas. For this reason, the inspection requirements to these areas are greater than for most other surfaces within the box girders. However, variability in the quality of materials and

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 8

workmanship may also become apparent in time and as such other sections may, at some time in the future, warrant more frequent inspections.

The internal surfaces of the box girders are protected against corrosion by the application of a paint system and also by dehumidification. For this to be effective, the relative humidity within the box girders needs to be controlled and kept at a level at which corrosion cannot occur. There is a benefit in having the surfaces painted in a light colour as it will make inspection much easier as all surfaces should have a common appearance and any defect should be easier to identify.

### 6.3 Detailed Scope of Inspections

The initial inspection of the internal surfaces should record the base condition of the internal surfaces including the extent of damaged paintwork and any construction related deformation, scars or gouges in the steel plates or sections; this will enable any future damage or deterioration to be identified and its cause investigated. Similar attention should be given to all access points as these will be susceptible to damage from heavy use which may allow water ingress and local corrosion.

Inspection staff should be vigilant during all inspections. It should be noted that these particular inspections will be extremely repetitive and this concern should be understood when planning the work. Construction records should be reviewed to identify any particular elements which gave cause for concern during the construction phase; such areas may warrant particular vigilance.

The purpose of the visual inspections is to identify any change occurring to the structure. The benefit of having confidence in a thorough initial inspection will allow future reported deterioration to be recognised as a change and not confused with a possible missed construction related issue.

Before commencing an inspection, a review should be made of any road traffic incidents where barrier repairs have been undertaken; at such locations particular attention should be given to the area below the barrier repairs to note any signs of internal damage.

The box sections will have a design life of 200 years but should be expected to require increasing levels of maintenance as the age of the bridge increases.

When planning these inspections, consideration should be given to carrying out inspections of other, non-structural, parts within these areas, e.g. lighting, dehumidification, power outlets and maintenance of access points.

### 6.4 Inspection of non-standard areas.

NOTE: The above requirements have assumed that all deck box girder sections are repetitive, with generally common layouts throughout the length of the structure. Some areas may have

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 8

different layouts which may need additional commentary on inspection and reporting requirements. This will need to be addressed as the detailed design becomes more finalised.

## 7. Recording of Inspections

It is essential that all defects and abnormalities noted during inspections are clearly recorded. Inspectors should ensure that the location, type, extent and severity of each defect is recorded and supported by a brief description and one or two supporting photographs. If the Inspector can clearly identify the cause of any reported defect then this should be included in the report. If the cause of any defect is unknown then this should be noted so that the need for a follow-on Special Inspection can be assessed.

It is important that where an element has been inspected and no defect is found that this is also recorded. Similarly, if any area was not able to be inspected, this should also be reported together with the reason.

Defects identified during previous inspections, but where no action was taken, should be re-inspected and given revised extent and severity ratings such that comparison can be made to earlier inspection records. The report should note the extent of any deterioration.

All inspection reports shall be submitted to the Technical Manager and an assessment made of any required follow up activity.

Inspection staff are encouraged to include in their reports to the Technical Manager any comments on the effectiveness of this Technical Instruction and to suggest potential improvements.

## 8. Timing and Frequency of Inspections

The frequency of inspection of the above elements will vary over the lifetime of the bridge. Initially it is suggested that routine inspections are undertaken at two-yearly intervals and principal inspections at six-yearly intervals. However, these may be programmed as a rolling programme of inspection. Following the first cycle of principal inspections there may be the opportunity to decrease the number of routine inspections or to target such inspections to particular areas. Over time, and depending upon the amount of defects reported, it may be possible to decrease the number of inspections. However, once fatigue type defects begin to develop there will be an increasing need for additional, i.e. more frequent, inspections

Special Inspections may be required following extreme weather, seismic activity or following a reported incident.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	7 of 8

## 9. Maintenance Activities

There are no scheduled regular maintenance requirements for the bridge parts covered by this Technical Instruction. All maintenance activities will be determined based on the findings of the above inspections and from any follow-on Special Inspections.

Anticipated maintenance will include:

- Minor repairs to the internal paint system.
- Weld repairs to top deck plate welds. (Note: there is a requirement to inspect the carriageway surfacing along the line of a weld repair to the deck plate.)
- Other weld repairs. (Note: these may damage the paint system on the external surfaces.)
- Sealing of access points.

## 10 Info to be obtained

The following issues should be considered and addressed or dismissed prior to the finalisation of this TI.

- In cases of severe weather are any associated inspections required to be undertaken?
- Will any Structural Health readings prompt any associated inspections?
- Will the dehumidification systems give an alert for e.g. possible water ingress and location details?
- Are any seasonal or other constraints envisaged for work within the deck boxes? E.g. internal summer temperatures, noise within boxes from road or rail traffic overhead.
- If an internal drainage system is adopted, how would an overflow or broken pipe be identified?

## Appendix 1 – Inspection Proforma – see Section 2

A series of Inspection Proforma will be developed to cover all of the elements covered by this TI. The proforma will include clear identification of element and location, a summary of defect type, extent and severity together with reference to the associated photographs of the defects reported.

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex	<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011	

**Appendix 5.10.G - Technical Instruction for inspection of external elements of steel road girders, steel rail girder and steel cross girders**

## Technical Procedure TP No. 3.01

### Technical Instruction TI 3.01.4

#### 1. (P) MESSINA STRAIT BRIDGE

**DRAFT**

#### 2. (SV) SUPERSTRUCTURE

#### 3. (I3) DECK – (External Surfaces)

### TECHNICAL INSTRUCTION FOR INSPECTION OF EXTERNAL ELEMENTS OF STEEL ROAD GIRDERS, STEEL RAIL GIRDER AND STEEL CROSS GIRDERS:

Primary Elements	Description
1.2.3.1 (P-SV-I3-CF)	Railway Girder - external painted surfaces and platforms.
1.2.3.2 (P-SV-I3-??)	Roadway Girder Sicily - external surfaces.
1.2.3.3. (P-SV-I3-??)	Roadway Girder Calabria - external surfaces.
1.2.3.4. (P-SV-I3-TP)	Main Cross Girders - external surfaces.

Secondary Elements	Description
1.3.1.1. (P-SS-R4-CR)	Service lane
1.3.1.2. (P-SS-R4-BF)	Wind Screens

## 1. General

This Technical Instruction (TI) has been developed to provide the detail necessary for competent persons to carry out inspection and maintenance activities to the external painted surfaces of the steel box girders. This instruction includes for the Inspection and maintenance of the secondary steel structures attached to the roadway girders, i.e. the service lane (1.3.1.1.) ( P-SS-R4-CR) and the wind screens (1.3.1.2.)( P-SS-R4-BF). This instruction will also include the visual inspection of the gantry

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

support rails and their connection to the deck – but not the gantry structure or any associated load testing. The inspection and maintenance requirements for the internal surfaces of these steel box girders are covered under separate TI 3.01.3. The inspection and maintenance requirements for those parts which are unpainted but where surfacing has been applied are also covered under separate TIs. (Ref: YYY).

If any aspect of this document is not clear to the person tasked with undertaking these inspection and maintenance activities it is incumbent upon that person to seek the necessary clarification before commencing work.

The Technical Manager is responsible for ensuring that inspection and maintenance activities are undertaken as required by the associated Technical Procedures and Instructions. The Technical Manager shall assess the need for follow up actions based on the inspections.

Component Sheets are to be developed for each of the bridge parts covered by this procedure. These component sheets will provide additional reference information on these parts. (See Appendix 1).

## 2. Preparatory Work

Prior to commencing work on site, personnel are to ensure that they are familiar with all associated manuals and procedures for working on the structure. These will include:

- 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.
- TP1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).
- TPXX

Personnel must also ensure they are familiar with the following:

- a) Results of previous inspections of the Bridge Parts.
- b) Details of the construction drawings and specification for the parts being inspected.
- c) Details of any associated non-conformance issues raised during construction.
- d) Location reference systems for the Bridge Parts being inspected.
- e) Use of any proforma developed for the inspections. (see Appendix 1).
- f) Checking and operation of equipment, e.g. cameras, batteries, calibration certificates.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 8

- g) Details of any repair or replacement work undertaken to the parts being inspected since the previous inspection.
- h) Bridge Component Sheets for the parts being inspected.
- i) Any special inspection requirements for the gantry support rails that may be included within the associated gantry manuals.

