

Attività di formazione per i tecnici degli Enti Locali

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

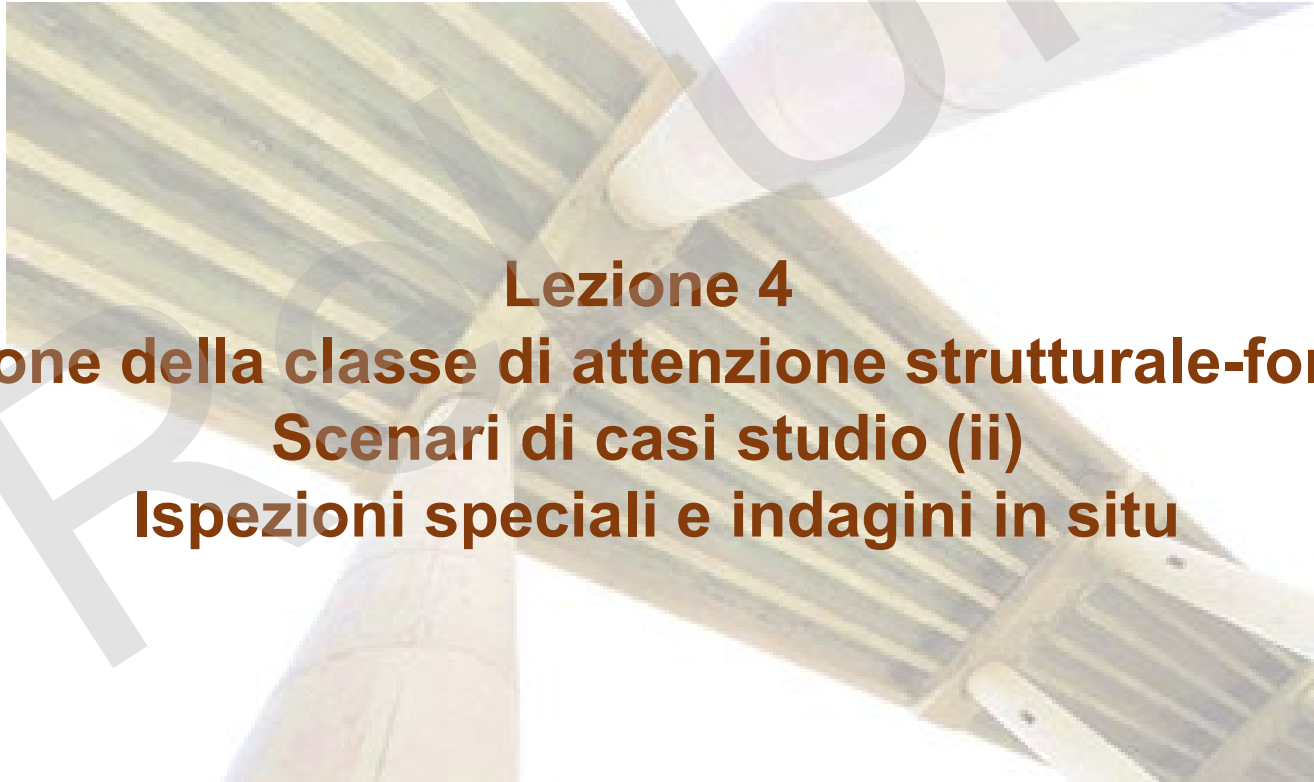
coordinatori Proff. Edoardo Cosenza e Mauro Dolce

Lezione 4

La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale

Scenari di casi studio (ii)

Ispezioni speciali e indagini in situ



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Le linee guida per i ponti esistenti - Tipologie strutturali e analisi delle principali criticità

- L1a - Introduzione alle linee guida
- L1b - Ponti in cemento armato
- L1c - Ponti in cemento armato precompresso
- L1d - Ponti in muratura
- L2a - Ponti in acciaio e composti acciaio-calcestruzzo
- L2b - Pile e spalle
- L2c - Selle Gerber
- L2d - Dispositivi di appoggio
- L2e - Introduzione alle schede difettologiche

La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio. Ispezioni speciali e indagini in situ

- L3a - Ponti in cemento armato
- L3b - Ponti in cemento armato precompresso
- L3c - Ponti ad arco in muratura
- L4a - Ponti in acciaio e ponti composti acciaio-calcestruzzo
- L4b - Ispezioni speciali e indagini in situ

Il monitoraggio nella sicurezza delle infrastrutture e la digitalizzazione

- L5a - Applicazione di sistemi di monitoraggio
- L5b - Gestione delle informazioni e modelli informativi digitali

Esercitazione

- L6 - Esempi di compilazione in ambiente virtuale di schede di ispezione

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Le linee guida per i ponti esistenti - Tipologie strutturali e analisi delle principali criticità

- L1a - Introduzione alle linee guida
- L1b - Ponti in cemento armato
- L1c - Ponti in cemento armato precompresso
- L1d - Ponti in muratura
- L2a - Ponti in acciaio e composti acciaio-calcestruzzo
- L2b - Pile e spalle
- L2c - Selle Gerber
- L2d - Dispositivi di appoggio
- L2e - Introduzione alle schede difettologiche

La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio. Ispezioni speciali e indagini in situ

- L3a - Ponti in cemento armato
- L3b - Ponti in cemento armato precompresso
- L3c - Ponti ad arco in muratura
- L4a - Ponti in acciaio e ponti composti acciaio-calcestruzzo**
- L4b - Ispezioni speciali e indagini in situ

Il monitoraggio nella sicurezza delle infrastrutture e la digitalizzazione

- L5a - Applicazione di sistemi di monitoraggio
- L5b - Gestione delle informazioni e modelli informativi digitali

Esercitazione

- L6 - Esempi di compilazione in ambiente virtuale di schede di ispezione

- Introduzione: I ponti con struttura di acciaio e mista acciaio-clt
- Evoluzione storica dei ponti metallici e misti acciaio-clt
- Classificazione tipologica dei ponti metallici e misti acciaio-clt
- Problematiche tipiche dei ponti metallici e a struttura mista acciaio-clt
- Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clt
- Scenari di casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clt

- Introduzione: I ponti con struttura di acciaio e mista acciaio-clc
- Evoluzione storica dei ponti metallici e misti acciaio-clc
- Classificazione tipologica dei ponti metallici e misti acciaio-clc
- Problematiche tipiche dei ponti metallici e a struttura mista acciaio-clc
- **Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc**
- Scenari di casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Schede difettologiche delle LG2022 (Allegato C)

Schede difettologiche

N° difetto: **Acc_1**

Codice del difetto
È univoco per ogni tipologia

Peso del difetto
Quantifica la gravità del difetto. Ha un'importanza centrale nella determinazione del livello di difettosità

Difetti di saldatura Nome del difetto

Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5
-------	-------	-------	--------------	-------

Estensione k_1	0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
Intensità k_2	Sempre = 1		

Estensione e intensità difetto
Valutate attraverso due coefficienti (k_1 e k_2)

Descrizione

I difetti, localizzati lungo lo sviluppo dei cordoni di saldatura, risultano particolarmente pericolosi poiché riducono i valori di resistenza e tenacità del giunto saldato e con il tempo possono causare la frattura della saldatura stessa. Essi si manifestano sotto forma di:

- cricche, ossia microlesioni o fessurazioni sui cordoni di saldatura;
- inclusioni di natura solida e gassosa o soffiature superficiali, riconoscibili dalla presenza di piccoli crateri sulla superficie del cordone;
- irregolarità sulle maglie del cordone con evidente variazione del suo profilo per presenza di avvallamenti, irregolarità dei bordi, ecc.



Fonte: PROGETTO RAM – Manuale di ispezione principale (Anas GRUPPO FS ITALIANE)

Cause

Sono descritte le cause più comuni per il difetto considerato

L'origine di tali fenomeni si può far risalire ad errori o problematiche insorte durante l'esecuzione della saldatura stessa, quali scelta di materiali e/o tecniche non adeguate, condizioni di esecuzione non favorevoli e scarsa capacità del saldatore.

Fenomeni di degrado correlati

Fen. di degrado correlati
Sono descritti i più comuni fenomeni di degrado correlati al difetto di interesse

L'evoluzione di tali difetti potrebbe comportare la completa **rottura della saldatura**, per cui è bene valutarne l'entità (ad esempio, se sono presenti lesioni passanti dovranno indicarsi come rotture di saldatura). Particolare attenzione deve essere posta in presenza di nodi perché si potrebbe ricadere nel caso di **lesione ai nodi**.

Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Schede di difettosità delle LG2022 (Allegato B)

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

16	Travi N _____ Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____														
	Metallo o Acciaio Tecnico rilevatore: _____ Data ispezione: __/__/__														
	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K ₁			Intensità K ₂			N° foto	PS	NA	NR	NP	Note
0,2				0,5	1	0,2	0,5	1							
Acc_1	Difetti di saldature	<input checked="" type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	...
Acc_2	Rottura di saldature	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_3	Sfogliamento vernice	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_4	Difetti di chiodatura	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_5	Bulloni allentati	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_6	Bulloni tranciati	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_7	Deformazioni anime / piattabande	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_8	Deformazioni pareti travi scatolari	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif.Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_9	Lesioni ai nodi	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_10	Corrosione	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acc_11	Ossidazione	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eventuali note															

PS: Pregiudica la statica? (solo difetti G4-G5)
NA: Non applicabile (al caso in esame)
NR: Non rilevabile (ad es. cassoni non ispezionabili)
NP: Non presente

I difetti di peso G5 sono evidenziati in grigio

La compilazione delle schede di difettosità (Allegato B delle LG2022) prevede l'identificazione delle specie difettologiche per ogni elemento strutturale di interesse (pile, spalle, pulvini, travi, solette, appoggi), la valutazione di estensione e intensità per ogni tipo di difetto ed alcune valutazioni aggiuntive ad opera del rilevatore (PS, Note).

Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

DIFETTI DI SALDATURA (G4)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Collegamenti saldati</i>
DESCRIZIONE Accadono lungo i cordoni di saldatura. Possono essere pericolosi in quanto riducono la sezione resistente dei cordoni. Possono essere di vario tipo: (micro)cricche, inclusioni solide o gassose, asimmetrie dei cordoni	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Inadeguata manodopera - Materiali di apporto scadenti - Tecniche di saldatura inadeguate - Scarso controllo del processo 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Rottura delle saldature
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Test con liquidi penetranti - Test con polveri magnetizzanti - Test ultrasonici - Imaging a raggi X 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Ripristinare i cordoni danneggiati - Se necessario, introdurre un coprigiunto (bullonato) che funga da bypass tensionale



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

ROTTURA DELLE SALDATURE (G5)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Collegamenti saldati</i>
DESCRIZIONE Si presentano come vaste e profonde cricche lungo le giaciture delle saldature Possono compromettere la resistenza dei collegamenti, e spesso sono indotte dalla fatica	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Difetti di esecuzione - Stati tensionali elevati - Fatica 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Perdita di continuità strutturale - Perdita di resistenza degli elementi saldati
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Test con liquidi penetranti - Test con polveri magnetizzanti - Test ultrasonici 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Ripristinare i cordoni danneggiati - Se necessario, introdurre un coprigiunto (bullonato) che funga da bypass tensionale - Nei casi più gravi, sostituire l'intero elemento lesionato



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

SFOGLIAMENTO DI VERNICE (G2)

MATERIALE: **Acciaio**

ELEMENTI: **Membrature (travi e traversi)**

DESCRIZIONE

Si manifesta come distacco della vernice protettiva dalle superfici degli elementi metallici
Esponde direttamente il materiale base all'attacco degli agenti esogeni

CAUSE

- Incorretta stesura dello strato di vernice
- Invecchiamento della vernice
- Attacco di agenti aggressivi (cloruri)

EFFETTI

- Ossidazione
- Corrosione

TEST

- Misurazione dello spessore della vernice
- Prova di adesione (Pull-Off)
- Analisi chimica dello strato di vernice

INTERVENTI DI RIPRISTINO

- Rimozione dello strato danneggiato con sabbiatura
- Introduzione di uno strato di prodotto anticorrosivo
- Ritinteggiatura delle membrature coinvolte



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

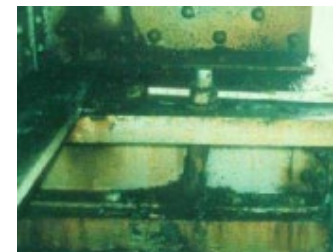
BULLONI ALLENTATI (G4)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Collegamenti bullonati</i>
<p>DESCRIZIONE</p> <p>Si osserva una riduzione del serraggio dei bulloni, la quale può essere identificata: Visivamente, se il dado è assente o vi è spazio tra esso e le rondelle; A mano, se è possibile svitare il dado manualmente; Tramite misura con chiave dinamometrica</p>	
<p>CAUSE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Scorretto proporzionamento dei collegamenti - Mancato controllo del serraggio - Rondelle assenti o inadeguate - Vibrazioni - Urti 	<p>EFFETTI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caduta dei bulloni
<p>TEST</p> <ul style="list-style-type: none"> - Misura del serraggio 	<p>INTERVENTI DI RIPRISTINO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Riserrare i bulloni allentati - Sostituire i dadi assenti - In caso di vibrazioni considerevoli, introdurre controdadi e rondelle adatte



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

BULLONI TRANCIATI (G5)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Collegamenti bullonati</i>
DESCRIZIONE Il tranciamento avviene a seguito di deformazioni plastiche considerevoli dei bulloni Nei casi più gravi si può osservare l'ovalizzazione dei fori e/o il tranciamento degli elementi collegati	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Scorretto proporzionamento dei collegamenti - Mancato controllo del serraggio - Carichi eccessivamente elevati - Vibrazioni - Urti 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Danneggiamento del calcestruzzo - Riduzione della sezione resistente del c.a. - Nei casi più gravi, esposizione e corrosione delle armature
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Test di ancoraggio dei bulloni (Dynatest) - Misura del serraggio dei bulloni - Prove di trazione sui bulloni 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Sostituzione dei bulloni danneggiati con altri di classe equivalente o superiore - Sostituzione dei coprigiunti ovalizzati o tranciati



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

ANIME E PIATTABANDE DEFORMATE (G3)

MATERIALE: **Acciaio**

ELEMENTI: **Membrature (travi e traversi)**

DESCRIZIONE

Si localizzano nelle anime e nelle flange di sezioni aperte (ad I, L, T, C, ...), le quali risultano deformate

CAUSE

- Urti di veicoli eccezionali
- Incorretto assemblaggio con mancato rispetto delle tolleranze
- Fuoco
- Fenomeni di instabilità locale
- Carichi concentrati non previsti

EFFETTI

- Deformazione e Perdita di bulloni
- Riduzione della resistenza delle sezioni

TEST

- Prove di carico
- Misure dello stato tensionale tramite strain gages
- Test di durezza superficiale di tipo Vickers

INTERVENTI DI RIPRISTINO

- Nei casi più lievi, preriscaldamento e raddrizzamento
- Nei casi moderati o gravi, taglio delle parti coinvolte e introduzione di collegamenti «bypass» oppure sostituzione totale degli elementi danneggiati



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

PARETI DELLE TRAVI SCATOLARI DEFORMATE (G3)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Travi scatolari</i>
<p>DESCRIZIONE</p> <p>E' dovuto alla perdita della forma originaria delle pareti inferiori o laterali di travi scatolari Se dovuto a fenomeni di instabilità, il difetto può presentarsi con andamento «ad onda» lungo lo sviluppo della trave</p>	
<p>CAUSE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Urti di veicoli eccezionali - Incorretto assemblaggio con mancato rispetto delle tolleranze - Riduzione delle sezioni resistenti a causa della corrosione - Fenomeni di instabilità locale - Carichi concentrati non previsti 	<p>EFFETTI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deformazione e Perdita di bulloni - Riduzione della resistenza delle sezioni
<p>TEST</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prove di carico - Misure dello stato tensionale tramite strain gages - Test di durezza superficiale di tipo Vickers 	<p>INTERVENTI DI RIPRISTINO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutare se gli spessori delle pareti sono adeguate contro i fenomeni di instabilità - Introdurre irrigidimenti e rinforzi ove necessario - Nei casi più gravi, sostituzione degli elementi danneggiati