### 3. Access for inspection

Access to enable the required inspections to be undertaken will mainly rely upon the use of the underdeck travelling gantry systems that have been provided for this purpose. Some areas covered by this TI will be inspected from the service lanes but most inspections and associated maintenance will be undertaken from the gantries.

### 4. Inspection Equipment

The following equipment should be available to the inspection team:

- Mandatory safety equipment.
- Site Radio.
- Clipboard.
- Inspection proforma and writing materials.
- 2m steel tape measure.
- Weld gauge to check weld throat thickness and leg lengths.
- Paint thickness gauge to measure deterioration of the paint system.
- Camera with flash, zoom, date, video and audio capability.
- Cleaning Rags.
- Inspector’s Aide Memoir with defect and location reference details.

### 5. Categories of Inspections

Routine Inspections, Principal Inspections and Special Inspections will all be required at various times. Specific requirements for each are given below:

#### 5.1 Routine Inspections

Routine Inspections are those inspections which are undertaken with a predefined scope and frequency. For the components covered by this Technical Instruction a Routine General Inspection will be required, for the initial period of operation, at two-yearly intervals. This inspection will require all elements to be visually inspected by taking the gantry along each

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 8

section, viewing all components and noting any anomalies in the condition of the steel elements or the painted surfaces.

Particular attention shall be given to the following:

- Condition of the paint and any areas of damage, discolouration or staining.
- Welds, particularly site welded connections.
- Areas where a traffic incident may have occurred since a previous inspection.
- Areas around entry access points.
- Areas around lower hanger anchorages.
- Areas of concern as noted in previous inspections.
- Areas identified during construction as meriting closer inspections.

The Routine General Inspections should be coordinated with the Principal Inspection requirement set out below.

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.2 Principal Inspections

A Principal Inspection is required every six years and will involve a close visual inspection being carried out by experienced Inspectors and undertaken within touching distance of the element being inspected.

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.3 Special Inspections

Special inspections are all inspections which are not routine and will generally arise from defects or anomalies found during either Routine or Principal Inspections or arising from accidental damage. Where potential weld defects have been noted during routine inspections, some non-destructive testing such as Magnetic Particle Inspection (MPI) or Ultrasonic Testing (UT) may be required.

Special Inspections may also be developed from Reliability Based Inspections. RBI covers systems and elements with a predictable failure pattern, where the degradation rate can be measured and is particularly beneficial for multiple repetitive elements. Under RBI, Special Inspections are undertaken on a number of representative areas where close visual inspections and specific testing and measurements can be carried out to produce a condition indicator. The other areas are inspected less thoroughly, e.g. visual inspection, sufficient to identify any large

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 8

deviations from the standard of the selected reference areas. In this way for example, the rate of deterioration of the paint system can be assessed or the development of fatigue cracking in the most vulnerable or critical welds could be identified promptly.

Special Inspections may also be required after specified extreme weather conditions but these have not been established for the bridge parts covered by the Technical Instruction.

## 6. Scope of Inspections

The general scope of inspection is given below for the Bridge Parts covered by this TI. Notwithstanding the work covered by the scope, Inspectors are expected to be vigilant at all times and to report anything that appears to require attention or further investigation. This shall include aspects of structural behaviour such as unusual vibrations, noise or deflections; it shall also include any localised element of a bridge part that appears different from the normal condition for that part.

### 6.1 Associated Inspections

When undertaking inspections covered by this TI access will be required along all the external areas of the box girders and cantilever sections. Consideration should be given to including the following activities during these inspections:

- Functional inspection of all associated access entry and egress points.
- Visual inspection of all associated external service pipes, ducts and service cables.
- Visual inspection of the outer surfaces of wind barriers and other items that are best viewed from the gantry.

### 6.2 General Scope of Inspections

The areas covered by the Technical Instruction are all of a similar basic form. Stiffened steel plates have been welded together under factory conditions to form a series of boxes, these boxes have been connected together to form the bridge deck with traffic allowed to travel upon the top deck plate. The welded connections between individual prefabricated deck sections will have been made on site and as such may be of a lesser standard than the factory welds. Other variations in the quality of materials and workmanship may also become apparent in time and as such some areas may, at some time in the future, warrant more frequent inspections.

The external surfaces of the box girders are protected against corrosion by a paint system. This will have a finite service life, with replacement of the top coat envisaged after twenty years. Patch painting may also be applied for a number of years to defer the need for a complete repaint of the structure. Most initial painting would be undertaken at the fabrication stage in

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 8

purpose built paint shops with good quality control. Site painting will have been necessary at particular areas, such as the site welded joints and areas where damage may have necessitated remedial work during construction. The quality of application will be expected to be lower at these locations; inspectors should therefore give these areas a closer inspection. Reliability Based Inspection (RBI) may be applied to the paint system on the external surfaces of the bridge deck and towers.

The gantries used for these inspection activities will be carried by rails attached to the bridge structure. Inspectors shall consider these rails as structural elements and visually inspect them for defects as part of this TI.

Unpainted surfaces will generally include the top surfaces of these box girder elements where surfacing has been applied. Inspection of these surfaces will be included with TIs prepared for carriageway inspections. If as result of those inspections there are concerns reported of possible defects with the deck plates then Special Inspections will be undertaken as appropriate.

### 6.3 Detailed Scope of Inspections

The initial inspection of the external surfaces should record the base condition of the external painted surfaces including any construction related deformation, scars or gouges in the steel plates or sections; this will enable any future damage or deterioration to be identified and its cause investigated. Similar attention should be given to all access points as these will be susceptible to damage from heavy use which may allow water ingress and local corrosion.

Inspection staff should be vigilant during all inspections. It should be noted that these particular inspections will be extremely repetitive and this concern should be understood when planning the work. Construction records should be reviewed to identify any particular elements which gave cause for concern during the construction phase; such areas may warrant particular vigilance.

The purpose of the visual inspections is to identify any change occurring to the structure. The benefit of having confidence in a thorough initial inspection will allow future reported deterioration to be recognised as such and not confused with a possible missed construction related issue.

The box sections and cantilever elements will have a design life of 200 years but will require increasing levels of maintenance as the age of the bridge increases. The gantry rails may be expected to deteriorate over time but are considered to be replaceable parts.

### 6.4 Inspection of non-standard areas.

NOTE: The above requirements have assumed that all deck box girder sections are repetitive, with generally common layouts throughout the length of the structure. Some areas may have

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 8

different layouts which may need additional commentary on inspection and reporting requirements. This will need to be addressed as the detailed design becomes more finalised.

## 7. Recording of Inspections

It is essential that all defects and abnormalities noted during inspections are clearly recorded. Inspectors should ensure that the location, type, extent and severity of each defect is recorded and supported by a brief description and one or two supporting photographs. If the Inspector can clearly identify the cause of any reported defect then this should be included in the report. If the cause of any defect is unknown then this should be noted so that the need for a follow-on Special Inspection can be assessed.

It is also important that where an element has been inspected and no defect is found that this is also recorded.

Defects identified during previous inspections, but where no action was taken, should be re-inspected and given revised extent and severity ratings such that comparison can be made to earlier inspection records. The report should note the extent of any deterioration.

All inspection reports shall be submitted to the Technical Manager and an assessment made of any required follow up activity.

Inspection staff are encouraged to include in their reports to the Technical Manager any comments on the effectiveness of this Technical Instruction and to suggest potential improvements.

## 8. Timing and Frequency of Inspections

The frequency of inspection of the above elements will vary over the lifetime of the bridge. Initially it is suggested that routine inspections are undertaken at two-yearly intervals and principal inspections at six-yearly intervals. However, these may be programmed as a rolling programme of inspection. Following the first cycle of principal inspections there may be the opportunity to decrease the number of routine inspections or to target such inspections to particular areas. Over time, and depending upon the amount of defects reported, it may be possible to decrease the number of inspections. However, once fatigue type defects begin to develop there will be an increasing need for additional, i.e. more frequent, inspections

Special Inspections may be required following extreme weather, seismic activity or following a reported incident.

Prepared	XJDC		Date	2010-08-15
Checked	MJU		Revision	1
Approved	MJU		Page	7 of 8

## 9. Maintenance Activities

There are no scheduled regular maintenance requirements for the bridge parts covered by this Technical Instruction. All maintenance activities will be determined based on the findings of the above inspections and from any follow-on Special Inspections.