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

OSSIDAZIONE (G2)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Membrature, Collegamenti, Appoggi</i>
DESCRIZIONE È un processo di natura elettrochimica con cui il ferro si combina con l'ossigeno dell'aria Si ha la formazione di una patina di ossidi sulla superficie degli elementi coinvolti	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Danneggiamento/assenza dei trattamenti protettivi (ad es. vernici) - Ristagno di acqua e umidità - Scarsa manutenzione - Ambienti aggressivi (industriali o marini) - Uso di prodotti disgelanti aggressivi 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Corrosione
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Ispezione visiva - Misura degli spessori degli elementi ossidati 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Ripristinare immediatamente giunti, drenaggi e la tenuta all'acqua - Nei casi gravi, è necessario il rifacimento del copriferro



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

CORROSIONE (G4)	
MATERIALE: <i>Acciaio</i>	ELEMENTI: <i>Membrature, Collegamenti, Appoggi</i>
DESCRIZIONE È un processo di natura elettrochimica con cui il ferro si combina con l'ossigeno dell'aria Si ha una perdita considerevole (> 5%) di materiale metallico, con conseguente riduzione della sezione resistente	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Danneggiamento/assenza dei trattamenti protettivi (ad es. vernici) - Ristagno di acqua e umidità (anche per assenza dei drenaggi) - Ossidazione non trattata adeguatamente - Ambienti aggressivi (industriali o marini) - Uso di prodotti disgelanti aggressivi 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Danneggiamento del calcestruzzo - Riduzione della sezione resistente del c.a. - Nei casi più gravi, esposizione e corrosione delle armature
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Ispezione visiva - Test di misura delle correnti parassite - Prove di carico - Verifiche di sicurezza con spessori ridotti 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Rinforzo locale delle parti ammalorate con piatti di irrigidimento - Nei casi gravi, sostituzione totale dei componenti corrosi



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clt

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

DEFORMAZIONE DEGLI APPOGGI (G2)

MATERIALE: **Acciaio, Neoprene**

ELEMENTI: **Appoggi**

DESCRIZIONE

Si manifesta come danneggiamento locale (deformazione permanente) del sistema di appoggi
Tale deformazione può essere dovuta a diverse cause

CAUSE

- Errori di progettazione e/o esecuzione
- Scarsa manutenzione degli apparecchi di appoggio
- Presenza di detriti
- Deterioramento dei materiali (ad es. invecchiamento neoprene)
- Carichi inattesi in esercizio

EFFETTI

- Tensioni elevate non attese
- Danneggiamento del c.a. di pile/spalle
- Possibile perdita di appoggio

TEST

- Ispezione visiva
- Misura della capacità di spostamento degli appoggi
- Controllo dei danni alle strutture in c.a. contigue (pile, spalle)

INTERVENTI DI RIPRISTINO

- Riassetamento degli appoggi
- Nei casi più gravi, sostituzione degli appoggi



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

MACCHIE DI UMIDITA' PASSIVA (G1) O ATTIVA (G3)	
MATERIALE: <i>Calcestruzzo Armato</i>	ELEMENTI: <i>Soletta, Pile, Spalle</i>
DESCRIZIONE Infiltrazione di acqua piovana nel conglomerato Umidità passiva: macchie di colore chiaro Umidità attiva (percolazione): macchie di colore scuro	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Smaltimento delle acque difettoso o mancante - Difetti nei trattamenti idrofobi - Drenaggi assenti, scadenti o danneggiati - Giunti di pavimentazione danneggiati - Cricche modeste a forma di tela di ragno 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Danneggiamento del calcestruzzo - Espulsione del copriferro - Corrosione delle armature
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Misurazione dell'umidità tramite igrometro 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Ripristinare immediatamente giunti, drenaggi e la tenuta all'acqua - In casi modesti, è sufficiente utilizzare localmente degli inibitori di corrosione - Nei casi gravi, è necessario il rifacimento del copriferro



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

CALCESTRUZZO FESSURATO O DETERIORATO (G3)	
MATERIALE: <i>Calcestruzzo Armato</i>	ELEMENTI: <i>Pile, Spalle</i>
DESCRIZIONE È dovuto alla percolazione dell'acqua Si verifica principalmente sulle superfici verticali o inclinate degli elementi senza drenaggio	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Ambienti umidi e calcestruzzi porosi - Carbonatazione dei copriferri - Drenaggi assenti, scadenti o danneggiati - Cicli di gelo e disgelo - Percolazione da macchie di umidità attiva contigue 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Danneggiamento del calcestruzzo - Riduzione della sezione resistente del c.a. - Nei casi più gravi, esposizione e corrosione delle armature
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Misurazione dell'umidità tramite igrometro 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Ripristinare immediatamente giunti, drenaggi e la tenuta all'acqua - Nei casi gravi, è necessario il rifacimento del copriferro



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

DISTACCO DEI COPRIFERRI (G2)	
MATERIALE: <i>Calcestruzzo Armato</i>	ELEMENTI: <i>Solette, Pile, Spalle</i>
DESCRIZIONE Distacco parziale o totale del copriferro Si verifica tipicamente negli spigoli degli elementi strutturali	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Spessore insufficiente del copriferro - Calcestruzzo scadente - Carbonatazione - Impatto con veicoli - Degrado del calcestruzzo 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Esposizione e, nei casi più gravi, corrosione delle armature
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Test di carbonatazione - Misura dello spessore del copriferro rimanente 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Eliminazione degli strati danneggiati di calcestruzzo tramite idropulitura - Rifacimento del copriferro tramite malte apposite



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clc

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

ARMATURE LENTE OSSIDATE/CORROSE (G5)

MATERIALE: *Calcestruzzo Armato*

ELEMENTI: *Solette, Pile, Spalle*

DESCRIZIONE

Causato dal danneggiamento o dell'espulsione dei copriferri
Le armature, ora esposte ad aria/acqua/agenti aggressivi, subiscono un processo di ossidazione e successiva corrosione

CAUSE

- Carbonatazione del calcestruzzo, specialmente se poroso
- Ambienti aggressivi
- Contatto con acqua ed aria

EFFETTI

- Danneggiamento del calcestruzzo
- Riduzione della sezione resistente del c.a.
- Nei casi più gravi, esposizione e corrosione delle armature

TEST

- Test di carbonatazione
- Misura del barro delle armature danneggiate
- Misura del potenziale di corrosione

INTERVENTI DI RIPRISTINO

- Trattare con anticorrosivi le armature ossidate superficialmente
- Sostituire le porzioni di armatura soggette a riduzioni significative di sezione



Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-cls

Specie difettologiche più comuni per i ponti metallici e misti

FESSURE DA SCHIACCIAMENTO (G4)	
MATERIALE: <i>Calcestruzzo Armato</i>	ELEMENTI: <i>Pile, Spalle</i>
DESCRIZIONE Si tratta di lesioni a 45° in corrispondenza degli appoggi	
CAUSE <ul style="list-style-type: none"> - Tensioni di compressione molto elevate (errori progettuali, materiali scadenti, armature insufficienti, ...) - Posizionamento errato degli appoggi 	EFFETTI <ul style="list-style-type: none"> - Distacco di cunei di calcestruzzo
TEST <ul style="list-style-type: none"> - Prove di carico 	INTERVENTI DI RIPRISTINO <ul style="list-style-type: none"> - Ricostruzione delle zone danneggiate con malte apposite - Introduzione di armature supplementari - Se necessario, sostituzione degli appoggi

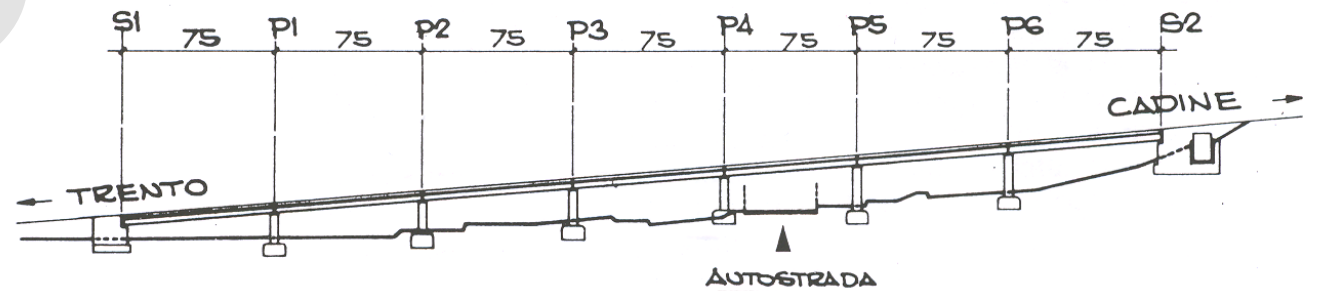
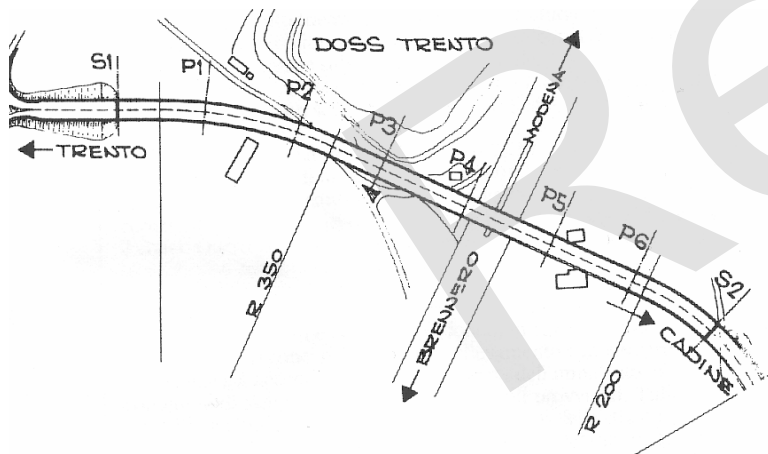


- Introduzione: I ponti con struttura di acciaio e mista acciaio-clt
- Evoluzione storica dei ponti metallici e misti acciaio-clt
- Classificazione tipologica dei ponti metallici e misti acciaio-clt
- Problematiche tipiche dei ponti metallici e a struttura mista acciaio-clt
- Valutazione di Livello 1 per ponti metallici e misti acciaio-clt
- **Scenari di casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clt**

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

Il viadotto Montevideo presenta travi scatolari con 7 campate di 75 m ciascuna. La struttura è semplicemente appoggiata e parte del ponte è curva. La larghezza del ponte è di 18 m e la sua altezza è di 4.10 m.

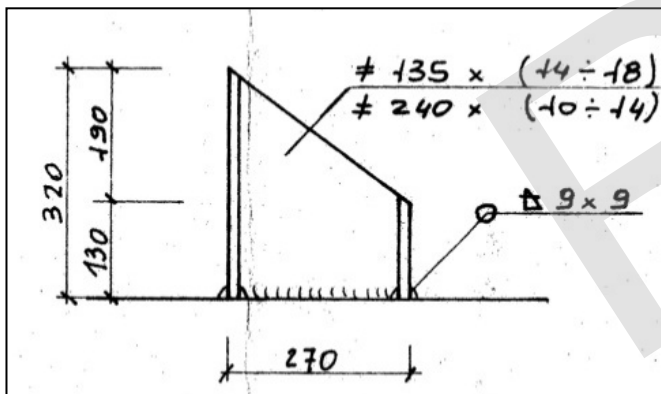
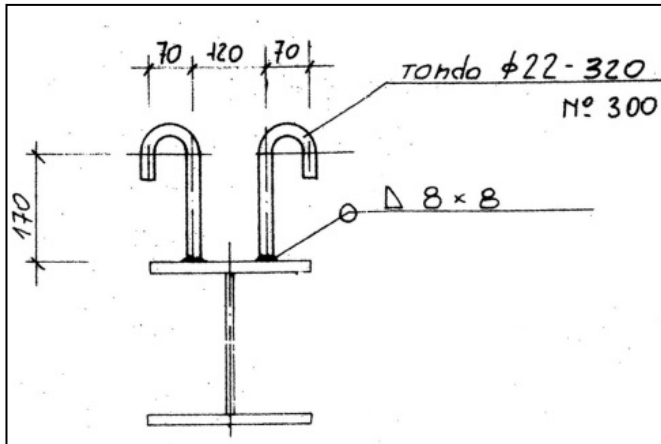


Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

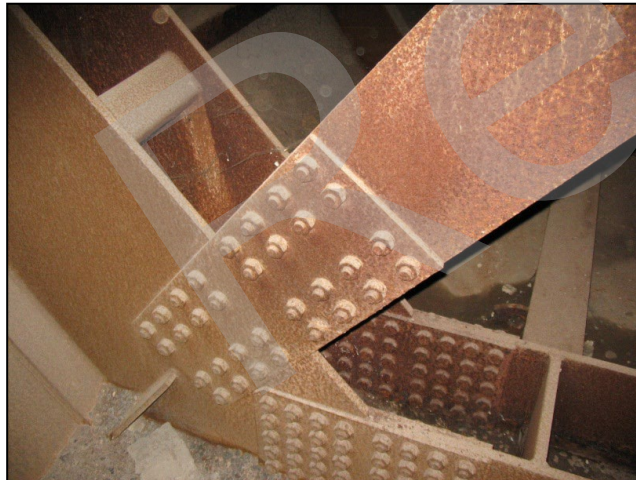
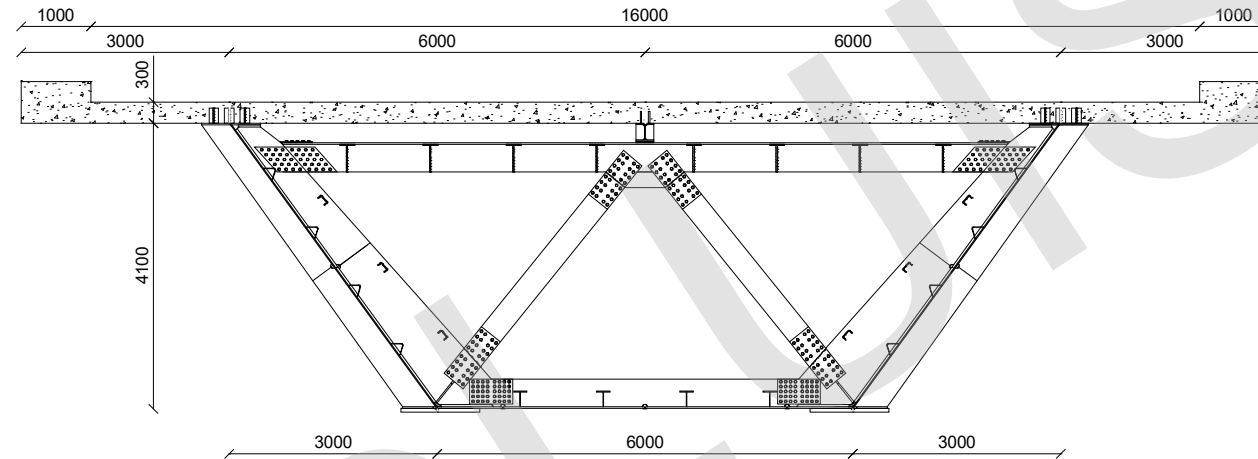
Il sistema di connessione tra la soletta in c.a. e le travi scatolari è costituito da un insieme di connettori a piolo e di connettori a T.



Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

Sono presenti molteplici collegamenti bullonati di tipo giunto a coprigiunto per connettere le diverse componenti dei traversi reticolari a V rovescia.

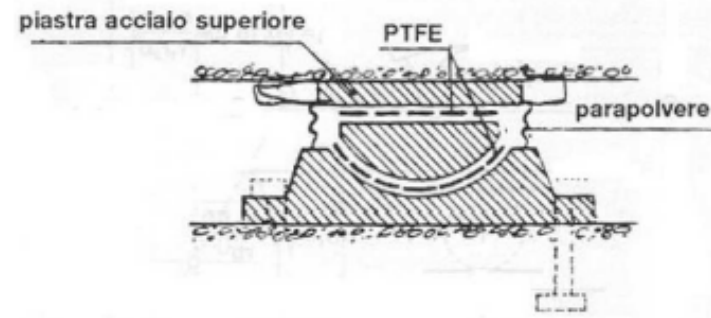


Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

Il sistema di appoggi è costituito da quattro dispositivi in PTFE (Teflon) alternativamente fissi e scorrevoli in direzione longitudinale, i quali si mostrano in alcuni casi ossidati.



Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

Il ponte presenta un'avanzata corrosione della trave scatolare in acciaio a causa delle infiltrazioni d'acqua lungo i giunti di dilatazione, insieme alla mancanza di manutenzione dei giunti e alle condizioni ambientali sfavorevoli.



MATERIALI - Dati sperimentali

Calcestruzzo: 3 provini $\rightarrow f_{c,mean} = 40.57 \text{ MPa}; 45.73 \text{ MPa}; 53.66 \text{ MPa}, E_c = 30220 \text{ MPa}$

Steel: S355, $E_s = 218000 \text{ MPa}$; La composizione chimica indica che si tratta di acciaio COR-TEN

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

L'analisi chimica mostra che l'acciaio impiegato è di tipo **COR-TEN**. Pertanto, è adatto per ambienti aggressivi a condizione che sia garantita l'asciugatura delle superfici metalliche mediante sufficiente ventilazione.

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0.17	0.94	0.26	0.010	0.015	0.46	0.12	0.022	0.44	0.002

Questa condizione non è stata soddisfatta in quanto la ventilazione all'interno dello scatolare metallico era sostanzialmente assente. Inoltre, la presenza di sali e l'inquinamento nell'acqua stagnante all'interno dello scatolare hanno accelerato il processo di corrosione.



La progressione della corrosione ha danneggiato alcuni giunti bullonati. L'acqua è in grado di entrare e ristagnare senza defluire.

Una stima realistica del danno da corrosione è di circa 1 mm di riduzione dello spessore delle piastre in acciaio che costituiscono lo scatolare.

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

La compilazione delle schede di difettosità per il Viadotto Montevideo tiene conto delle specie difettologiche identificate a seguito delle ispezioni.



16	Travi N _____ Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____													
	Metallo o Acciaio		Tecnico rilevatore: _____		Data ispezione: __/__/__									
	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP
0,2				0,5	1	0,2	0,5	1						
Acc_1	Difetti di saldature	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_2	Rottura di saldature	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_3	Sfogliamento vernice	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_4	Difetti di chiodatura	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_5	Bulloni allentati	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_6	Bulloni tranciati	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_7	Deformazioni anime / piattabande	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_8	Deformazioni pareti travi scatolari	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dif. Gen 2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dif.Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	<input checked="" type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_9	Lesioni ai nodi	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_10	Corrosione	<input checked="" type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acc_11	Ossidazione	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ristagni d'acqua su $\approx 50\%$ della superficie del cassone ($K_1 = 0.5$) Corrosione molto estesa ($K_1 = 1.0$) con possibile PS (riduzione di 1 mm dello spessore delle pareti dello scatolare)

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 1: Viadotto Montevideo

La compilazione delle schede di difettosità per il Viadotto Montevideo tiene conto delle specie difettologiche identificate a seguito delle ispezioni.



Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

6	Appoggi N _____	Strada di appartenenza: _____		Progressiva km: _____										
		Tecnico rilevatore: _____		Data ispezione: __/__/__										
N°	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
App 1	Piastra di base deformata	<input type="checkbox"/>	2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
App 2	Ossidazione	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ossidazione intensa ($K_2 = 0.5$) su tutta la superficie dell'appoggio ($K_1 = 1.0$)

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

7	Giunti N _____	Strada di appartenenza: _____		Progressiva km: _____										
		Tecnico rilevatore: _____		Data ispezione: __/__/__										
N°	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
Giunt_1	Dislivello giunto pavimentazione	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Giunt_2	Dislivello tra elementi contigui	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Giunt_3	Riparazioni Provvisorie Giunti	<input type="checkbox"/>	1			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Giunt_4	Massetti lesionati	<input checked="" type="checkbox"/>	2			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 2: Op. 1026 – Svincolo da Corso Malta a Capodichino

Lo svincolo da Corso Malta a Capodichino è costituito da 11 campate appoggiate aventi lunghezza media di 30.4 m ($L_{max} = 34.5$ m). La struttura presenta un sistema bi-trave in acciaio ed un impalcato misto acciaio-c.a.

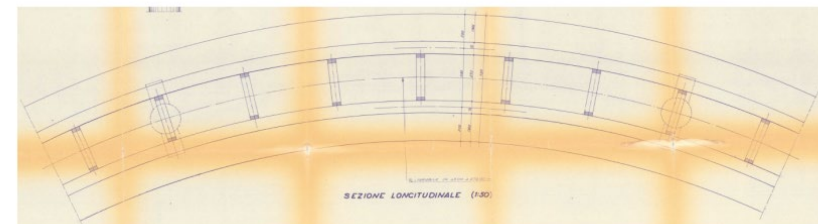
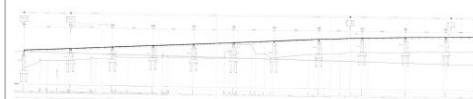
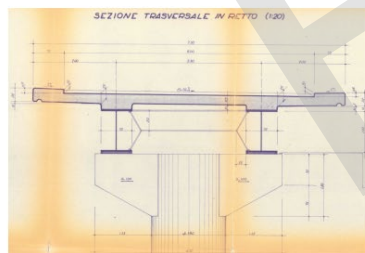


Sezione trasversale

Sezione longitudinale



Pianta



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii).

Ispezioni speciali e indagini in situ

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clt

Caso studio 2: Op. 1026 – Svincolo da Corso Malta a Capodichino

Nella scheda descrittiva d'ispezione (L1) sono cristallizzate le principali informazioni generali, geometriche e statiche, la definizione degli elementi critici e la potenziale presenza di rischio idrogeologico.

Schede descrittive di ispezione ponti di Livello 1

Mims Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile

Strada di appartenenza: Tangenziale di Napoli Progressiva km: 19+000
 Tecnico rilevatore: Ing. Raffaele Cutolo Data ispezione: 31/08/2022

Localizzazione

Provincia/Regione: Napoli/Campania
 Comune: Napoli
 Località: Napoli

Coordinate Geografiche	Centro	
	Quota s.l.m. [m]: 60	Longitudine: 14.275188 Latitudine: 40.870519
	Quota s.l.m. [m]: 60	Longitudine: 14.274573 Latitudine: 40.870051
Iniziale		Finale
Quota s.l.m. [m]: 60		Quota s.l.m. [m]: 60
Longitudine: 14.274573 Latitudine: 40.870051		Longitudine: 14.274991 Latitudine: 40.888604

ETRF2000
 WGS84

Tipologia strutturale

Arco Massiccio Travate appoggiate Travate continue/Telaio Soletta appoggiata Soletta incastrata
 Arco sottile Travate Gerber/Ponti a stampella con travi tampone Sezione tubolare
 Strallato o sospeso Altro Bitrave in acciaio-clt Travate in c.a.p. a cavi post-tesi

Schema isostatico Schema iperstatico

Elementi critici – Vulnerabilità strutturale e fondazionale (vedi § 3.3 delle Linee Guida)

Assenti

Stato	Descrizione	Tipologia di elemento	Cavi da precompressione esterni
<input checked="" type="checkbox"/>	Condizioni tali da doverli segnalare immediatamente (presenza di uno stato di degrado avanzato)	Stato di degrado (descrizione sintetica)	
<input type="checkbox"/>	Condizioni tali da non doverli segnalare immediatamente (assenza di uno stato di degrado avanzato)		
<input type="checkbox"/>	Non ispezionabili		

Elementi critici – Vulnerabilità sismica (vedi § 3.3 delle Linee Guida)

Assenti

Stato	Descrizione	Tipologia di elemento	Appoggi in PTFE
<input checked="" type="checkbox"/>	Condizioni tali da doverli segnalare immediatamente (presenza di uno stato di degrado avanzato)	Stato di degrado (descrizione sintetica)	
<input type="checkbox"/>	Condizioni tali da non doverli segnalare immediatamente (assenza di uno stato di degrado avanzato)		
<input type="checkbox"/>	Non ispezionabili		

Nota: Si definiscono elementi critici gli elementi particolarmente soggetti ai fenomeni di degrado e i cui eventuali malfunzionamenti possono incidere significativamente sul comportamento strutturale o sismico globale del ponte, ovvero gli elementi o le condizioni per i quali la presenza di uno stato di degrado avanzato è da segnalare immediatamente. La presenza di elementi critici con stato di degrado avanzato comporta un livello di difettosità attuale alto.

Schede di ispezione ponti di Livello 1 – Fenomeni di frana e fenomeni idraulici

Mims Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile

Codice IOP: STAU0A56PNZTOGD5X Nome Ponte/Viadotto: Ramo Svincolo da Corso Malta a Capodichino
 Strada di appartenenza: Tangenziale Napoli Progressiva km iniziale: 19+000 Progressiva km finale: 19+000
 Rilevatore: Ing. Raffaele Cutolo Data: 08/09/2022

Localizzazione

Provincia/Regione: Napoli/Campania
 Comune: Napoli
 Località: Napoli

Coordinate Geografiche	Centro	
	Quota s.l.m. [m]: 60	Longitudine: 14.275188 Latitudine: 40.870519
	Quota s.l.m. [m]: 60	Longitudine: 14.275188 Latitudine: 40.870519
Iniziale		Finale
Quota s.l.m. [m]: 60		Quota s.l.m. [m]: 60
Longitudine: 14.275188 Latitudine: 40.870519		Longitudine: 14.275188 Latitudine: 40.870519

ETRF2000
 WGS84

Ispezioni precedenti

Numero: _____ Data ultima ispezione: _____ Esito: _____

RISCHIO FRANA Assente Presente
RISCHIO IDRAULICO Assente Presente

Il giudizio finale relativo al Rischio Frana e Rischio Idraulico, considerato strettamente legato solo ed esclusivamente all'opera in esame (Valore Esposto) è stato definito secondo quanto riportato nella relazione: "ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CONNESSO CON I VIADOTTI DELLA TANGENZIALE DI NAPOLI E COMPILAZIONE DELLE SCHEDE DI ATTENZIONE -Prof. Luca Pagano/Prof. Antonio Sarto", allegato alla presente scheda.

Informazioni generali

Proprietario: MIMS
 Concessionario: Tangenziale Napoli
 Ente vigilante: ANSFISA
 Autorità distrettuale: _____
 Bacino idrografico: _____

Contesto Geomorfologico

Morfologia del sito

Cresta Pendio poco acclive (0 – 10°)
 Pendio moderatamente acclive (10° - 25°) Pendio ripido (> 25°)
 Pianura Pianura alla base dei versanti

Unità fisiografica

Montuosa Collinare
 Pianura intermontana Pianura bassa

Confinamento alveo Non presente

Confinato Semiconfinato Non confinato

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 2: Op. 1026 – Svincolo da Corso Malta a Capodichino

I principali difetti riferiti alle membrature metalliche sono di bassa-media entità (sfogliamento della vernice G2 ed ossidazione G2).

2		Travi/Traversi Metallo o Acciaio												
Localizzazione: Trave 1-Campata 1														
Codice AINOP: STAU0A56PNZTOGD5X														
Opera - 01.01.1026.0.1 - Ramo svincolo Corso Malta a Capodichino														
Codice difetto	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K ₁			Intensità K ₂			N° Foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
Acc_1	Difetti di saldatura	x	4											x
Acc_2	Rottura di saldature	x	5											x
Acc_3	Sfogliamento vernice	x	2		x				x	7-8				
Acc_4	Difetti di chiodatura	x	5											x
Acc_5	Bulloni allentati	x	4											x



Foto 7



Foto 8

16		Travi/Traversi Metallo o Acciaio												
Localizzazione: Traverso 1-Campata 2														
Codice AINOP: STAU0A56PNZTOGD5X														
Opera - 01.01.1026.0.1 - Ramo svincolo Corso Malta a Capodichino														
Codice difetto	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K ₁			Intensità K ₂			N° Foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
Acc_1	Difetti di saldatura	x	4											x
Acc_2	Rottura di saldature	x	5											x
Acc_3	Sfogliamento vernice	x	2											x
Acc_4	Difetti di chiodatura	x	5											x
Acc_5	Bulloni allentati	x	4											x
Acc_6	Bulloni tranciati	x	5											x
Acc_7	Deformazione anime/piattabande	x	3											x
Acc_8	Deformazione pareti travi scatolari	x	3											x
Dif. Gen 2	Ristagni d'acqua	x	2											x
Dif. Gen 5	Ristagni d'acqua nei cassoni	x	4											x
Acc_9	Lesioni ai nodi	x	5											x
Acc_10	Corrosione	x	4											x
Acc_11	Ossidazione	x	2		x				x	G16				



Foto G16

Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5
Estensione k ₁		0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
Intensità k ₂		Sempre = 1		

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

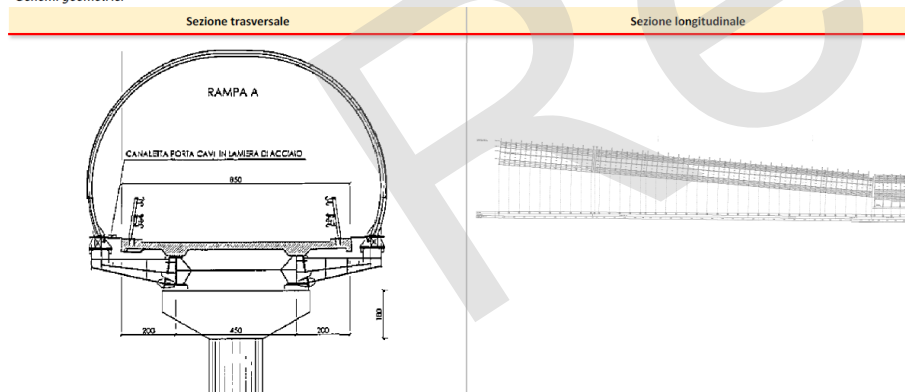
Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 3: Op. 1024 – Immissione da Corso Malta per Pozzuoli Il Tratto

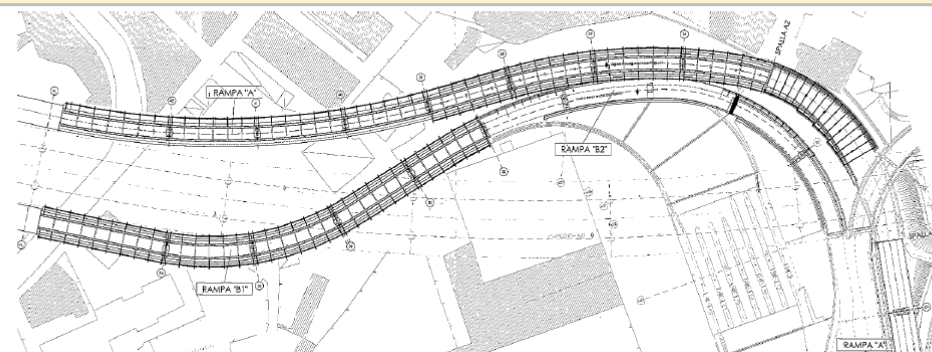
L'immissione da Corso Malta per Pozzuoli (Il Tratto) è costituita da 8 campate appoggiate aventi identica luce di 30 m ciascuna. La struttura presenta un sistema bi-trave in acciaio ed un impalcato misto acciaio-c.a.



Schemi geometrici



Pianta



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii).

Ispezioni speciali e indagini in situ

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 3: Op. 1024 – Immissione da Corso Malta per Pozzuoli Il Tratto

Nella scheda descrittiva d'ispezione (L1) sono cristallizzate le principali informazioni generali, geometriche e statiche, la definizione degli elementi critici e la potenziale presenza di rischio idrogeologico.