Anticipated maintenance will include:

- Repainting of top coat of paint after approximately twenty years.
- Patch painting repairs.
- Weld repairs.
- Repair of seals at access points.
- Repainting at paint system life cycle intervals.

## 10 Info to be obtained

The following issues should be considered and addressed or dismissed prior to the finalisation of this TI.

- Top surface of the rail box girder to be considered, i.e. details of corrosion protection system? How to access??
- Should the inspection of the platform along the railway be included, i.e. inspect from the gantry?
- Top surface of cross beams – are these best viewed from the gantries? Could the platform be better??
- Street lighting columns – how are these inspected and can their deck connections be included as part of this TI?
- Wind barriers – should view outer areas when using the gantries – remainder to include here - at 2 years and 6 years PI??
- Decking on service lane is grating – what are inspection needs – fixings etc?
- In cases of severe weather are any associated inspections required to be undertaken?
- Will any Structural Health readings prompt any associated inspections?
- Are any seasonal or other constraints envisaged for work from these gantries, E.g. wind?

## Appendix 1 – Inspection Proforma – see Section 2

A series of Inspection Proforma will be developed to cover all of the elements covered by this TI. The proforma will include clear identification of element and location, a summary of defect type, extent and severity together with reference to the associated photographs of the defects reported.

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

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 5.10.H - Technical Instruction for inspection of Roadway Crash Barriers**

## Technical Procedure TP No. 4.01

### Technical Instruction TI 4.01.1

#### 1. (P) MESSINA STRAIT BRIDGE

**DRAFT**

#### 3. (S6) SECONDARY SYSTEM

#### 1. (R4) SECONDARY STRUCTURES

#### 3. (BA) ROADWAY BARRIERS

### TECHNICAL INSTRUCTION FOR INSPECTION OF ROADWAY BARRIERS

Primary Element	Description
1.3.1.3.	Roadway Barriers

#### 1. General

This Technical Instruction (TI) has been developed to provide the detail necessary for competent persons to carry out inspection and maintenance activities to the roadway barriers along both sides of each carriageway for the length of the bridge from anchorage to anchorage. This instruction includes for the Inspection and maintenance activities of the barrier rails and associated steel sections that are welded or otherwise connected to base plates positioned above internal diaphragms within the structural steel box girder carriageway sections.

If any aspect of this document is not clear to the person tasked with undertaking these inspection and maintenance activities it is incumbent upon that person to seek the necessary clarification before commencing work.

The Technical Manager is responsible for ensuring that inspection and maintenance activities are undertaken as required by the associated Technical Procedures and Instructions. The Technical Manager shall assess the need for follow up actions based on the inspections.

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

Component Sheets are to be developed for each of the bridge parts covered by this procedure. These component sheets will provide additional reference information on these parts.

## 2. Preparatory Work

Prior to commencing work on site, personnel are to ensure that they are familiar with all associated procedures for working on the structure. These will include:

- 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.
- TP1.01 Principal Inspections (and Definitions of defect types, extent and severity ratings).
- TPXX

Personnel must also ensure they are familiar with the following:

- a) Results of previous inspections of the Bridge Parts.
- b) Details of the construction drawings and specification for the parts being inspected.
- c) Details of any associated non-conformance issues raised during construction.
- d) Location reference systems for the Bridge Parts being inspected.
- e) Use of any proforma developed for the inspections. (see Appendix 1).
- f) Checking and operation of equipment, e.g. cameras, batteries, calibration certificates.
- g) Details of any repair or replacement work undertaken to the parts being inspected since the previous inspection.
- h) Bridge Component Sheets for the parts being inspected.

## 3. Access for inspection

Access to enable the required routine inspections to be undertaken can be achieved by using a vehicle driven along the carriageway. For principal inspections carriageway restrictions should be imposed to create a safe working area to allow the more detailed inspection to take place. Special Inspections may involve closing of one or more lanes or possibly by means of a rolling road block that could provide the time necessary to inspect a particular item.

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

## 4. Inspection Equipment

The following equipment should be available to the inspection team:

- Mandatory safety equipment.
- Site Radio.
- Clipboard.
- Inspection proforma and writing materials.
- 2m steel tape measure.
- Weld gauge to check weld throat thickness and leg lengths.
- Camera with flash, zoom, date, video and audio capability.
- Torch with spare batteries.
- Cleaning Rags.
- Inspector's Aide Memoir with location reference details.

Not all the above equipment will be required for all inspections.

## 5. Categories of Inspections

Routine Inspections, Principal Inspections and Special Inspections will all be required at various times. Specific requirements for each are given below:

### 5.1 Routine Inspections

Routine Inspections are those inspections which are undertaken with a predefined scope and frequency. For the components covered by this Technical Instruction a Routine Superficial Inspection will be required at least once per day. This inspection will require all elements to be visually inspected by driving over the full length of the bridge in each direction, viewing all components and noting any anomalies in the condition of the barriers. Particular attention shall be given to signs of impact damage.

The inspection team will inform the Technical Manager of any condition that may warrant further investigation via a special Inspection, such initial special inspections shall, where possible, be undertaken later that day or as soon as is practical.

When a road traffic incident is reported to the control centre a special inspection shall be undertaken as part of the incident recovery process to make use of any emergency traffic restrictions. Where repairs are required these will be temporarily carried out to allow the restrictions to be reduced or removed. Permanent repairs shall be instigated as required by the O&E Manual.

Road traffic incidents that generate barrier repairs should be recorded and advised to the teams inspecting the internal surfaces of the deck boxes to allow either a special inspection to be undertaken to the associated internal element or for such an inspection to be incorporated into the next routine or principal inspection planned for the internal box girder surfaces.

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

## 5.2 Principal Inspections

A Principal Inspection is required every six years and will involve a close visual inspection being carried out by experienced Inspectors and undertaken within touching distance of the element being inspected. For the carriageway barriers it is expected that cleaning will be required from time to time; the barriers could have a principal inspection programmed to coincide with the cleaning activity.

The inspection team will report to the Technical Manager on any condition that may warrant further investigation via a special Inspection.

## 5.3 Special Inspections

Special inspections are all inspections which are not routine and will generally arise from defects or anomalies found during either Routine or Principal Inspections or arising from reports of road traffic incidents.

Special Inspections may also be required after specified extreme weather conditions but these have not been established for the bridge parts covered by the Technical Instruction.

# 6. Scope of Inspections

The general scope of inspection is given below for the Bridge Parts covered by this TI. Notwithstanding the work covered by the scope, Inspectors are expected to be vigilant at all times and to report anything that appears to require attention or further investigation. This shall include aspects of structural behaviour such as unusual vibrations, noise or deflections; it shall also include any localised element of a bridge part that appears different from the normal condition for that part.

## 6.1 Associated Inspections

When undertaking the routine superficial inspections covered by this TI, consideration should be given to including the following activities:

- Functional inspection of all associated carriageway lighting, (if activated).
- Routine superficial inspection of carriageway surfacing, road markings and debris.
- Functional inspection of all activated Variable Message Signs (VMS).
- Routine superficial inspection of all road signs.

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

## 6.2 General Scope of Inspections

The components covered by the Technical Instruction are provided to give protection not only to the structural elements but also to the travelling public whose vehicles may impact these barriers. In order for these barriers to operate as intended, it is essential for any damage to be identified promptly and a follow up repair instigated immediately. Routine inspections are required to seek to identify any anomalies with the barriers; these can be investigated in more detail by a Special Inspection.

## 7. Recording of Inspections

It is essential that all defects and abnormalities noted during inspections are clearly recorded. Inspectors should ensure that the location, type, extent and severity of each defect is recorded and supported by a brief description and one or two supporting photographs. If the Inspector can clearly identify the cause of any reported defect then this should be included in the report. If the cause of any defect is unknown then this should be noted so that the need for a follow-on Special Inspection can be assessed.

It is also important that where an element has been inspected and no defect is found that this is also recorded.

Defects identified during previous inspections, but where no action was taken, should be re-inspected and given revised extent and severity ratings such that comparison can be made to earlier inspection records. The report should note the extent of any deterioration.

All inspection reports shall be submitted to the Technical Manager and an assessment made of any required follow up activity.

Inspection staff are encouraged to include in their reports to the Technical Manager any comments on the effectiveness of this Technical Instruction and to suggest potential improvements.

## 8. Timing and Frequency of Inspections

The frequency of inspection of the above elements is not expected to vary over the lifetime of the bridge.

Special Inspections may be required following extreme weather, seismic activity or following a reported incident.

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

## 9. Maintenance Activities

There are no scheduled regular maintenance requirements for the bridge parts covered by this Technical Instruction. All maintenance activities will be determined based on the findings of the above inspections and from any follow-on Special Inspections.

Anticipated maintenance will include:

- Repair or replacement of parts damaged by impact. Manufacturer required to provide details.
- Repairs to the corrosion protection system.
- Possible cleaning by pressure wash or similar once per year.

## 10 Info to be obtained

The following issues should be considered and addressed or dismissed prior to the finalisation of this TI.

- In cases of severe weather are any associated inspections required to be undertaken?
- If barrier repairs are required, is there a defined repair period, e.g. repairs must be completed with 72 hours of an incident.
- Are the units painted – and hence more likely to require cleaning?

## Appendix 1 – Inspection Proforma – see Section 2

A series of Inspection Proforma will be developed to cover all of the elements covered by this TI. The proforma will include clear identification of element and location, a summary of defect type, extent and severity together with reference to the associated photographs of the defects reported.

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex	<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011	

## Appendix 5.10.I - Technical instruction on reporting of Principal Inspection

## 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
<b>Principal Inspection Report</b>	
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.
<b>Principal Inspection Record, ref. attached Appendix 1</b>	
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.
<b>Defect Record, ref. attached Appendix 2</b>	
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

<b>Subject of Inspection</b>			
Element No.			
<b>Inspector</b>	Department:		
Position:		Name:	
<b>Period of Inspection :</b>			

### Requisition of Inspection

<b>Required by</b>		Date of Requisition:	
Department	Position	Name	

### Principal Inspection Planning

<b>Required Inspection frequency:</b>		
<b>Date of last Inspection:</b>	Principal Inspection.	Other Inspection
<b>Brief summary of last observations:</b>		

### 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

Report no.

Element no.			Description		Defect		Condition		Special		Repair Work			Photos		Next		
L1 ID	L2 ID	L3 ID	L4 ID	L5 ID	No	Description	Cause	Rating	Inspection	Type	Labour	Time	Materials	Cost	Ref.	Nos	Insp. Year	
								(1-5)	A/B/C/D									



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 5.10.J - List of Technical Procedures and Instructions**

## List of Technical Procedures and Technical Instructions

### INSPECTION

**TP 1.01 Principal Inspection**  
 TI 1.01.1 Instruction on Reporting  
 TI 1.01.2 Photo and video registration

**TP 1.02 Supervision Report for Repair Works**

### CONCRETE

**TP 2.01 Inspection of concrete structures**  
 TI 2.01.1 Inspection of piers and tower foundations  
 TI 2.01.2 Inspection of anchor blocks

**TP 2.02 Repair of concrete structures**  
 TI 2.02.1 Repair of concrete structures

### STEEL

**TP 3.01 Inspection and Maintenance of Steel Bridge Structures - Towers and Deck Boxes**  
 TI 3.01.1 Inspection of internal elements of Towers  
 TI 3.01.2 Inspection of external elements of Towers  
 TI 3.01.3 Inspection of internal elements of Steel Road Girders, Steel Rail Girder and Steel Cross Girders  
 TI 3.01.4 Inspection of external elements of Steel Road Girders, Steel Rail Girder and Steel Cross Girders  
 TI 3.01.5 Inspection of internal elements of Terminal Structures  
 TI 3.01.6 Inspection of external elements of Terminal Structures  
 TI 3.01.7 Inspection of transverse support of suspended deck  
 TI 3.01.8 Inspection of secondary steel work

**TP 3.02 Inspection and Maintenance of Bridge Suspension System**  
 TI 3.02.1 Inspection of external Main Cable elements  
 TI 3.02.2 Inspection of Main Cable elements within Anchorage Chambers

**TP 3.03 Inspection and Maintenance of Mechanical Bridge Parts**  
 TI 3.03.1 Inspection and Maintenance of bearings  
 TI 3.03.2 Inspection and Maintenance of expansion joints - Roadway Girder  
 TI 3.03.3 Inspection and Maintenance of expansion Joints - Railway Girder  
 TI 3.03.4 Inspection and Maintenance of hydraulic buffers  
 TI 3.03.5 Inspection and Maintenance of Tuned Mass Dampers - Tower

**TP 3.04 Repair and Maintenance of steel structures**  
 TI 3.04.1 Surface protection of steel  
 TI 3.04.2 Cleaning of steel structures

### CARRIAGEWAY

**TP 4.01 Inspection and Maintenance of Carriageway**  
 TI 4.01.1 Inspection of Roadway Barriers  
 TI 4.01.2 Inspection of Surfacing and Road Marking  
 TI 4.01.3 Inspection of Wind Screens  
 TI 4.01.4 Inspection of Light Masts  
 TI 4.01.5 Inspection of deckings at Service Lane, Cross Overs and Service Areas

**TP 4.02 Repair and Maintenance of Surfacing**  
 TI 4.02.1 Repair of Surfacing. Roadway  
 TI 4.02.2 Cleaning of carriageway, expansion joint and drainage system

### RAILWAY

**TP 5.01 Inspection and Maintenance of Structural Parts on Railway**  
 TI 5.01.1 Inspection of Surfacing  
 TI 5.01.2 Inspection of steel structures for rail fixation and anti-derailment arrangement  
 TI 5.01.3 Inspection of Catenary Masts  
 TI 5.01.4 Inspection of Platform along railway

**TP 5.02 Repair and Maintenance of Surfacing**  
 TI 5.02.1 Repair of Surfacing. Railway

### SECONDARY STRUCTURES

**TP 6.01 Inspection and Maintenance of moveable access facilities**  
 TI 6.01.1 Inspection and maintenance of Tower Gantries and Elevators (Lifts)  
 TI 6.01.2 Inspection and Maintenance of Main Cable Carriage and Hanger Basket  
 TI 6.01.3 Inspection and Maintenance of Gantries for suspended deck

**TP 6.02 Inspection and Maintenance of Dehumidification System**  
 TI 6.02.1 Inspection and Maintenance of Dehumidifications systems

### TECHNOLOGICAL SYSTEMS

**TP 7.01 Inspection and Maintenance of SCADA**  
 TI 7.01.1 Inspection and Maintenance of Control and Monitoring System for Emergency and Maintenance (EMC)  
 TI 7.01.2 Inspection and Maintenance of Railway Monitoring System (RM)  
 TI 7.01.3 Inspection and Maintenance of Structural Health Monitoring System (SHMS)  
 TI 7.01.4 Inspection and Maintenance of Safety and Anti Sabotage System (SSS)  
 TI 7.01.5 Inspection and Maintenance of Traffic Mangement System (TMS)  
 TI 7.01.6 Inspection and Maintenance of Telecommunication System

**TP 7.02 Operation and Maintenance of MMS and sub-systems**

**TP 7.03 Inspection and Maintenance of Electrical Installations**  
 TI 7.03.1 TI Inspection and Maintenance of Emergency Lighting  
 TI 7.03.2 Inspection and Maintenance of Internal Light  
 TI 7.03.3 Inspection and Maintenance of Structural Light  
 TI 7.03.4 Inspection and Maintenance of Road Lighting  
 TI 7.03.5 Inspection and Maintenance of Navigation Warning Lights  
 TI 7.03.6 Inspection and Maintenance of Aircraft Warning Lights  
 TI 7.03.7 Inspection and Maintenance of Cable Ways  
 TI 7.03.8 Inspection and Maintenance of Distribution Panels  
 TI 7.03.9 Inspection and Maintenance of Power Cables

**TP 7.04 Inspection and Maintenance of Traffic Signs**  
 TI 7.04.1 Inspection and Maintenance of Traffic Signs

**TP 7.05 Inspection and Maintenance of installations for Water supply**  
 TI 7.05.1 Inspection and Maintenance of Installations for Water supply