Schede descrittive di ispezione ponti di Livello 1

Strada di appartenenza: Tangenziale di Napoli Progressiva km: Sv. Capodichino 19+000
 Tecnico rilevatore: Ing. Raffaele Pellegrino Data ispezione: 15/11/2022

Localizzazione

Provincia/Regione:	Napoli/Campania	Coordinate Geografiche <input type="radio"/> ETRF2000 <input checked="" type="radio"/> WGS84	Centro	Quota s.l.m. [m]: <u>70</u> Longitudine: <u>14.271981</u> Latitudine: <u>40.869683</u>
Comune:	Napoli		Iniziale	Quota s.l.m. [m]: <u>63</u> Longitudine: <u>14.273894</u> Latitudine: <u>40.870251</u>
Località:	Napoli		Finale	Quota s.l.m. [m]: <u>69</u> Longitudine: <u>14.272024</u> Latitudine: <u>40.869729</u>

Tipologia strutturale

<input type="radio"/> Arco Massiccio	<input checked="" type="radio"/> Travate appoggiate	<input type="radio"/> Travate continue/Telaio	<input type="radio"/> Soletta appoggiata	<input type="radio"/> Soletta incastrata
<input type="radio"/> Arco sottile	<input type="radio"/> Travate Gerber/Ponti a stampella con travi tampone		<input type="radio"/> Sezione tubolare	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Strallato o sospeso	<input checked="" type="radio"/> Altro, Bitrave in acciaio-clc		<input type="radio"/> Travate in c.a.p. a cavi post-tesi	

Schema isostatico Schema iperstatico

Elementi critici – Vulnerabilità strutturale e fondazionale (vedi § 3.3 delle Linee Guida)

Assenti

<input checked="" type="radio"/> Presenti	<input checked="" type="radio"/> Condizioni tali da non doverli segnalare immediatamente (assenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Condizioni tali da doverli segnalare immediatamente (presenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Non ispezionabili	Tipologia di elemento Stato di degrado (descrizione sintetica)	Cavi da precompressione esterni
---	---	---	---------------------------------

Elementi critici – Vulnerabilità sismica (vedi § 3.3 delle Linee Guida)

Assenti

<input checked="" type="radio"/> Presenti	<input checked="" type="radio"/> Condizioni tali da non doverli segnalare immediatamente (assenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Condizioni tali da doverli segnalare immediatamente (presenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Non ispezionabili	Tipologia di elemento Stato di degrado (descrizione sintetica)	Appoggi Elastomerici
---	---	---	----------------------

Nota: Si definiscono elementi critici gli elementi particolarmente soggetti ai fenomeni di degrado e i cui eventuali malfunzionamenti possono incidere significativamente sul comportamento strutturale o sismico globale del ponte, ovvero gli elementi o le condizioni per i quali la presenza di uno stato di degrado avanzato è da segnalare immediatamente. La presenza di elementi critici con stato di degrado avanzato comporta un livello di difettosità attuale alto.

Schede di ispezione ponti di Livello 1 – Fenomeni di frana e fenomeni idraulici

Codice IOP: _____ Nome Ponte/Viadotto: _____
 Strada di appartenenza: _____ Progressiva km iniziale: _____ Progressiva km finale: _____
 Rilevatore: _____ Data: _____

Localizzazione

Provincia/Regione:	_____	Coordinate Geografiche <input type="radio"/> ETRF2000 <input type="radio"/> WGS84	Centro	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Comune:	_____		Iniziale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Località:	_____		Finale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____

Scala: _____
 Numero Toponimo: _____

Ispezioni precedenti Numero: _____ Data ultima ispezione: _____ Esito: _____

RISCHIO FRANA	<input type="radio"/> Assente	<input type="radio"/> Presente
RISCHIO IDRAULICO	<input type="radio"/> Assente	<input type="radio"/> Presente

Informazioni generali

Proprietario: _____
 Concessionario: _____
 Ente vigilante: ANSFISA
 Autorità distrettuale: _____
 Bacino idrografico: _____

Contesto Geomorfologico

Morfologia del sito

<input type="radio"/> Cresta	<input checked="" type="checkbox"/> Pendio poco acclive (0° - 10°)
<input type="radio"/> Pendio moderatamente acclive (10° - 25°)	<input type="checkbox"/> Pendio ripido (> 25°)
<input type="radio"/> Pianura	<input type="checkbox"/> Pianura alla base dei versanti

Unità fisiografica

<input type="radio"/> Montuosa	<input checked="" type="checkbox"/> Collinare
<input type="radio"/> Pianura intermontana	<input type="checkbox"/> Pianura bassa

Confinamento alveo Non presente

<input type="radio"/> Confinato	<input type="radio"/> Semiconfinato	<input type="radio"/> Non confinato
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 3: Op. 1024 – Immissione da Corso Malta per Pozzuoli II Tratto

I principali difetti riferiti alle membrature metalliche sono di bassa-media entità (sfogliamento della vernice G2 ed ossidazione G2).

16 Trave Metallo o Acciaio		Opera - 01.01.1024.0.2 - Immissione da C.so Malta per Pozzuoli II tratto												
Codice difetto	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K ₁			Intensità K ₂			N° Foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
Acc_1	Difetti di saldatura	x	4											x
Acc_2	Rottura di saldature	x	5											x
Acc_3	Sfogliamento vernice	x	2		x				x	798-799				



Foto 778



Foto 798

24 Trave Metallo o Acciaio		Opera - 01.01.1024.0.2 - Immissione da C.so Malta per Pozzuoli II tratto												
Codice difetto	Descrizione difetto	visto	G	Estensione K ₁			Intensità K ₂			N° Foto	PS	NA	NR	NP
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
Acc_1	Difetti di saldatura	x	4											x
Acc_2	Rottura di saldature	x	5											x
Acc_3	Sfogliamento vernice	x	2											x
Acc_4	Difetti di chiodatura	x	5											x
Acc_5	Bulloni allentati	x	4											x
Acc_6	Bulloni tranciati	x	5											x
Acc_7	Deformazione anime/piattabande	x	3											x
Acc_8	Deformazione pareti travi scatolari	x	3											x
Dif_Gen_2	Ristagni d'acqua	x	2											x
Dif_Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	x	4											x
Acc_9	Lesioni ai nodi	x	5											x
Acc_10	Corrosione	x	4											x
Acc_11	Ossidazione	x	2		x				x	778-779				

Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5
Estensione k ₁		0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
Intensità k ₂		Sempre = 1		

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

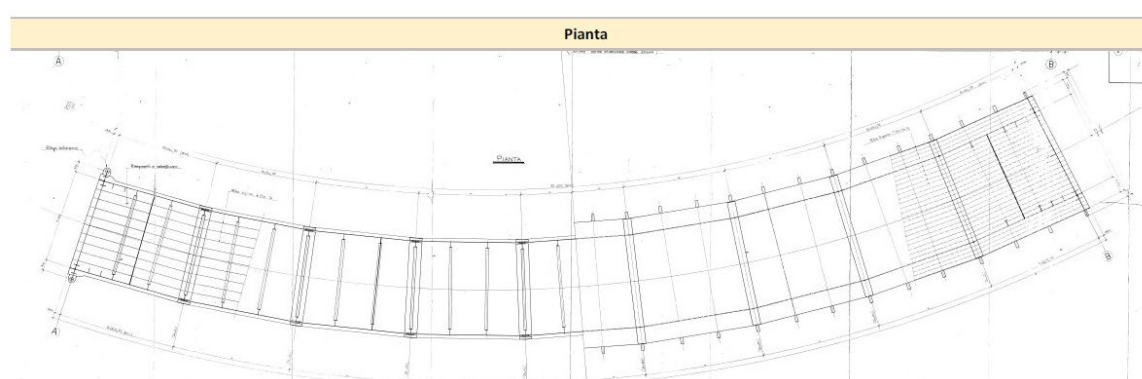
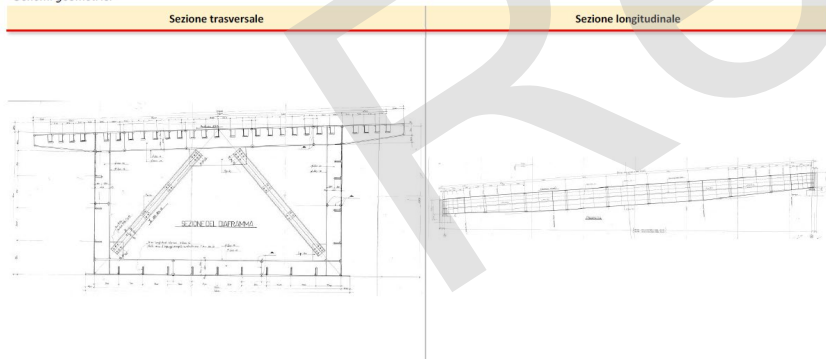
Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 4: Op. 1033 – Viadotto Scudillo

Il viadotto Scudillo si sviluppa su singola campata di media luce (75 m). La struttura presenta un sistema a cassone in acciaio con traversi reticolari a Λ e sovrastante soletta in c.a.



Schemi geometrici



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii). Ispezioni speciali e indagini in situ

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 4: Op. 1033 – Viadotto Scudillo

Nella scheda descrittiva d'ispezione (L1) sono cristallizzate le principali informazioni generali, geometriche e statiche, la definizione degli elementi critici e la potenziale presenza di rischio idrogeologico.

Schede descrittive di ispezione ponti di Livello 1

Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile

Strada di appartenenza: Tangenziale di Napoli S.p.A. Progressiva km: 15+350
 Tecnico rilevatore: Società Lombardi Ingegneria Data ispezione: 02-03.11.2022

Localizzazione

Provincia/Regione:	Napoli / Campania	Coordinate Geografiche <input type="radio"/> ETRF2000 <input checked="" type="radio"/> WGS84	Centro	Quota s.l.m. [m]: <u>202,50</u> Longitudine: <u>14.233738</u> Latitudine: <u>40.863038</u>
Comune:	Napoli		Iniziale	Quota s.l.m. [m]: <u>200</u> Longitudine: <u>14.233719</u> Latitudine: <u>40.862696</u>
Località:	Sv. Zona Ospedaliera		Finale	Quota s.l.m. [m]: <u>139</u> Longitudine: <u>14.233582</u> Latitudine: <u>40.863352</u>

Tipologia strutturale

<input type="radio"/> Arco Massiccio	<input type="radio"/> Travate appoggiate	<input type="radio"/> Travate continue/Telaio	<input type="radio"/> Soletta appoggiata	<input checked="" type="radio"/> Soletta incastrata
<input type="radio"/> Arco sottile	<input type="radio"/> Travate Gerber/Ponti a stampella con travi tamponate	<input type="radio"/> Sezione tubolare	<input type="radio"/> Travate in c.a.p. a cavi post-tesi	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Strallato o sospeso	<input type="radio"/> Altro _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Schema isostatico Schema iperstatico

Elementi critici - Vulnerabilità strutturale e fondazionale (vedi § 3.3 delle Linee Guida)

Assenti

<input checked="" type="radio"/> Presenti	<input checked="" type="radio"/> Condizioni tali da non doverli segnalare immediatamente (assenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Condizioni tali da doverli segnalare immediatamente (presenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Non ispezionabili	Tipologia di elemento Stato di degrado (descrizione sintetica)	Fondazione Pila Scarpata erosa e friabile in prossimità della fondazione della Pila centrale "allargamento carreggiata". Fondazione della pila su scarpata ad elevata pendenza; segni di erosione superficiale dovuti al ruscellamento delle acque piovane.
---	---	---	--

Elementi critici - Vulnerabilità sismica (vedi § 3.3 delle Linee Guida)

Assenti

<input checked="" type="radio"/> Presenti	<input checked="" type="radio"/> Condizioni tali da non doverli segnalare immediatamente (assenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Condizioni tali da doverli segnalare immediatamente (presenza di uno stato di degrado avanzato) <input type="radio"/> Non ispezionabili	Tipologia di elemento Stato di degrado (descrizione sintetica)	Apparecchi d'appoggio tipo PN-SISM 1100 fissi con dispositivo di smorzamento sismico
---	---	---	---

Nota: Si definiscono elementi critici gli elementi particolarmente soggetti ai fenomeni di degrado e i cui eventuali malfunzionamenti possono incidere significativamente sul comportamento strutturale o sismico globale del ponte, ovvero gli elementi o le condizioni per i quali la presenza di uno stato di degrado avanzato è da segnalare immediatamente. La presenza di elementi critici con stato di degrado avanzato comporta un livello di difettosità attuale alto.

Schede di ispezione ponti di Livello 1 – Fenomeni di frana e fenomeni idraulici

Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile

Codice IOP: STAU0A56PNR9ZKONJR Nome Ponte/Viadotto: Viadotto Scudillo
 Strada di appartenenza: Tangenziale di Napoli S.p.A. Progressiva km iniziale: 15+350 Progressiva km finale: 15+350
 Rilevatore: Società Lombardi Ingegneria Data: 02-03.11.2022

Localizzazione

Provincia/Regione:	Napoli / Campania	Coordinate Geografiche <input type="radio"/> ETRF2000 <input checked="" type="radio"/> WGS84	Centro	Quota s.l.m. [m]: <u>202,50</u> Longitudine: <u>14.233738</u> Latitudine: <u>40.863038</u>
Comune:	Napoli		Iniziale	Quota s.l.m. [m]: <u>200</u> Longitudine: <u>14.233719</u> Latitudine: <u>40.862696</u>
Località:	Sv. Zona Ospedaliera		Finale	Quota s.l.m. [m]: <u>205</u> Longitudine: <u>14.233582</u> Latitudine: <u>40.863352</u>

Numero Toponimo Napoli-Capodimonte

Scala: 1:5.000

Ispezioni precedenti Numero 5 - aa. 2021/2024 Data ultima ispezione 19-26.07.2022 Esito _____

RISCHIO FRANA Assente Presente

RISCHIO IDRAULICO Assente Presente

Il giudizio finale relativo al Rischio frana e Rischio idraulico, considerato strettamente legato solo ed esclusivamente all'opera in esame (VALORE ESPOSTO), è stato definito secondo quanto riportato nella relazione: "ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CONNESSO CON I VIADOTTI DELLA TANGENZIALE DI NAPOLI E COMPILAZIONE DELLE SCHEDE DI ATTENZIONE - Prof. Luca Pagano/Prof. Antonio Santo", allegata alla presente scheda.

Informazioni generali

Proprietario: MIT
 Concessionario: Tangenziale di Napoli S.p.A.
 Ente vigilante: ANSFISA
 Autorità distrettuale: UoM Campania Nord Occidentale ITR151
 Bacino idrografico: Minori tra Regi Lagni e Sarno

Contesto Geomorfologico

Morfologia del sito

<input type="radio"/> Cresta	<input type="radio"/> Pendio poco acclive (0 - 10°)
<input type="radio"/> Pendio moderatamente acclive (10° - 25°)	<input checked="" type="radio"/> Pendio ripido (> 25°)
<input type="radio"/> Pianura	<input type="radio"/> Pianura alla base dei versanti

Unità fisiografica

<input type="radio"/> Montuosa	<input checked="" type="radio"/> Collinare
<input type="radio"/> Pianura intermontana	<input type="radio"/> Pianura bassa

Confinamento alveo

Confinato Semiconfinato Non confinato

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Casi studio rappresentativi di ponti metallici e misti acciaio-clc

Caso studio 4: Op. 1033 – Viadotto Scudillo

I principali difetti riferiti alle membrature metalliche sono di bassa-media entità (sfogliamento della vernice G2 ed ossidazione G2).