**TP 7.06 Inspection and Maintenance of Drainage system**  
 TI 7.06.1 Inspection and Maintenance of Drainage system

## Time for preparation of Technical Procedures and Instructions

	Preparation of TP / TI	
	During Progetto Definitivo in DRAFT	During / after construction
<b>INSPECTION</b>		
TP 1.01 Principal Inspection	X	
TI 1.01.1 Instruction on Reporting	X	
TI 1.01.2 Photo and video registration		X
TP 1.02 Supervision Report for Repair Works		X
<b>CONCRETE</b>		
TP 2.01 Inspection of concrete structures		X
TI 2.01.1 Inspection of piers and tower foundations		X
TI 2.01.2 Inspection of anchor blocks		X
TP 2.02 Repair of concrete structures		X
TI 2.02.1 Repair of concrete structures		X
<b>STEEL</b>		
TP 3.01 Inspection and Maintenance of Steel Bridge Structures - Towers and Deck Boxes	X	
TI 3.01.1 Inspection of internal elements of Towers		X
TI 3.01.2 Inspection of external elements of Towers		X
TI 3.01.3 Inspection of internal elements of Steel Road Girders, Steel Rail Girder and Steel Cross Girders	X	
TI 3.01.4 Inspection of external elements of Steel Road Girders, Steel Rail Girder and Steel Cross Girders	X	
TI 3.01.5 Inspection of internal elements of Terminal Structures		X
TI 3.01.6 Inspection of external elements of Terminal Structures		X
TI 3.01.7 Inspection of transverse support of suspended deck		X
TI 3.01.8 Inspection of secondary steel work		X
TP 3.02 Inspection and Maintenance of Bridge Suspension System	X	
TI 3.02.1 Inspection of external Main Cable elements	X	
TI 3.02.2 Inspection of Main Cable elements within Anchorage Chambers	X	
TP 3.03 Inspection and Maintenance of Mechanical Bridge Parts		X
TI 3.03.1 Inspection and Maintenance of bearings		X
TI 3.03.2 Inspection and Maintenance of expansion joints - Roadway Girder		X
TI 3.03.3 Inspection and Maintenance of expansion Joints - Railway Girder		X
TI 3.03.4 Inspection and Maintenance of hydraulic buffers		X
TI 3.03.5 Inspection and Maintenance of Tuned Mass Dampers - Tower		X
TP 3.04 Repair and Maintenance of steel structures		X
TI 3.04.1 Surface protection of steel		X
TI 3.04.2 Cleaning of steel structures		X
<b>CARRIAGEWAY</b>		
TP 4.01 Inspection and Maintenance of Carriageway		X
TI 4.01.1 Inspection of Roadway Barriers	X	
TI 4.01.2 Inspection of Surfacing and Road Marking		X
TI 4.01.3 Inspection of Wind Screens		X
TI 4.01.4 Inspection of Light Masts		X
TI 4.01.5 Inspection of deckings at Service Lane, Cross Overs and Service Areas		X
TP 4.02 Repair and Maintenance of Surfacing		X
TI 4.02.1 Repair of Surfacing, Roadway		X
TI 4.02.2 Cleaning of carriageway, expansion joint and drainage system		X

	Preparation of TP / TI	
	During Progetto Definitivo in DRAFT	During / after construction
<b>RAILWAY</b>		
TP 5.01 Inspection and Maintenance of Structural Parts on Railway		X
TI 5.01.1 Inspection of Surfacing		X
TI 5.01.2 Inspection of steel structures for rail fixation and anti-derailment arrangement		X
TI 5.01.3 Inspection of Catenary Masts		X
TI 5.01.4 Inspection of Platform along railway		X
TP 5.02 Repair and Maintenance of Surfacing		X
TI 5.02.1 Repair of Surfacing, Railway		X
<b>SECONDARY STRUCTURES</b>		
TP 6.01 Inspection and Maintenance of moveable access facilities		X
TI 6.01.1 Inspection and maintenance of Tower Gentries and Elevators (Lifts)		X
TI 6.01.2 Inspection and Maintenance of Cable Carriage and Hanger Basket		X
TI 6.01.3 Inspection and Maintenance of Gentries for suspended deck		X
TP 6.02 Inspection and Maintenance of Dehumidifications System		X
TI 6.02.1 Inspection and Maintenance of Dehumidification Systems		X
<b>TECHNOLOGICAL SYSTEMS</b>		
TP 7.01 Inspection and Maintenance of SCADA		X
TI 7.01.1 Inspection and Maintenance of Control and Monitoring System for Emergency and Maintenance (EMC)		X
TI 7.01.2 Inspection and Maintenance of Railway Monitoring System (RM)		X
TI 7.01.3 Inspection and Maintenance of Structural Health Monitoring System (SHMS)		X
TI 7.01.4 Inspection and Maintenance of Safety and Anti Sabotage System (SSS)		X
TI 7.01.5 Inspection and Maintenance of Traffic Mangement System (TMS)		X
TI 7.01.6 Inspection and Maintenance of Telecommunication System		X
TP 7.02 Operation and Maintenance of MMS and sub-systems		X
TP 7.03 Inspection and Maintenance of Electrical Installations		X
TI 7.03.1 TI Inspection and Maintenance of Emergency Lighting		X
TI 7.03.2 Inspection and Maintenance of Internal Light		X
TI 7.03.3 Inspection and Maintenance of Structural Light		X
TI 7.03.4 Inspection and Maintenance of Road Lighting		X
TI 7.03.5 Inspection and Maintenance of Navigation Warning Lights		X
TI 7.03.6 Inspection and Maintenance of Aircraft Warning Lights		X
TI 7.03.7 Inspection and Maintenance of Cable Ways		X
TI 7.03.8 Inspection and Maintenance of Distribution Panels		X
TI 7.03.9 Inspection and Maintenance of Power Cables		X
TP 7.04 Inspection and Maintenance of Traffic Signs		X
TI 7.04.1 Inspection and Maintenance of Traffic Signs		X
TP 7.05 Inspection and Maintenance of installations for Water supply		X
TI 7.05.1 Inspection and Maintenance of Installations for Water supply		X
TP 7.06 Inspection and Maintenance of Drainage system		X
TI 7.06.1 Inspection and Maintenance of Drainage system		X

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

## Appendix 5.11.A - Inspection and Maintenance of Hydraulic Buffers

**Memo**

**Title** Messina Bridge  
**O&M Hydraulic buffer systems**

**Date** 21 May 2010

**To**

**Copy**

**From**

**COWI A/S**  
**Parallevej 2**  
**DK-2800 Kongens Lyngby**  
**Denmark**

**Tel +45 45 97 22 11**  
**Fax +45 45 97 22 12**  
**www.cowi.com**

## **1 Operation and maintenance - Hydraulic buffer systems**

Following items shall, as a minimum, be included in the operation and maintenance manual for of the hydraulic buffer systems:

- Hydraulic concept and principles
- Functioning description for:
  - Hydraulic buffers
  - Control and monitoring systems including data logging
- Layouts
- Description of operation and malfunction messages

## **2 Inspections/maintenances**

This section describes which types of inspections/maintenance are required for the hydraulic buffer systems and how often these are expected to be carried out.

### **2.1.1 Service inspection**

Service inspection shall be carried out every 2 months and includes visual control of the systems by owner's skilled personnel.

### **2.1.2 Routine inspection/maintenance**

Routine inspection/maintenance shall be carried out every half year by the service contractor for hydraulic systems. This includes control of buffers, leakages, oil level, accumulator/system pressure compare to manometer, hoses, pipes, spherical bearings etc.

Oil sample for quality control and new filters every second year etc.

### **2.1.3 Principal inspection**

Principal inspection shall be carried out every year by the consultant and includes control of buffers, leakages, oil level, system pressure, hoses, pipes, spherical bearings etc.

The inspection shall be carried out by engineer with specialty in hydraulic systems. Before inspection the functioning and maintenance manual shall be studied.

#### **2.1.4 Inspection reports**

Inspection reports shall be implicated according to approved inspection instruction schedules for hydraulic buffer systems.

All inspection reports shall be controlled by the consultant engineer and returned to owner with comments and potential recommendations for maintenance.

#### **2.2 Spare parts**

The Contractor shall include all spare parts and consumables necessary for operation of the hydraulic buffer systems.

#### **2.3 Critical spare parts**

The Contractor shall include a list of spare parts supplied for the operation of the hydraulic buffer systems. As a minimum, the Contractor shall supply all spare parts recommended by the manufactures/suppliers for the supplied equipment for the same applications. Manufacture, type and expected life time.

##### **2.3.1 Warranty period**

Warranty period 5 years

### **3 Sequences for replacement and main maintenance activities for hydraulic buffer systems**

According to the schedule shown in the report for Life Cycle Cost Study.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance  Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i>  PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i>  0</p>	<p><i>Data</i>  13-04-2011</p>

**Appendix 5.11.B - Inspection and Maintenance of Access Facilities - Moveable**

**Memo**

**Title**

**Date**

**To**

**Copy**

**From**

Eurolink, Messina Strait Bridge, Progetto Definitivo

Inspection & Maintenance of Access Facilities

21 May 2010

COWI A/S

Parallevej 2  
DK-2800 Kongens Lyngby  
Denmark

Tel +45 45 97 22 11

Fax +45 45 97 22 12

www.cowi.com

## 1 Introduction

This memo identifies elements of the access facilities that are proposed to be inspected and maintained at certain intervals to assure what is important to functional and safety operation.

The proposed inspection & maintenance covers the following access facilities:

### Access facilities - Moveable

- Gantries for suspended deck
- Gantries for tower
- Lifts
- Main cable carriage & hanger basket

## 2 Inspection & Maintenances of Access Facilities - Moveable

### 2.1 Gantries for suspended deck

The inspection of the gantry trolley equipment shall as minimum cover the following check of structural, mechanical and control components:

Check	Interval	Remarks
<b>Structural components (access gantry)</b>		
Check the gantry rails for signs of wearing and corrosion.		
Check the gantry rails fixing and alignment.		
Check the tightness of fixing bolts.		
Check the access gantry structure for signs of wearing, corrosion and thickness of corrosion protection.		

<b>Check</b>	<b>Interval</b>	<b>Remarks</b>
Check welding connections for fatigue cracking by NDE methods.		
Check the structural integrity of all hand rails, stairs, grating, safety barriers and wires.		
<b>Mechanical components (trolley equipment)</b>		
Check the wheels and bearings for signs of corrosion and wearing.		
Check the wheel bearings for lubricant.		Normally life-time lubricated.
Check the tightness of fixing bolts.		
Check conditions of the linear drive motor		
Check the mechanical locking functionality.		
Check the brake for wear of friction linings.		
Check the air gap and adjust if necessary.		
Check conditions of the rive clutch.		
Check the travelling machinery gear for lubricant leakage.		Normally life-time lubricated.
Check conditions of the roller drive pinion.		
Check the travelling motion (acceleration and deceleration).		
<b>Control components</b>		
Check that the frequency converter operates correctly.		
Check linear drive speed control.		

Check	Interval	Remarks
Check dock positional sensor.		
Check positional sensor.		

## 2.2 Gantries for towers

The inspection of the access cradle equipment shall as minimum cover the following check of structural, mechanical and control components:

Check	Interval	Remarks
<b>Structural components (access cradle)</b>		
Check the tightness of fixing bolts.		
Check the access gantry structure for signs of wearing, corrosion and thickness of corrosion protection.		
Check welding connections for fatigue cracking by NDE methods.		
Check the structural integrity of all hand rails, stairs, grating, safety barriers and wires.		
<b>Mechanical components (electrical powered winches)</b>		
Check the winch drum and bearing for signs of corrosion, wearing, deformation and deterioration.		
Check the winch drum bearing and gearing for lubrication.		
Check the tightness of fixing bolts.		
Check conditions of the linear drive motor		
Check the brake and locking functionality.		
Check the travelling machinery gear for lu-		Normally life-

Check	Interval	Remarks
bricant leakage.		time lubricated.
Check the travelling motion (acceleration and deceleration).		
Check the wire diameter, signs of wear, kinks, broken wires and other deterioration.		
<b>Control components</b>		
Check that the frequency converter operates correctly.		
Check linear drive speed control.		
Check dock positional sensor.		
Check positional sensor.		

### 2.3 Lifts

The inspection of the lifts equipment shall as minimum cover the following check of structural, mechanical and control components:

See attached checklist paradigm.

### 2.4 Main cable carriage & hanger basket

The inspection of the main cable carriage and hanger basket equipment shall as minimum cover the following check of structural, mechanical and control components:

Check	Interval	Remarks
<b>Structural components (cable carriage and hanger basket)</b>		
Check the tightness of fixing bolts.		
Check the carriage and basket structures for signs of wearing, corrosion and thickness of corrosion protection.		

Check	Interval	Remarks
Check welding connections for fatigue cracking by NDE methods.		
Check the structural integrity of all hand rails, stairs, grating, safety barriers and wires.		
<b>Mechanical components (trolleys and diesel generator powered winches)</b>		
Check the wheels and bearings for signs of corrosion and wearing.		
Check the wheel bearings for lubricant.		
Check the winch drum and bearing for signs of corrosion, wearing, deformation and deterioration.		
Check the winch drum bearing and gearing for lubrication.		
Check the tightness of fixing bolts.		
Check conditions of the linear drive motor		
Check the brake and locking functionality.		
Check the travelling machinery gear for lubricant leakage.		Normally life-time lubricated.
Check the travelling motion (acceleration and deceleration).		
Check the wire diameter, signs of wear, kinks, broken wires and other deterioration.		
Check welded wire fixing elements for fatigue cracking by NDE methods.		

Check	Interval	Remarks
<b>Control components</b>		
Check that the frequency converter operates correctly.		
Check linear drive speed control.		
Check dock positional sensor.		
Check positional sensor.		

## Service and maintenance

In order to avoid unnecessary breakdowns, those responsible for the service and maintenance of this equipment must regularly ensure that all scheduled maintenance work is carried out at the recommended intervals according to the maintenance program below.

Adjustments and replacement as a result of inspection, must be carried out by trained/authorized service personnel. Only ALIMAK Genuine Spare Parts must be used.



### WARNING !

#### Unintended operation

Always put the lift's "Normal / Inspection" switch in Inspection position before carrying out any service work.

When leaving the car without having completed the service work or to carry out service, the main switch must be switched off, locked and tagged.

Failure to follow this warning can cause death or personal injury.

### Service intervals

Intervals based on operating time shall be followed in the first instance. If the lift is used only periodically, the first applicable interval to be reached shall be followed.

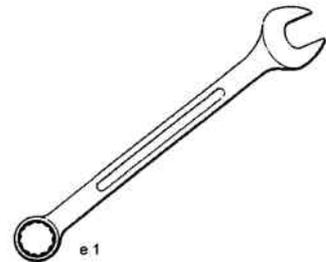
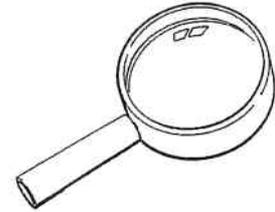
### Checklist

Checklist, with room for notes on maintenance executed, will be found at the end of this manual. Use it!

### Service and maintenance schedule

See the appendix at the end of this manual for tightening torques.

Interval	Part	Instructions
40 operating hours or at least every 2nd month	1. Sign plates/ instruction manuals	Check that all signs are in position according to the spare parts manual, and that they are legible. Check also that the documentation according to the documentation box is available.
	2. Safety device	Check with the user/users if the safety device has been tripping without cause or if noise can be heard from the device during operation. For further details, see the instructions for checking wear on the safety device under the heading "Adjustment and wear limits".
	3. Gear box	Check the oil level and refill to proper indicated level, if necessary. Leaking seals shall be replaced by trained/authorized service personnel.
	4. Counter roller(s) at the rear of the gear box and safety brackets and guide rollers on the lift car machinery frame.	Check that all screw joints are properly tightened.