Codice difetto	Descrizione difetto	VISTO	G	Estensione K ₁			Intensità K ₂			N° Foto	PS	NA	NR	NP
				0.2	0.5	1	0.2	0.5	1					
Acc_1	Difetti di saldatura	X	4											
Acc_2	Rottura di saldature	X	5											
Acc_3	Sfogliamento vernice	X	2		X				X	16 e 17				
Acc_4	Difetti di chiodatura	X	5											
Acc_5	Bulloni allentati	X	4											
Acc_6	Bulloni tranciati	X	5											
Acc_7	Deformazione anime/piattabande	X	3											
Acc_8	Deformazione pareti travi scatolari	X	3											
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	X	2											
Dif. Gen_5	Ristagni d'acqua nei cassoni	X	4											
Acc_9	Lesioni ai nodi	X	5											
Acc_10	Corrosione	X	4											
Acc_11	Ossidazione	X	2		X				X	7 a 10,13 a 15,22 a 25,26 e 27 30 e 31 42 a 51				



Foto 16



Foto 8

Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5
Estensione k ₁		0,2 (appena presente)	0,5 (~50% superficie)	1 (~tutta la superficie)
Intensità k ₂		Sempre = 1		

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Le linee guida per i ponti esistenti - Tipologie strutturali e analisi delle principali criticità

- L1a - Introduzione alle linee guida
- L1b - Ponti in cemento armato
- L1c - Ponti in cemento armato precompresso
- L1d - Ponti in muratura
- L2a - Ponti in acciaio e composti acciaio-calcestruzzo
- L2b - Pile e spalle
- L2c - Selle Gerber
- L2d - Dispositivi di appoggio
- L2e - Introduzione alle schede difettologiche

La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio. Ispezioni speciali e indagini in situ

- L3a - Ponti in cemento armato
- L3b - Ponti in cemento armato precompresso
- L3c - Ponti ad arco in muratura
- L4a - Ponti in acciaio e ponti composti acciaio-calcestruzzo
- L4b - Ispezioni speciali e indagini in situ**

Il monitoraggio nella sicurezza delle infrastrutture e la digitalizzazione

- L5a - Applicazione di sistemi di monitoraggio
- L5b - Gestione delle informazioni e modelli informativi digitali

Esercitazione

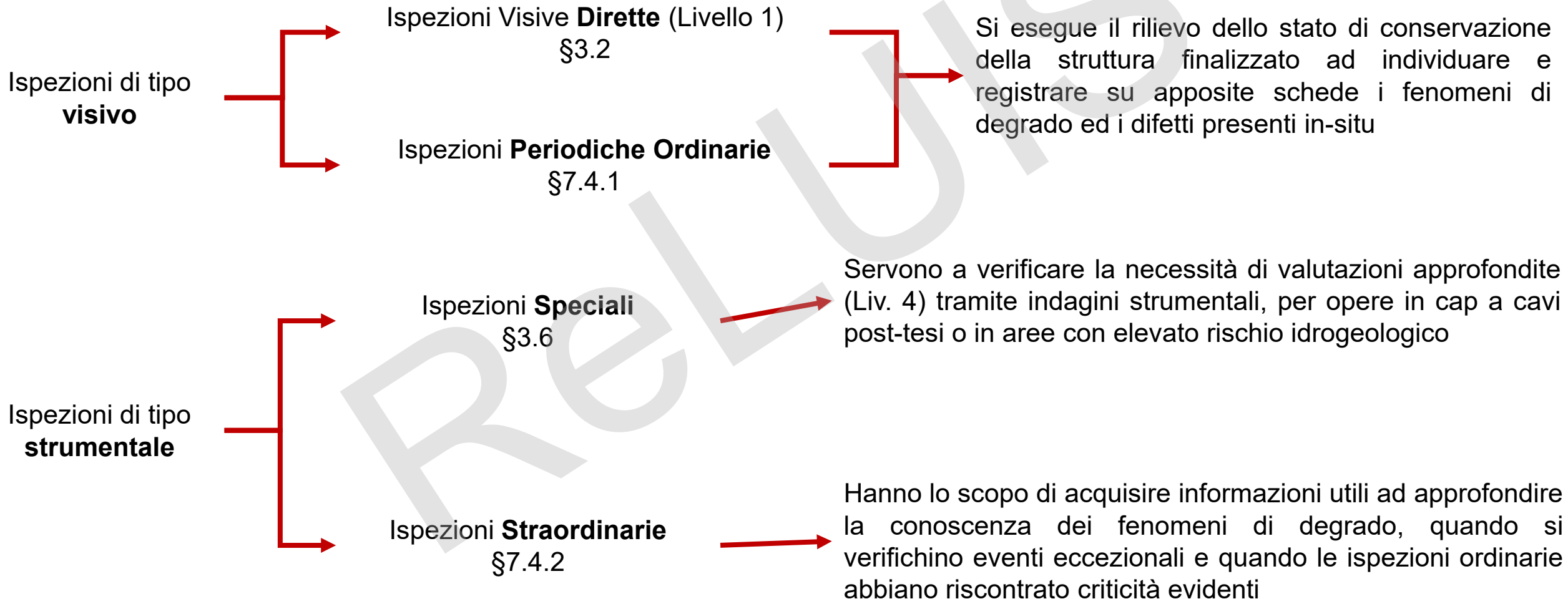
- L6 - Esempi di compilazione in ambiente virtuale di schede di ispezione

Le Ispezioni secondo le LLGG

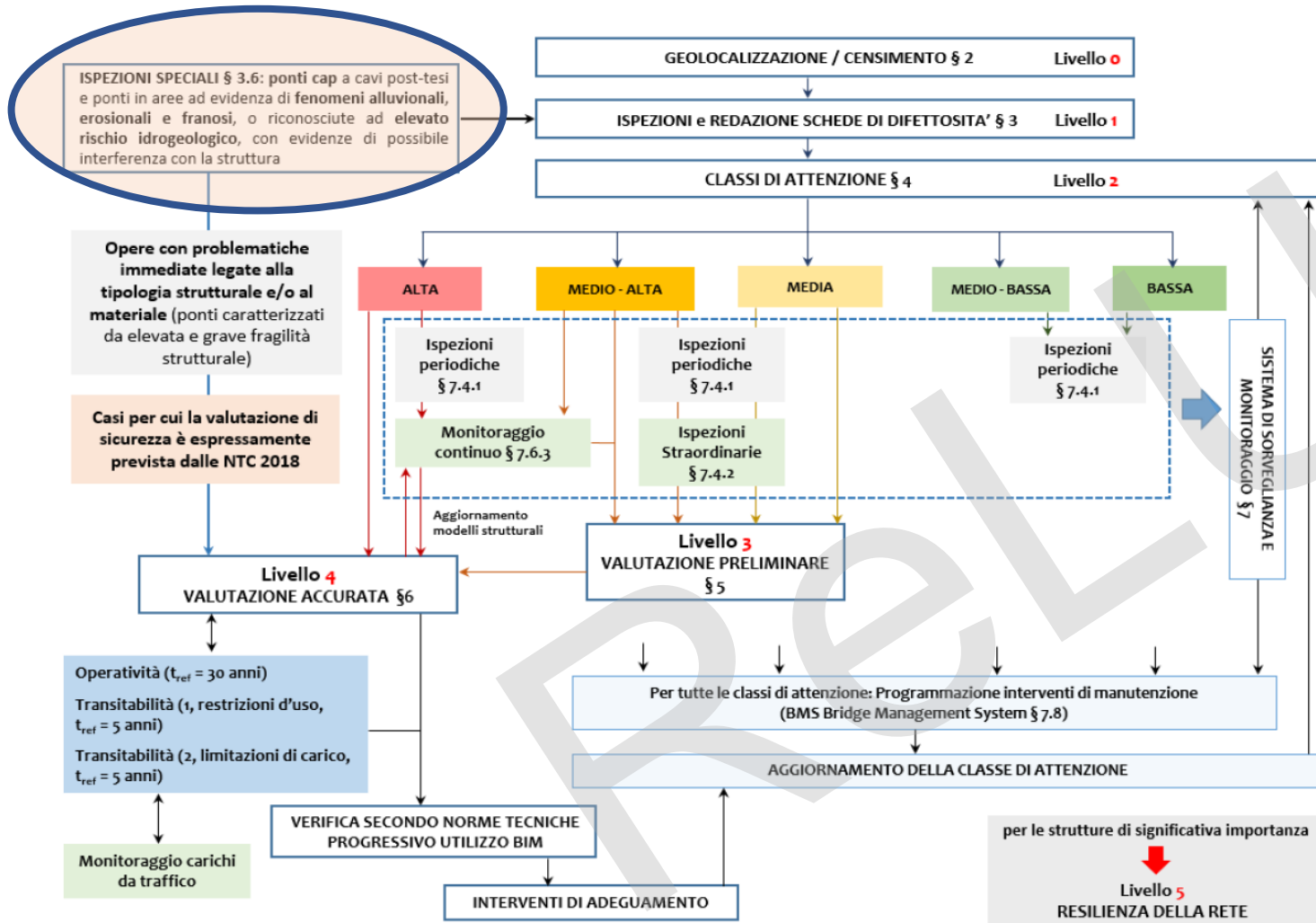
Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii). Ispezioni speciali e indagini in situ

Quante tipologie sono previste dalle LLGG e con quali obiettivi?

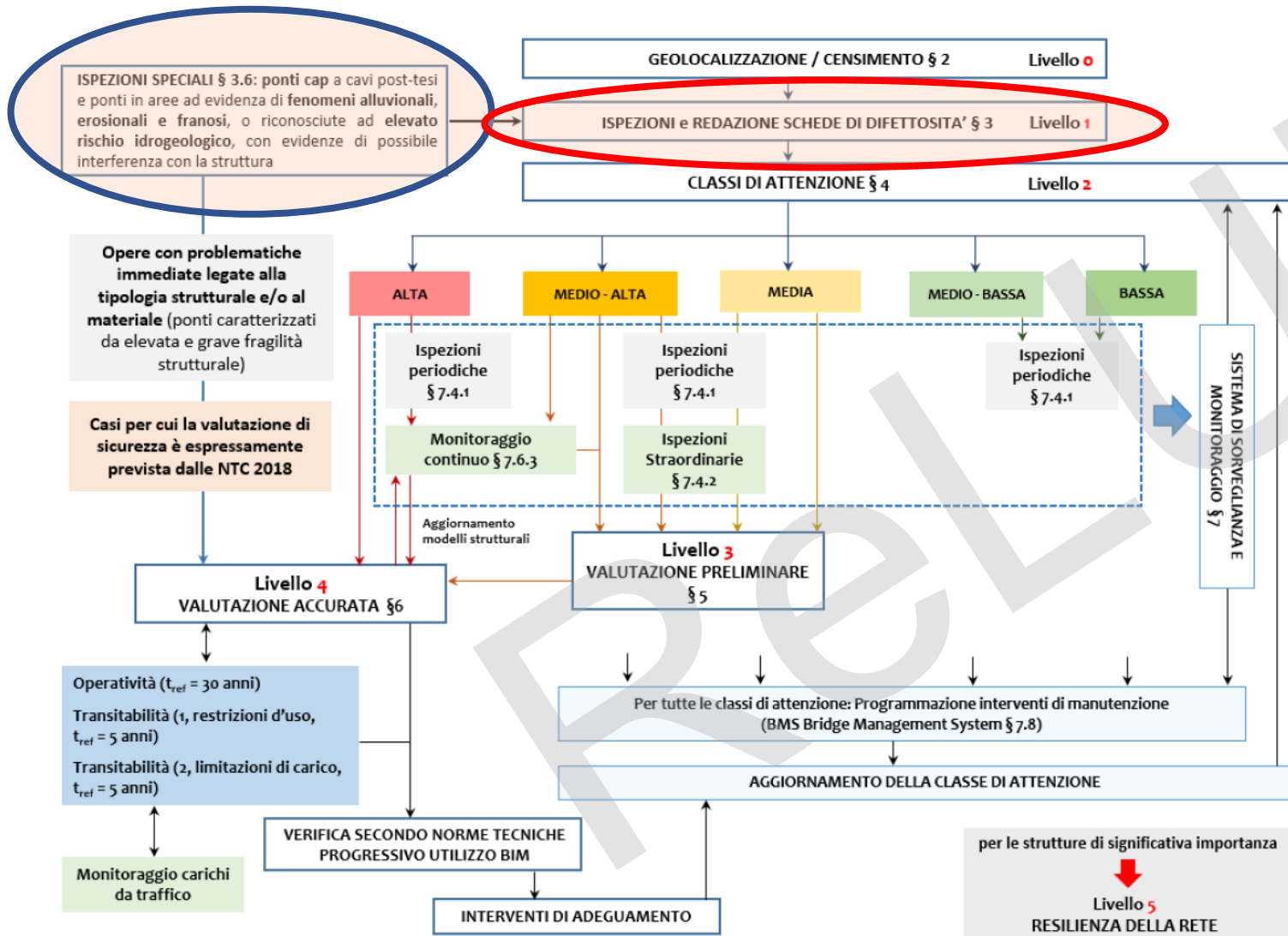


Quando sono previste all'interno del flusso delle LLGG?



Prima della definizione delle CdA:
- Ispezioni Speciali: Da eseguire se dal Livello 0 emerge la presenza di ponti in cap a cavi post-tesi o fenomeni e/o rischio idro/geo.

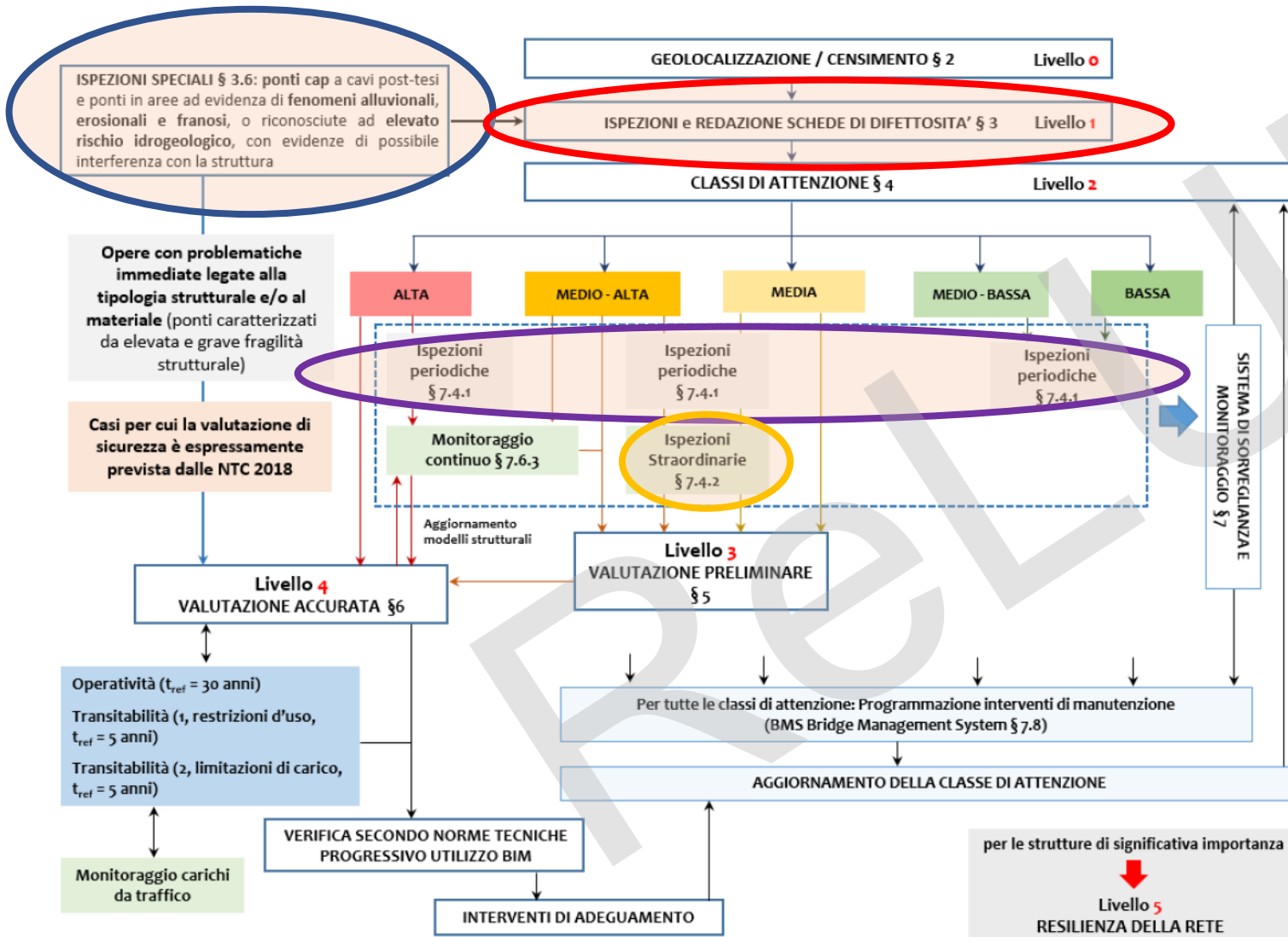
Quando sono previste all'interno del flusso delle LLGG?



Prima della definizione delle CdA:

- **Ispezioni Speciali:** Da eseguire se dal Livello 0 emerge la presenza di ponti in cap a cavi post-tesi o fenomeni e/o rischio idro/geo.
- **Ispezioni Visive:** Da eseguire sempre a seguito del Livello 1.

Quando sono previste all'interno del flusso delle LLGG?