Interval	Part	Instructions
	5. Attachment of gear box	Check that all screw joints are properly tightened.
	6. Electric motor motor control and brakes	Check that the car stops within acceptable limits, specified later in this chapter.
	7. Main switches and emergency stop switches	Check that all main switches and emergency stop switches are working. Make test runs with each one of the switches in "Off"-position.
	8. Control	Check that the operation of the control system is correct.
	9. Brake lining	Check the play between the electro-magnet armature and the rotating brake disc according to instructions later in this chapter. See the special instruction for checking the brake torque with a spring balance – if car stopping positions exceeds stated values.
	10. Lift cable(s)	Check the cable for wear and to ensure that no kinks occur. Check also the attachment of the cable in the cable support arm on the lift car and the fixture in the lift mast – where a cable guiding device and trolley are furnished.
	11. Cable basket, where applicable	Clean the cable basket. If the cable guiding device is of a type for power and control cables which has been taped together, check the tape and, if necessary, reinforce it along the entire length of the cable.
	12. Electrical interlocks	Check all electrical interlocks by making test runs with: a) Car entrance door open.    c) With car trap door open. b) Car exit door open.        d) Each landing door open. <b><i>The lift must not start. Be sure to check only ONE switch at a time.</i></b>
	13. Mechanical interlocks	Check all mechanical interlocks by making test runs and at the same time try to open the doors. <b><i>Car and landing doors must remain locked until the car stops at the landing.</i></b>
	14. Car floor / roof	Clean the car floor and roof.
	15. Lubricating	See the instructions in the "Lubrication diagram". Also check rack for possible damages, misalignment and attachment, when lubricating.
120 operating hours or at least every 6 months	20. Rack	Retorque rack bolts to 185 Nm ( <b>137 lbf x ft</b> ) after 120 hours of initial operation and then once a year.
	21. Lift mast	Check by striking them that all screw joints of all racks and mast joints are properly tightened. Also check the screw joints for attaching the mast in the base frame.
	22. Mast ties	Check that all screw joints in all mast ties are properly tightened. Also check attachment to structure.
	23. Limit switches and cams, and final limit switch with associated cams	Check attachment and function. Check function by making test runs. Loosen the attachment of the Up and Down limit switches from the machinery plate (alternatively make jumpers for these switches in the electrical panel) and check the final limit switch correspondingly.
	24. Cable guides	Check the cable guides with regard to attachment, function and installation in the mast in relation to the cable support arm on the lift car.
	25. Cable trolley, where applicable	Check that the cable trolley does not come in contact with the buffer frame at the ground landing and that the trolley is parallel to the mast tubes. Check the function, attachment and wear on the guide and cable rollers and that the cable wheel on the trolley runs smoothly. See also special instruction for checking the trolley's guide roller play.

Interval	Part	Instructions
	26. Base slab/pit	Remove all debris, which may have fallen on/into the base (or pit).
	27. Buffers for lift	Check that the buffers are in position and in a proper condition.
	28. Car and landing doors	Check the function, attachment and wear on the doors. Clean guides from dust and debris.
	29. Signal equipment and lighting	Check the function of the alarm signal, lighting and, where applicable, voice communication system.
	30. Emergency lighting	Switch off the main ON/OFF switch on the car roof and check to ensure that the emergency light functions. Switch on the main ON/OFF switch and check that the LED on the battery charger is lighted.
	31. Rack and pinion	Check the wear on the rack and pinion according to the instructions under the heading "Adjustment and wear limits".
	32. Enclosures	Check that there is nothing in the vicinity of the landing which can be used as a ladder or can reduce the correct height of the enclosure in any way. Point out any infringements and risks of injuries to the site manager.
	33. Scaffolding adjacent to lift	Check that the distance from the lift car to landings, scaffolding, balconies, windows or any other location where persons may find themselves, are not less than regulations dictate. Point out any infringements and risks of injuries to the site manager.
	34. Rollers and roller assemblies	Check wear and bearing play of the lift car guide rollers. Adjustment and replacement, when required shall be carried out by trained/authorized service personnel.
	35. Safety device	Test the safety device according to the instructions under the heading "Drop test".
	36. Emergency lowering	Check by test that the emergency lowering device works properly and that the handle is fully reset after operation.
	37. Electric motor(s)	If necessary, clean the cooling flanges of the electric motor(s).
	38. Overload sensing system – where applicable	Overload test to probe overload sensing system. Prevent sparks with grease from the overload sensing pull rods and cup springs.
	39. Lubricating	See the instructions in the "Lubrication diagram".
1000 operating hours or at least once a year	50. Electric wiring	Check all wires, sealing glands and connections.
	51. Motor overload protector	Check that the motor overload protector is set with the rated current on the data plate for the electric motor.
	53. Deformations/mechanical damage	Inspect the equipment visually in its entirety for deformation/mechanical damage to mast tubes/beams, diagonal ties in the mast sections, mast ties, doors, protective rails, floors, etc. This inspection and any actions which may be necessary after the inspection must be performed by trained/authorized service personnel.
	53. Corrosion, damage and wear	Inspect the equipment in its entirety for corrosion and wear on loadbearing and force-absorbing components by the aid of an ultrasonic thickness measuring instrument. This inspection and any actions which may need to be taken after the inspection must be performed by trained/authorized service personnel.

# E 4

Interval	Part	Instructions
	54. Lift mast/ guide rail	Check that all screw joints of all racks and mast joints are properly tightened. Also check the screw joints for attaching the mast in the base.
	55. Centrifugal brake	Inspect centrifugal brake and brake lining according to the instructions under heading adjustment and wear limits; "Centrifugal brake".
2000 operating hours or at least every 2 year	58. Pinion and counter roller on drive unit	Dismount and lift out the motor/gear unit from the machinery plate to be able to make a precise check of the pinion and its counter roller. Dismantling is not necessary if enough clearance is available between the machinery and the building structure.
	59. Lubricating	See the instructions in the "Lubrication diagram".
	60. Centrifugal brake	Dismantle the brake motor from the centrifugal brake and inspect the brake hub with linings. See the instructions in the under heading "Centrifugal brake".
	61. Corrosion protection devices	Replace the corrosion protection devices which are located inside the electrical panels according to the following: Main panel (M-panel)      2 pcs.    P/N 3002 301-105 Car top control panel (VFC)    2 pcs.    P/N 3002 301-105 Car top control panel (DOL)    1 pcs.    P/N 3002 301-101 Base panel (B-panel)      1 pcs.    P/N 3002 301-105 Landing control stations      1 pcs.    P/N 3002 301-101
	62. Battery for emergency light	Replace the battery with new fully charged battery.
Every 4th year or according to sign on the safety device	63. Safety device	Replace the complete safety device.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex	<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011	

**Appendix 5.11.C - Inspection and Maintenance of Dehumidification Systems**

**Memo**

**Title** Messina Bridge  
**O&M Dehumidification systems**

**Date** 21 May 2010

**To** MJU

**Copy**

**From** EIS

**COWI A/S**

**Parallelsvej 2**  
**DK-2800 Kongens Lyngby**  
**Denmark**

**Tel +45 45 97 22 11**  
**Fax +45 45 97 22 12**  
**www.cowi.com**

## **1 Operation and maintenance - Dehumidification systems**

Following items shall, as a minimum, be included in the operation and maintenance manual for of the dehumidification systems:

- Dehumidification concept and principles
- Functioning description for:
  - Dehumidification plants including operation set points
  - Ventilation systems
  - Control and monitoring systems including data logging
- Layouts
- Description of operation and malfunction messages

## **2 Inspections/maintenances**

This section describes which types of inspections/maintenance are required for the dehumidification systems and how often these are expected to be carried out.

### **2.1.1 Service inspection**

Service inspection shall be carried out every 2 months and includes visual control of the systems by owner's skilled personnel.

### **2.1.2 Routine inspection/maintenance**

Routine inspection/maintenance shall be carried out every year by the service contractor for dehumidification, ventilation and automatic suppliers of the systems. This includes control of operation data, calibration of hygrometers, control measurements of unit capacities, functioning of dampers, regeneration temperature of dehumidification units, potential mechanical damages of fans og flexible connections, potential loose duct connections, defect supports and attachments, filter pressure drop, signal lamps in control panel etc.

### **2.1.3 Principal inspection**

Principal inspection shall be carried out every fifth year by the consultant and includes control and calibration of hygrometers, control measurements of unit capacities, control of drive belts (recirculation fans and dehumidifiers), wearing of dampers, filter control, signal lamps in control panel etc.

The inspection shall be carried out by an engineer with specialty in dehumidification systems. Before inspection the functioning and maintenance manual shall be studied.

#### **2.1.4 Inspection reports**

Inspection reports shall be implemented according to approved inspection instruction schedules one for each field, dehumidification, ventilation and automatic systems.

All inspection reports shall be controlled by the consultant engineer and returned to owner with comments and potential recommendations for maintenance.

#### **2.2 Spare parts**

The Contractor shall include all spare parts and consumables necessary for operation of the dehumidification systems.

#### **2.3 Critical spare parts**

The Contractor shall include a list of spare parts supplied for the operation of the dehumidification systems. As a minimum, the Contractor shall supply all spare parts recommended by the manufacturer/suppliers for the supplied equipment for the same applications. Manufacturer, type and expected life time.