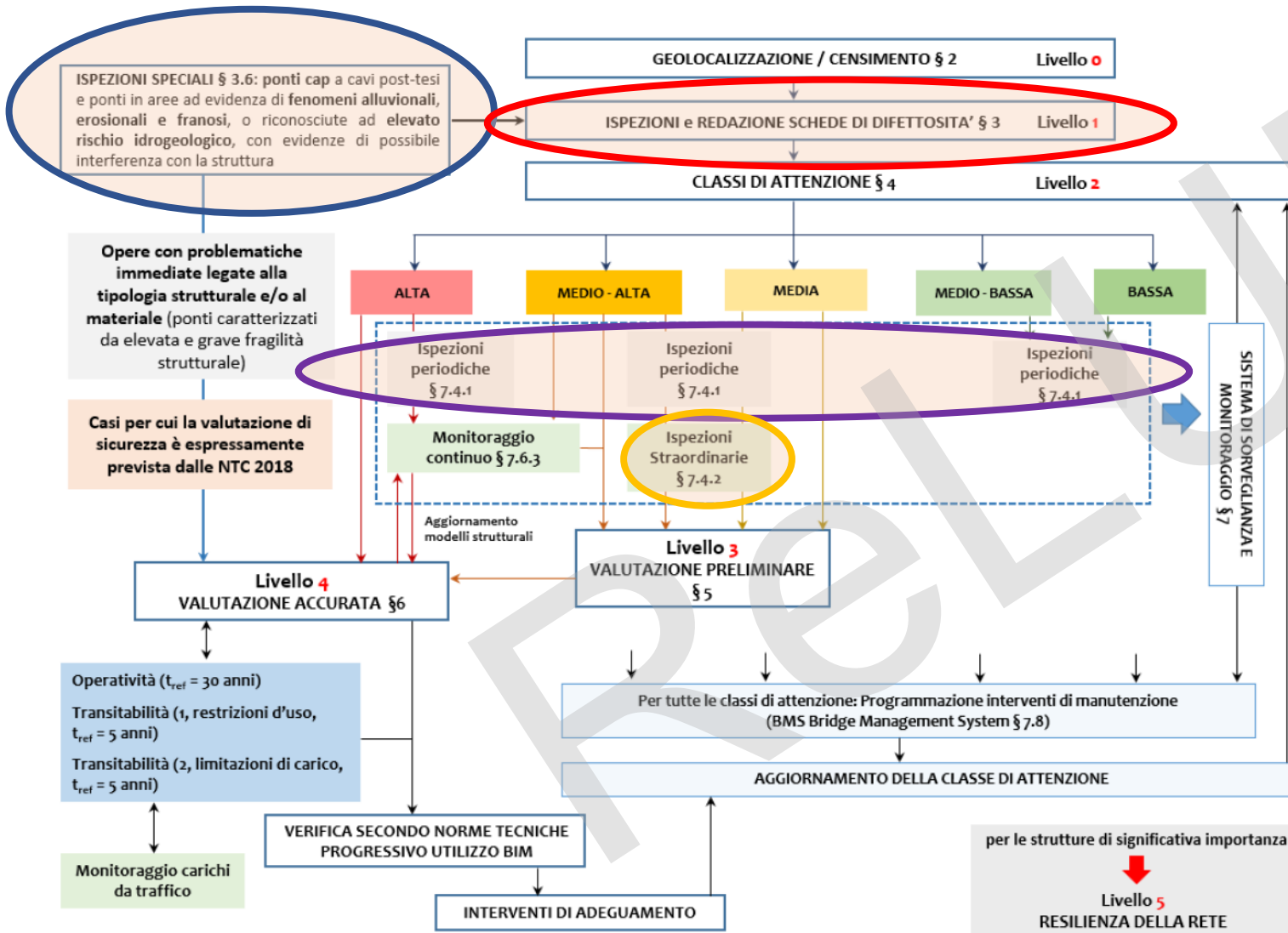
Prima della definizione delle CdA:

- **Ispezioni Speciali:** Da eseguire se dal Livello 0 emerge la presenza di ponti in cap a cavi post-tesi o fenomeni e/o rischio idro/geo.
- **Ispezioni Visive:** Da eseguire sempre a seguito del Livello 1.

A seguito della definizione delle CdA complessiva:

- **Ispezioni Periodiche:** Da ripetere fra i 6 e i 24 mesi, in base alla CdA.

Quando sono previste all'interno del flusso delle LLGG?



Prima della definizione delle CdA:

- **Ispezioni Speciali:** Da eseguire se dal Livello 0 emerge la presenza di ponti in cap a cavi post-tesi o fenomeni e/o rischio idro/geo.
- **Ispezioni Visive:** Da eseguire sempre a seguito del Livello 1.

A seguito della definizione delle CdA complessiva:

- **Ispezioni Periodiche:** Da ripetere fra i 6 e i 24 mesi, in base alla CdA.
- **Ispezioni Straordinarie:** Da ripetere fra i 2 e i 5 anni successivamente all'ultima ispezione, in base alla CdA.

Ispezioni Visive Dirette (Livello 1)

Le ispezioni visive sulle strutture perseguono molteplici obiettivi, ovvero la verifica dell'attendibilità dei dati raccolti nel censimento di Livello 0, la raccolta delle informazioni sulle effettive caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera e, soprattutto, l'identificazione e la valutazione dei difetti presenti sull'opera.

I dati e le informazioni raccolte in-situ si concretizzano nella compilazione di:

- Scheda di ispezione di livello 1, in cui vengono descritti gli aspetti salienti dell'opera (numerosità degli elementi, materiali, etc.)
- Schede di valutazione dei difetti (una per ciascun elemento componente l'opera)

Schede descrittive di ispezione ponti di Livello 1

Mims
Ministero delle infrastrutture
e della mobilità sostenibili

Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____
 Tecnico rilevatore: _____ Data ispezione: _____

Localizzazione

Provincia/Regione: _____
 Comune: _____
 Località: _____

Coordinate Geografiche	Centro	
	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____	
<input type="radio"/> ETRF2000 <input type="radio"/> WGS84	Iniziale	
	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____	
	Finale	
	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____	

Tipologia strutturale

Arco Massiccio
 Travate appoggiate
 Travate continue/Telaio
 Soletta appoggiata
 Soletta incastrata
 Arco sottile
 Travate Gerber/Ponti a stampella con travi tampone
 Sezione tubolare

 Strallato o sospeso
 Altro _____
 Travate in c.a.p. a cavi post-tesi

Schema isostatico
 Schema iperstatico

pag. 1

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

2	Spalle	N _____	Strada di appartenenza: _____	Progressiva km: _____												
Muratura	Tecnico rilevatore: _____		Data ispezione: ____/____/____									Mims				
Codice difetto	Descrizione difetto	Visto	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP	Note	
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1							
Mur_1	Fessure orizzontali	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_2	Fessure verticali	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_3	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_9	Macchie di umidità / risalita	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif_Gen_1	Tracce di scolo	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_10	Dilavamento	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif_Gen_2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_4	Porzione di muratura mancante	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif_Gen_3	Danni da urto	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_8	Riprese successive deteriorate	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_11	Macchie di colore scuro	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_12	Efflorescenze	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_13	Patina biologica	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_14	Polverizzazione	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mur_15	Esfoliazione	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif_Gen_6	Fuori piombo	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ril/Fond_1	Scalzamento	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ril/Fond_2	Dilavamento del rilevato	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ril/Fond_3	Dissesto del rilevato - deformazioni	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ril/Fond_4	Dissesto del rilevato - stabilità	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ril/Fond_5	Movimenti di fondazione	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Dif_Gen_4	Lesioni caratteristiche zone appoggio	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Eventuali note																

Ispezioni Ordinarie

Le Ispezioni Ordinarie e Straordinarie sono inserite fra le azioni da pianificare e adottare al fine della corretta gestione della sicurezza strutturale dei ponti esistenti.

L'esecuzione e la cadenza di entrambe sono previste in funzione della CdA, quindi emergono a valle del Livello 2.

Per quanto riguarda le Ispezioni ordinarie, queste sono di fatto simili alle ispezioni visive di Livello 1, prevedendo la compilazione delle schede di difettosità e la documentazione fotografica dei difetti.

In base alla CdA dell'opera andranno effettuate con frequenza minima:

- 6 mesi (o in funzione del monitoraggio) per CdA Alta o Medio-Alta
- 12 mesi per CdA Media
- 18 mesi per CdA Medio-Bassa
- 24 mesi per CdA Bassa

Ispezioni Straordinarie

Le ispezioni straordinarie hanno lo scopo di acquisire informazioni utili ad approfondire la conoscenza dei fenomeni di degrado e della condizione strutturale dell'opera quando le ispezioni ordinarie abbiano riscontrato criticità evidenti, ad esempio di gravità 5, nonché quando si siano verificati eventi eccezionali, quali incidenti rilevanti, urti, sismi, alluvioni e frane che possano avere influito sulla stabilità dell'opera e ancora, in generale, quando lo studio dei modelli predittivi evidenzi dei comportamenti anomali del degrado, come descritto § 7.7, eventualmente in abbinamento a sistemi di monitoraggio periodici o continui, come per le Classi di Attenzione Medio-Alta e Alta. Nei casi ora menzionati, per i quali la Classe di Attenzione si è evoluta in senso negativo, le ispezioni straordinarie devono essere eseguite al più presto e comunque non oltre 60 giorni da quando ne venga resa nota la necessità.

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

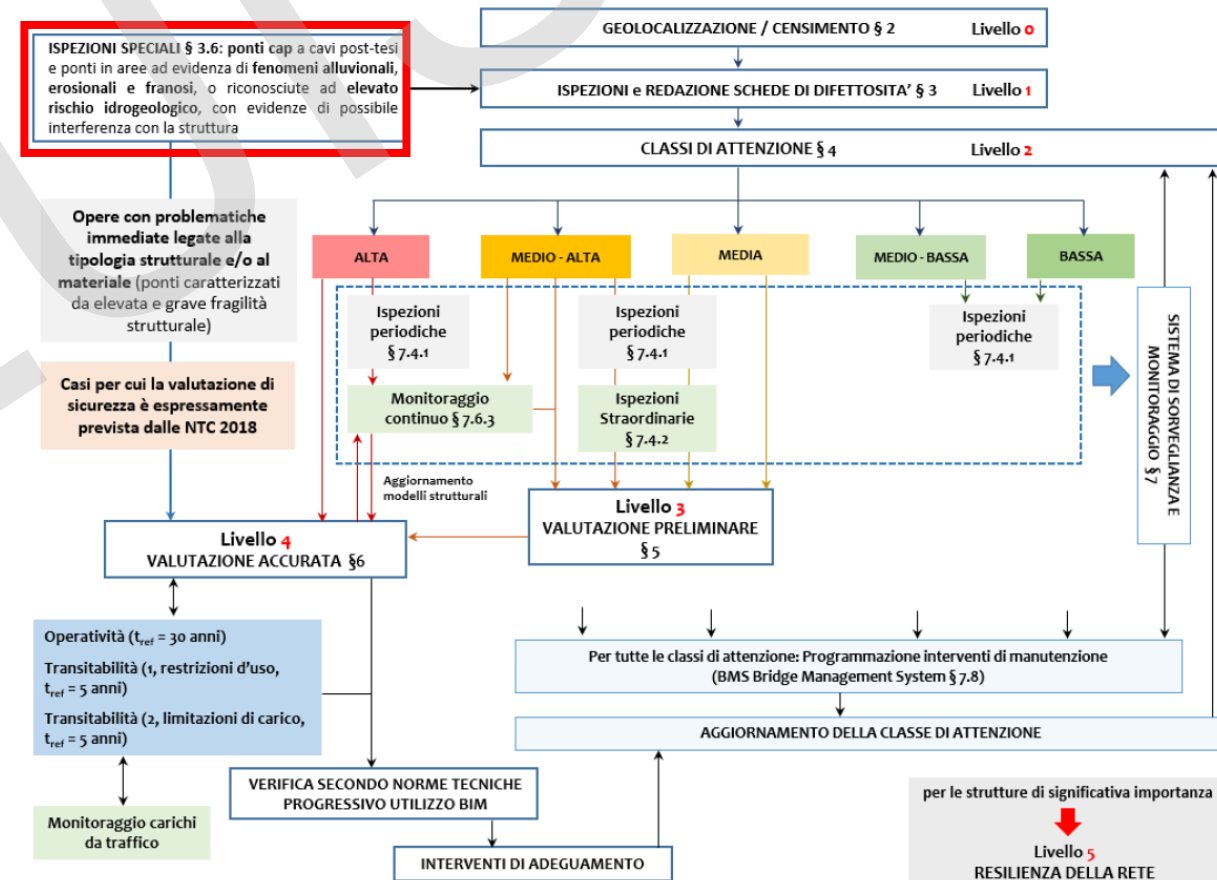
Tale tipo di ispezione va eseguito a contatto diretto con le strutture ed essere accompagnate dalle prove non distruttive viste in precedenza.

Ispezioni Speciali

Le ispezioni speciali sono previste nel caso di ponti in calcestruzzo armato precompresso a cavi post-tesi resi aderenti e ponti in aree ad evidenza di fenomeni alluvionali, erosionali e franosi, o riconosciute ad elevato rischio idrogeologico, con evidenza di possibile interferenza con la struttura.

L'obiettivo di tale tipo di ispezioni è di verificare la necessità di procedere direttamente con l'esecuzione delle verifiche approfondite di Livello 4.

Perché proprio i ponti in C.A.P. a cavi post-tesi?
 Perché si tratta di una tecnologia abbastanza critica, in quanto potrebbe presentare dei difetti anche gravi non visibili tramite ispezione visiva o indagine convenzionale.
 A titolo d'esempio, si può citare la corrosione dei trefoli che, essendo inguainati, risultano visibili solo a seguito di saggi.



Prove Non Distruttive e parzialmente distruttive per opere in c.a. e c.a.p.

RELUIS

Prove Non Distruttive per opere in ca e cap

I test non distruttivi ci permettono di individuare la posizione delle armature e possibili anomalie.

1. SCANSIONI PACOMETRICHE

Il pacometro è uno strumento che si basa sul principio dell'**induzione elettromagnetica**.

Permette di individuare:

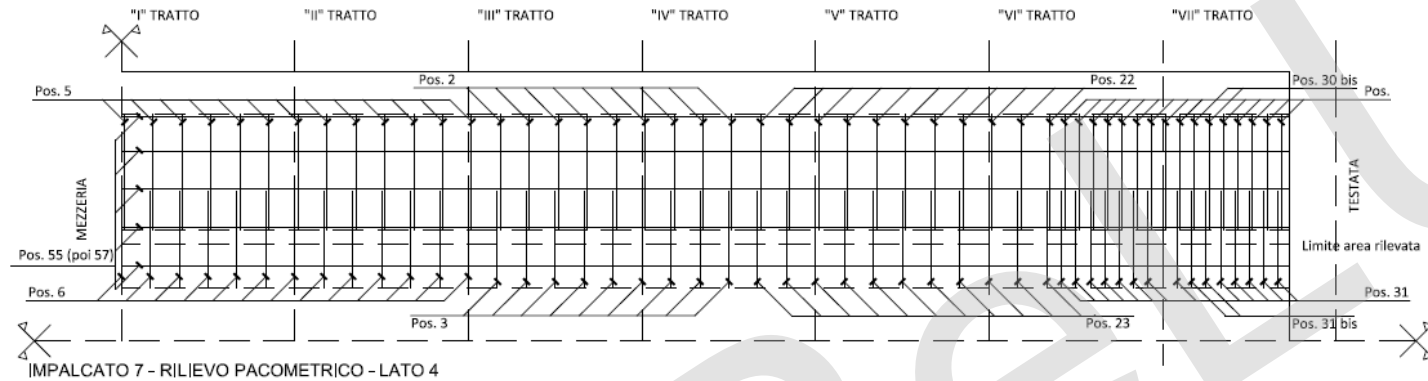
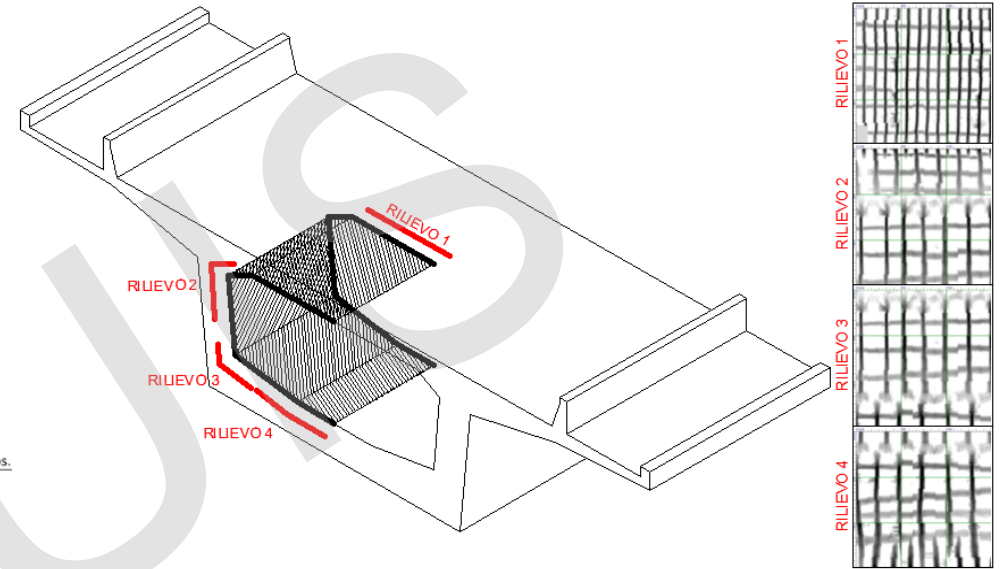
- Presenza e orientamento delle armature (numero di barre longitudinali, passo delle staffe)
- Spessore del copriferro (fino a circa 100mm, a seconda del modello)
- In alcuni casi può aiutare a stimare approssimativamente lo spessore dell'armatura