##### **2.3.1 Warranty period**

Warranty period 5 years

### **3 Replacement sequences for dehumidification systems**

New plants	25 years
Recirculation fans	25 years
Motorized dampers	15 years
Instruments	15 years

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

**Appendix 10.2.A - Performance Log. Moveable access facilities**

**Inspection and Maintenance  
Performance Log - Costs and spent time for all activities**

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Project ID	Hierarchy element	Work order no.	Costs	Activity	Activity period	Remarks
									mm.yy - m'm'.y'y'	
1				P	Suspension Bridge					
	3			SS	Secondary System					
		1		R4	Secondary Structures					
			7	PA	Tower Gantries and Elevators					
			8	?	Main Cables Carriages and Hanger Baskets					
			9	?	Gantries for Suspended Deck					

The activity should be chosen from the following list:	Abbreviation for activity:
Statutory inspection and maintenance works (of the facility)	Stat. inspec/maint.
Inspection (of the facility)	Inspec.
Maintenance work (of the facility)	Maint.
Preparation for operation of the facility (for inspection and/or maintenance works on the bridge)	Prep.
Operation of the facility (when inspecting and/or maintaining the bridge)	Oper.

The elements at level 5 is subdivided in elements at level 6, as shown below

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Project ID	Hierarchy element	Work order no.	Costs	Activity	Activity period	Remarks
										mm.yy - m'm'.y'y'	
1					P	Suspension Bridge					
	3				SS	Secondary System					
		1			R4	Secondary Structures					
			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 Carriage and Hanger Basket					
			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					

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

## Appendix 11.1.A - Inspection Programme



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.	

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex</p>		<p><i>Codice documento</i> PG0029_0</p>	<p><i>Rev</i> 0</p>	<p><i>Data</i> 13-04-2011</p>

## Appendix 11.2.A - Maintenance Programme



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
Preliminary Inspection and Maintenance Manual, Annex		<i>Codice documento</i> PG0029_0	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

## Appendix 12.5.A - Inspection of Fire Hydrant and Washing System

<b>Memo</b>	Messina Strait Bridge	<b>COWI A/S</b>
<b>Title</b>	Inspection and maintenance	<b>Parallevej 2</b>
<b>Date</b>	20 May 2010 Revision: 01-02-2011/MF	<b>DK-2800 Kongens Lyngby</b>
<b>To</b>	MJU	<b>Denmark</b>
<b>Copy</b>		<b>Tel +45 45 97 22 11</b>
<b>From</b>	KPL	<b>Fax +45 45 97 22 12</b>
		<b>www.cowi.com</b>

## 1 Purpose

The purpose of memo is to give an overview for expected operation and maintenance procedures for the mechanical systems:

- Drainage of bridge girders
- Fire hydrant system and washing system

## 2 Drainage of bridge girders

### 2.1 System layout

To collect rain water on bridge decks a gravity drain water pipe system will be installed inside the bridge girders.

The rain water will be lead on shore for cleaning before discharge to the Messina Strait.

Rain water gullies will be located at intervals along the emergency lane on the roadway girders.

Rain water gullies will be located along both sides of the railway girder.

The discharge arrangement at the Sicilian and Calabria side will consist of sedimentation reservoirs and oil separator. No further cleaning is foreseen.

### 2.2 Inspection and maintenance overview

Following inspection and maintenance works for the drain system can be assessed:

#### 2.2.1 Gravity pipes

To prevent clogging of pipes due to a slowly build up of sedimentation the pipes shall be inspected frequently.

The gravity pipes are designed for self cleaning during normal operation but the possible ingress of foreign bodies such as cigarette packages, trash of all kinds, must be followed.

Due to experience obtained can flushing of pipes with high pressure water be a consequence of the observations. Water will be available on the bridge for the purpose.

### 2.2.2 Discharge arrangement

The Sedimentation reservoir and the Oil and Petrol interceptor must be emptied regularly.

Clean up works, which often is carried out by service contractors having special equipment and experience for mud- and oil pumping.

## 3 Fire hydrant system and washing system

### 3.1 System layout

The system consists of two separate systems:

- The fire hydrant system
- The utility water system (the washing system)

Two similar pump installations are located at each tower. The pump installations include water tanks, fire pump installations and utility water pump installations.

The fire pumps supply water to the entire bridge in fire mains located at the railway girder. Further will the pumps supply water to the fire risers inside the tower. The utility water pumps supply utility water to the entire bridge as well as to the risers inside the towers.

The fire mains are connected to fire hydrants located at intervals throughout the bridge and inside the towers.

The utility water mains are connected to wash valves located at intervals throughout the bridge and inside the towers. Each pipe connection on bridge for fire hydrants and wash valves will be frost protected by means of electrical heat tracing and insulation. Water will flow in the mains in case of low temperature (freezing risk).

### 3.2 Inspection and testing overview

It shall be noted that specific requirements as regard operation and maintenance from fire authorities at the Messina Bridge are not yet incorporated.

This section provides a summary of the minimum requirements for the routine inspection, testing, and maintenance of the fire hydrant system and utility water system.

#### 3.2.1 Fire and utility water main

Item	Frequency	Maintenance activity
------	-----------	----------------------

Item	Frequency	Maintenance activity
<b>Inspection</b>		
Valves	Weekly (in fire system) Monthly (in utility system)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In the normal open or closed position</li> <li>• Properly sealed, locked</li> <li>• Accessible</li> <li>• Provided with appropriated wrenches</li> <li>• Free from external leaks</li> <li>• Provided with appropriated identification</li> </ul>
Piping	Annually	Visually
Fire hydrant (Hose connections)	Annually	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The hand wheel is not broken or missing</li> <li>• The outlet hose treads are not damaged</li> <li>• No leaks are present</li> <li>• The reducer and the cap are not missing</li> </ul>
Insulation (Frost protection)	Annually	Visually
<b>Test</b>		
Control valves	Annually	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Position</li> <li>• Operation</li> <li>• Supervisory signals</li> </ul>
Pressure control valve	5 years	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flow test (adjustment to be made in accordance with the manufacture's instruction)</li> </ul>
Pressure reducing valves	5 years	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downstream pressure are maintained in accordance with the design criteria</li> <li>• The supply pressure is in accordance with the design criteria</li> <li>• The valve are not leaking</li> <li>• Valve and trim are in good condition</li> </ul>

Item	Frequency	Maintenance activity
Hydrostatic test	5 years	Hydrostatic test of not less than 2 hours.
Flow test	5 years	A flow test to be conducted at the hydraulic most remote fire hydrant /wash valve to verify the water supply still provides the design pressure at the required flow.
<b>Maintenance</b>		
Fire hydrants	Annually	Fire hydrants that do not operate smoothly or open fully shall be lubricated, repaired, or replaced.
Valves (all types)	Annually/as needed	According to supplier recommendations

### 3.2.2 Fire an utility water pumps

Item	Frequency	Reference
<b>Inspection</b>		
Fire pump system Utility water pump system	Weekly Monthly	The purpose of inspection shall be to verify that the pump assembly appears to be in operating condition and is free from physical damage.
<b>Test</b>		
Fire pump operation (No-flow condition)	Weekly	Starting of fire pump assemblies (running for 10 minutes)
Flow condition (all pumps)	Annually	An annual test of each pump assembly shall be conducted under minimum, rated, and peak flows of the fire pump by controlling the quantity of water discharged through approved test devices.
<b>Maintenance</b>		

Item	Frequency	Reference
Pump systems	Annually	A preventive maintenance program shall be established on all components of the pump assembly in accordance with the manufacturer's recommendations.
Mechanical transmission	Annually	As above
Electrical system	Varies	As above
Controller, various components	Varies	As above

### 3.2.3 Water storage tanks

Item	Frequency	Reference
<b>Inspection</b>		
Water level alarms	Quarterly	Visual
Interior	5 years	Visual
<b>Test</b>		
Level indicators	5 years	Test for accuracy and freedom of movement.
Pressure gauges	5 years	Test with a calibrated gauge in accordance with the manufacturer's instructions. Gauges not accurate to within 3 percent of the scale of the gauge being tested shall be recalibrated or replaced.
<b>Maintenance</b>		
Drain silt	Semi-annually	Silt shall be removed during interior inspections or more frequently as needed to avoid accumulation to the level of the tank outlet.