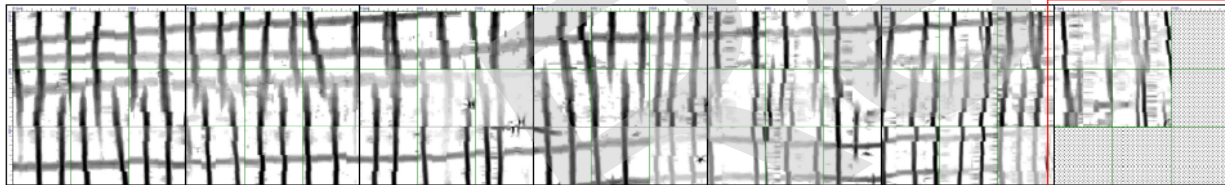
Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

1. SCANSIONI PACOMETRICHE

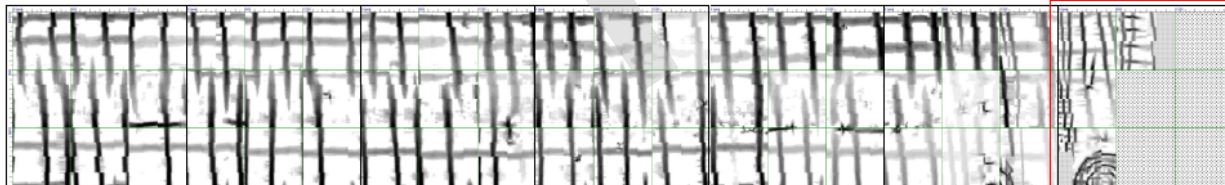
Esempio di applicazioni e output



IMPALCATO 7 - RILIEVO PACOMETRICO - LATO 4



IMPALCATO 8 - RILIEVO PACOMETRICO - LATO 4



Area di difficile rilevazione per la presenza del coperchio del ritegno antisismico

Info Scansione

2021-02-01 15:48:25 30716010

Cursore di posizione

X: mm Y: mm

Settaggio

oriz. Diametro ferro: vert. Diametro ferro:

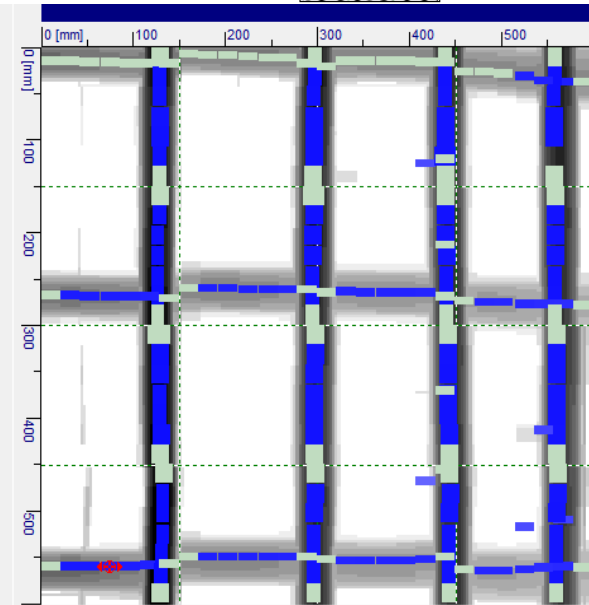
Piano d'appoggio:

Risultato misurazione

X: mm Ferro dir.: **Orizzontale**

Y: mm Stato: **Ok**

Cop: mm Ferro: **10mm**



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

2. Endoscopie

Eseguendo fori passanti è possibile ispezionare l'elemento per mezzo della sonda del videoendoscopio. Tale indagine permette la misurazione dello spessore della parete degli elementi o verificare la presenza di difetti all'interno delle guaine che ospitano i cavi di post-tensione.



3. Saggi su campioni di armatura

Permettono di ottenere una maggiore consistenza dei risultati ottenuti tramite scansioni pacometriche o georadar e di verificare la corrispondenza degli elementi con le tavole di progetto.



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

4. Prelievi di carote



Estrazione del provino e Prove di compressione sulle carote di calcestruzzo

Dopo essere state estratte, le carote devono essere preparate per la prova, ovvero vengono tagliate (in base al rapporto diametro/altezza) e rettificate per la prova.

In base al diametro del provino si hanno carote o micro-carote (diametro minore di 100mm, solitamente 75mm).

I dati ottenuti dallo schiacciamento consentono di calibrare le prove non distruttive, ma anche di stimare la resistenza del calcestruzzo (in questo caso è importante tener conto del rapporto d/h).

L'analisi comparativa dei risultati su più elementi può fornire informazioni significative e utili alla valutazione dello stato di degrado dell'opera.

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

		Ø (mm)	h (mm)	h/Ø (-)	Peso (kg)	Densità (kg/m ³)	Carico (kN)	R _c (MPa)	F _d	R _{c,ls} (MPa)
CAMPATA 1	Spalla A	104.1	108.1	1.04	2.06	2235	500	59	1.00	59
	Spalla A	103.9	107.3	1.03	1.98	2180	435	51	1.00	51
	Pila 1: Prospetto A	45.2	46.1	1.02	0.16	2223	109	68	1.00	68
	Pila 1: Prospetto A	45.2	43.3	0.96	0.15	2208	92	57	1.00	57
	Impalcato 1	104.1	109.1	1.05	2.18	2352	740	87	1.00	87
CAMPATA 2	Impalcato 1	104.2	107.6	1.03	2.12	2308	765	90	1.00	90
	Pila 1: Prospetto B	103.9	103.5	1.00	1.96	2232	595	70	1.00	70
	Pila 2: Prospetto A	45.2	49.5	1.09	0.18	2304	96	60	1.00	60
CAMPATA 3	Pila 2: Prospetto A	45.3	45.3	1.00	0.16	2251	103	64	1.00	64
	Pila 2: Prospetto B	103.9	104.6	1.01	1.96	2209	490	58	1.00	58
	Pila 3: Prospetto A	45.2	46.2	1.02	0.17	2280	99	62	1.00	62
CAMPATA 4	Pila 3: Prospetto A	45.3	47.7	1.05	0.17	2241	96	60	1.00	60
	Pila 3: Prospetto B	103.8	107.5	1.04	2.03	2227	435	51	1.00	51
	Pila 4: Prospetto A	44.7	45.6	1.02	0.17	2331	93	59	1.00	59
	Pila 4: Prospetto A	44.7	45.6	1.02	0.17	2331	89	56	1.00	56
CAMPATA 5	Pila 4: Prospetto A	44.8	44.5	0.99	0.16	2341	96	61	1.00	61
	Pila 4: Prospetto B	104.0	106.6	1.02	2.03	2240	538	63	1.00	63
	Pila 5: Prospetto A	45.2	46.5	1.03	0.17	2210	74	46	1.00	46
CAMPATA 6	Pila 5: Prospetto A	45.2	47.1	1.04	0.17	2226	79	49	1.00	49
	Pila 5: Prospetto B	104.0	108.4	1.04	2.05	2223	443	52	1.00	52
	Pila 6: Prospetto A	45.2	44.6	0.99	0.16	2288	105	65	1.00	65
CAMPATA 7	Pila 6: Prospetto A	45.3	45.0	0.99	0.17	2322	101	63	1.00	63
	Pila 6: Prospetto B	103.9	109.6	1.05	2.09	2244	463	55	1.00	55
	Pila 7: Prospetto A	45.2	44.9	0.99	0.17	2291	88	55	1.00	55
CAMPATA 8	Pila 7: Prospetto A	45.4	45.2	1.00	0.16	2229	90	56	1.00	56
	Pila 7: Prospetto B	104.0	104.7	1.01	1.98	2220	455	54	1.00	54
CAMPATA 9	Pila 8: Prospetto A	45.2	46.5	1.03	0.17	2213	70	44	1.00	44
	Pila 8: Prospetto B	104.0	107.7	1.04	2.04	2226	425	50	1.00	50
CAMPATA 10	Pila 9: Prospetto A	104.0	108.9	1.05	2.07	2230	430	51	1.00	51
	Pila 9: Prospetto B	45.2	45.6	1.01	0.17	2281	91	57	1.00	57
	Pila 9: Prospetto B	45.2	45.7	1.01	0.16	2235	84	52	1.00	52
	Pila 10: Prospetto A	45.2	45.5	1.01	0.16	2202	72	45	1.00	45
CAMPATA 11	Pila 10: Prospetto A	45.3	46.4	1.02	0.16	2184	70	44	1.00	44
	Pila 10: Prospetto B	103.9	107.6	1.04	2.01	2202	395	47	1.00	47
	Pila 11: Prospetto A	103.9	107.0	1.03	1.97	2173	390	46	1.00	46
CAMPATA 12	Pila 11: Prospetto B	45.2	46.4	1.03	0.16	2203	76	47	1.00	47
	Pila 12: Prospetto A	45.2	46.0	1.02	0.16	2170	78	48	1.00	48
	Pila 12: Prospetto A	103.8	108.4	1.04	2.01	2186	313	37	1.04	38

Esempio di tabella riepilogativa delle prove

4. Prelievi di carote e prove di carbonatazione



5. Prove di carbonatazione

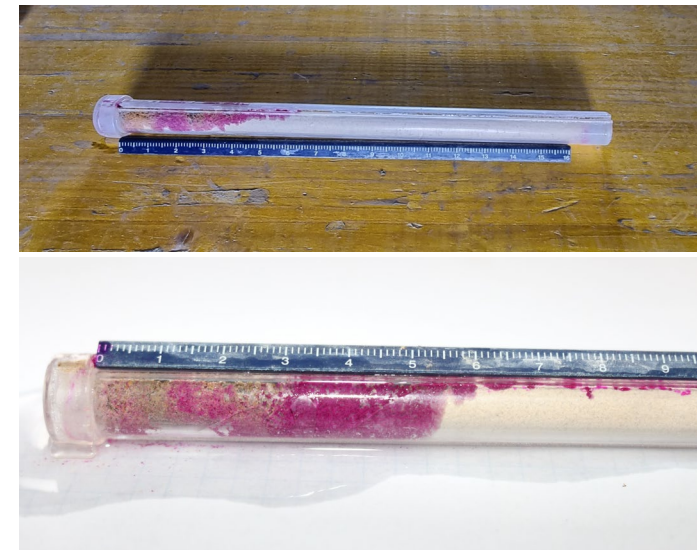
Finché il pH del cemento si mantiene fortemente alcalino, la patina di ossidi che ricopre le armature rimane compatta e funge da «passivante», impedendo l'innescare dei fenomeni che portano alla corrosione delle stesse.

Col tempo, l'idrossido di calcio che rende alcalino l'ambiente si riduce naturalmente e portando al fenomeno della «carbonatazione» che favorisce la corrosione.

Le prove di carbonatazione vengono effettuate sulle carote appena estratte tramite l'utilizzo di una soluzione di fenoftaleina all'1% in alcool etilico. Tale reagente farà virare il colore del calcestruzzo con $\text{pH} > 8$ verso il magenta, mentre le porzioni carbonatate rimarranno inalterate.

In questo modo è possibile stimare la penetrazione della carbonatazione.

Oltre che sulle carote, tale prova si può eseguire anche sulle polveri raccolte con continuità tramite un apposito strumento accoppiato a un comune trapano. Questa provetta permette, poi di far colare della fenoftaleina e permettere la rilevazione della carbonatazione.



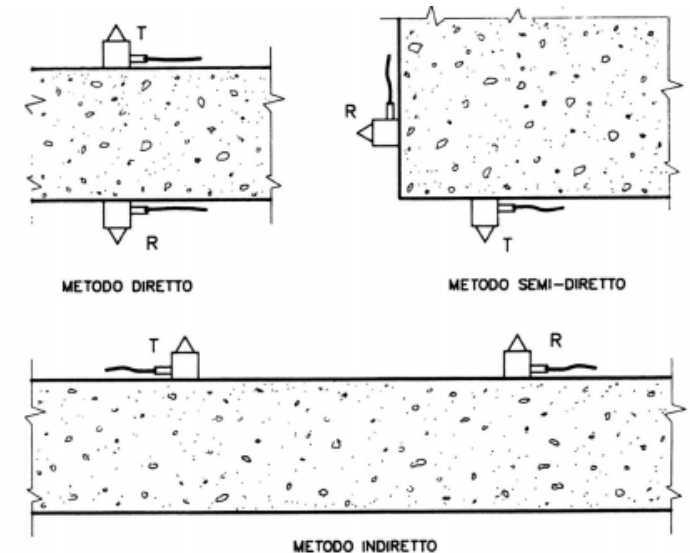
Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

6. Metodo SONREB (SONic REBound)

Tale metodo permette di valutare la resistenza a compressione del calcestruzzo tramite la misura della velocità di trasmissione di ultrasuoni nel materiale e quelle delle prove sclerometriche, correlate successivamente tramite formule empiriche consolidate.

Le prove ultrasoniche prevedono l'emissione di impulsi ultrasonici (con frequenza nota), che vengono poi captate da una sonda ricevente. Dalla posizione di quest'ultima si potrà avere metodo diretto (il migliore), semi-diretto o indiretto.

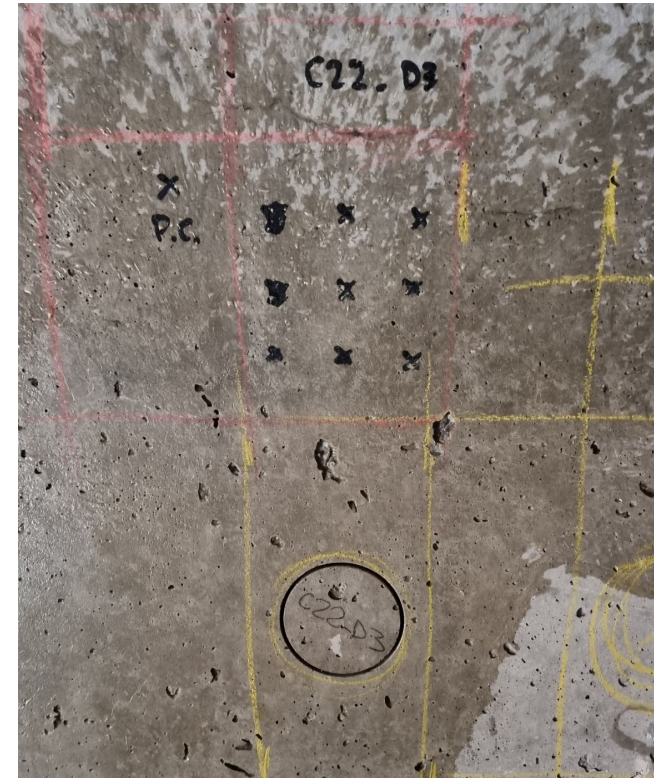
La precisione della misura dipende dalla densità e omogeneità del mezzo (quindi la presenza di difetti affliggerebbe la lettura) e dalla presenza di umidità (che potrebbe falsare la lettura)



odulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

6. Metodo SONREB (SONic REBound)

Lo sclerometro è uno strumento che misura l'indice di rimbalzo di una massa posta all'interno dello strumento. Per ogni area vengono battuti 9 punti, disposti su un quadrato 3x3, più un punto di controllo esterno. È importante preparare bene la superficie, eliminando eventuale intonaco e irregolarità presenti.



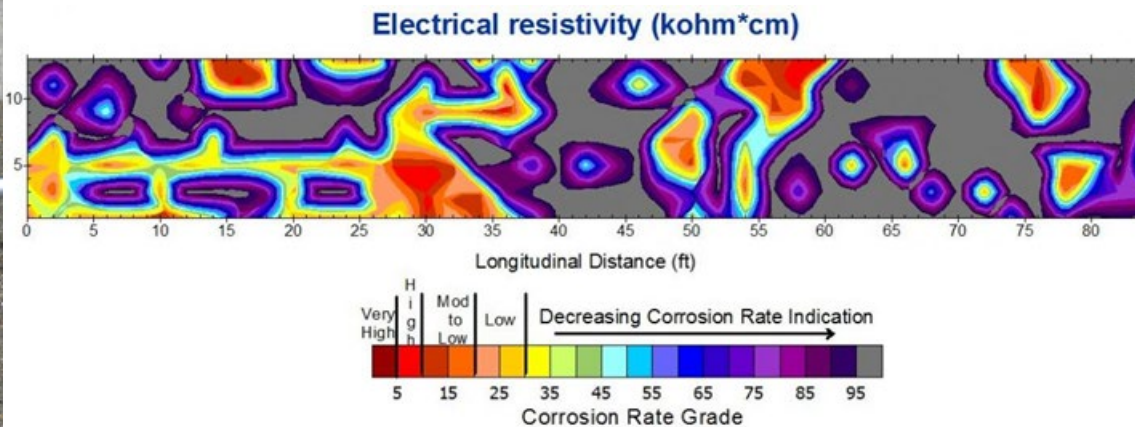
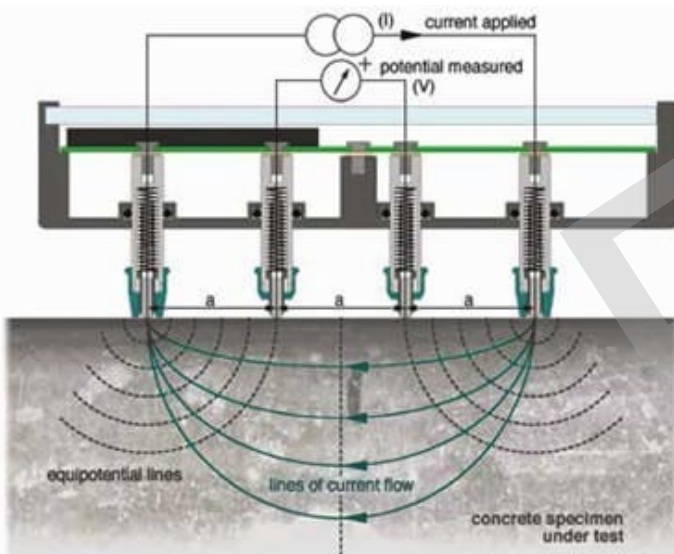
Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

7. Prove di resistività del calcestruzzo

Questo tipo di prove permette di verificare la suscettibilità del calcestruzzo sia alla corrosione che all'umidità e alla penetrazione di sali e cloruri.

La presenza di umidità e sali si evince dall'aumento della conduttività elettrica superficiale del calcestruzzo poiché tali elementi ne diminuiscono la resistività elettrica.

Lo strumento, chiamato Wenner probe, presenta una serie di quattro elettrodi in linea. I più esterni generano un flusso di corrente, mentre quelli interni riescono a misurare il potenziale della corrente, permettendo di misurare la resistività.



8. Prove di pull-out

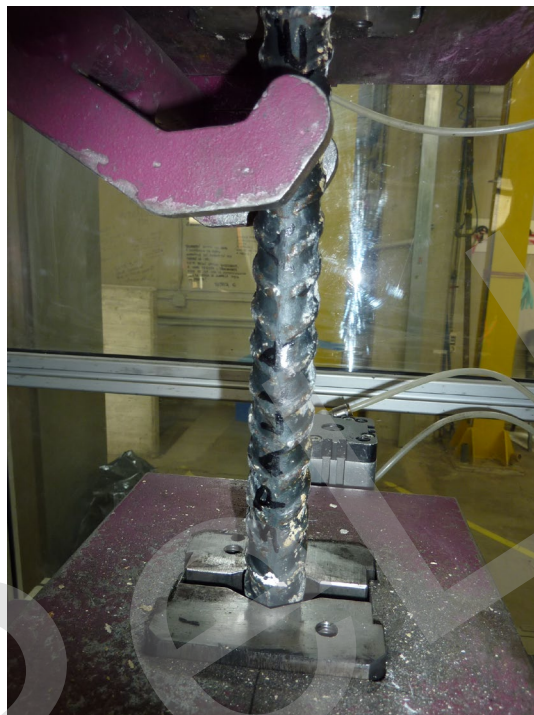
Con le prove di pull-out si misura la forza di estrazione di un inserto standard in acciaio inserito all'interno dell'elemento da testare.

Il set-up (standardizzato) prevede l'uso di un martinetto oleodinamico per applicare la forza all'inserto, che viene sfilato insieme a un cono di calcestruzzo.

La forza di estrazione può essere correlata, poi, alla resistenza meccanica del calcestruzzo



9. Prelievo di barre d'armatura



Il prelievo delle barre consente di:

- Verificare coerenza del diametro delle barre con le indicazioni di progetto
- Verificare coerenza della tipologia di acciaio in opera con le indicazioni di progetto
- Definire la resistenza del materiale

NOTA: La numerosità dei prelievi solitamente è contenuta sia per la notevole invasività dell'operazione sia per l'usuale omogeneità delle caratteristiche dell'acciaio.

Elemento	L_0 (mm)	Peso (kg/m)	Area (mm ²)	f_{yk} (MPa)	f_{tk} (MPa)	A_{gr} (%)
Spalla A	329	4.091	522.79	594.73	680.46	10.97
Pila 5	355	1.569	201.06	485.13	594.25	14.76
Pila 9	312	1.564	198.56	516.37	633.71	15.22

Esempio tabella di riepilogo

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

9. Prelievo di barre d'armatura



È sempre importante ripristinare la barra estratta, con una lunghezza di sovrapposizione opportuna ad entrambe le estremità.

I ferri, poi, vanno passivati e ricoperti con calcestruzzo.

Le Indagini sulle opere in c.a.p. precompresso a cavi post-tesi

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii). Ispezioni speciali e indagini in situ

Elenco delle metodologie di indagine proposte dalle LLGG nel caso di opere a cavi post tesi

Prove non distruttive:

- Indagini pacometriche
- **Georadar**
- **Tomografie ultrasoniche**
- **Tecniche Impact-Echo**
- **Metodo di dispersione del flusso magnetico**
- **Metodi elettrochimici**

Metodologie parzialmente distruttive:

- Saggi localizzati
- Indagini endoscopiche
- **Prove vacuometriche (per verificare la presenza di vuoti della malta di iniezione)**
- Prelievo di campioni di boiaccia (composizione, presenza di umidità e cloruri)

Ulteriori prove di indagine per la caratterizzazione e lo stato dei materiali

- Prelievo di carote e microcarote
 - Prove sclerometriche e sonreb (accompagnati da carotaggi di calibrazione o equivalenti)
 - Prove di pull-out
 - Mappature del potenziale elettrico
 - Misure diffuse di umidità e pH
 - **Rilascio tensionale**
-
- Prove di carico statiche e dinamiche

Strutture precomprese a cavi post-tesi §7.4.3.1:

Nel caso di questo tipo di strutture, le LLGG e la pratica prevedono che:

- Si individui il tracciato dei cavi e l'andamento delle armature lente, possibilmente sulla base del materiale di progetto originale.
- Si localizzino eventuali difetti tramite l'esecuzione di indagini non distruttive per determinare
 - vuoti nelle guaine di post-tensione
 - possibili situazioni di riduzione della sezione dei trefoli

Sulla base dei risultati ottenuti dalle prove non distruttive si deve progettare una campagna di indagini (parzialmente) distruttive per la valutazione del grado di difettosità degli elementi che presentano anomalie.



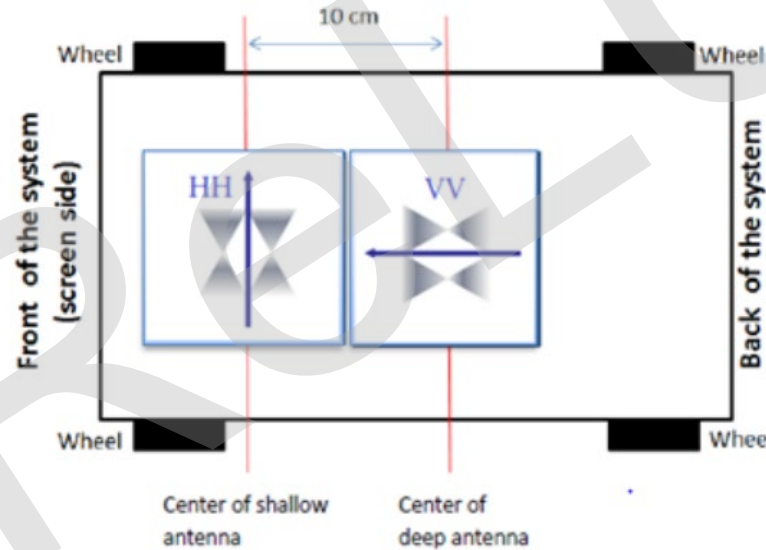
10. Scansioni Georadar

Il GPR (Ground Penetrating Radar) o Georadar è una metodologia che si basa sull'emissione di impulsi elettromagnetici e sull'analisi della riflessione degli stessi.

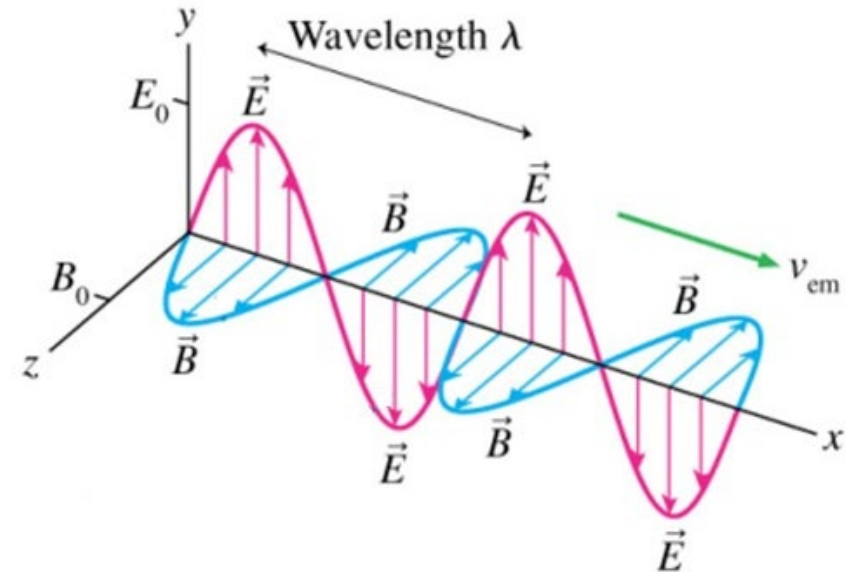
La profondità di penetrazione dipende dalla frequenza centrale dell'antenna. Per applicazioni strutturali quali l'andamento dei cavi o l'indagine delle armature lente è necessario utilizzare antenne con frequenza alta (nell'intorno dei 2GHz), mentre per studiare la stratificazione del manto di asfalto o la presenza di riempimento delle spalle di ponti in muratura si possono usare antenne a frequenza più bassa (e.g. 600MHz)



Frequenza centrale 2 GHz

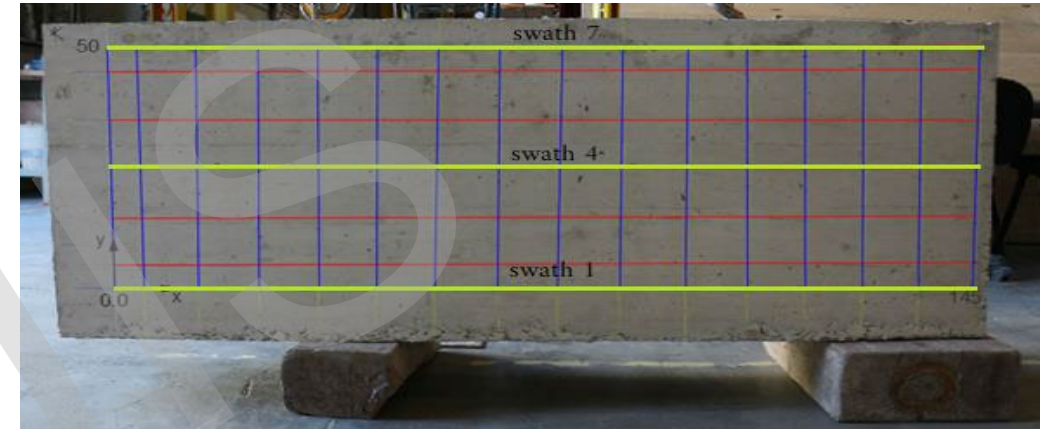


Antenna Bipolare

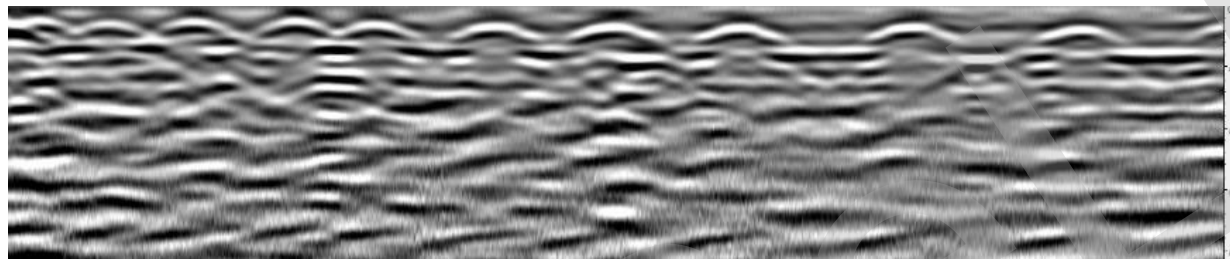


10. Scansioni Georadar

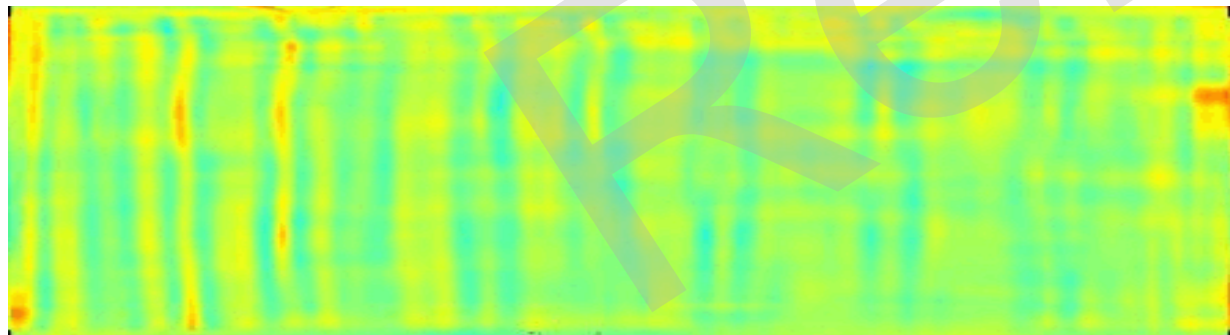
Esempio di applicazione su un provino con guaine metalliche e difetti con simulazione di difetti di iniezione della boiaccia



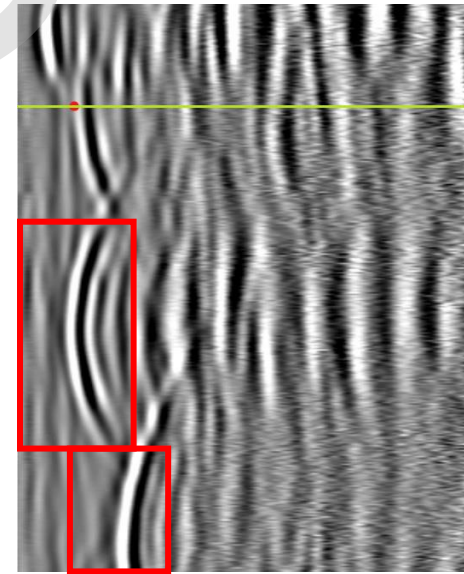
Griglia di acquisizione 10x10cm



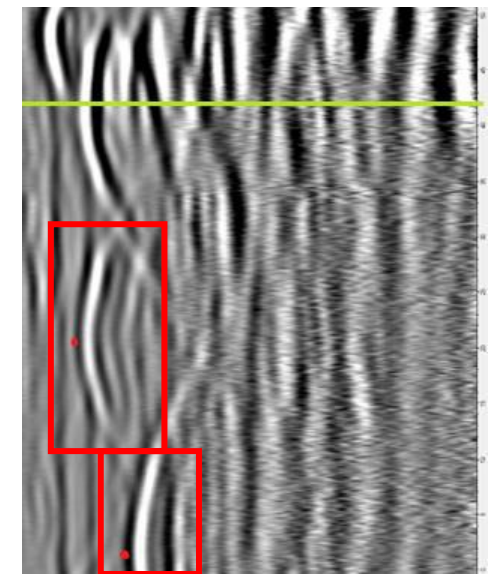
B-Scan



C-Scan



Guaine metalliche vuote



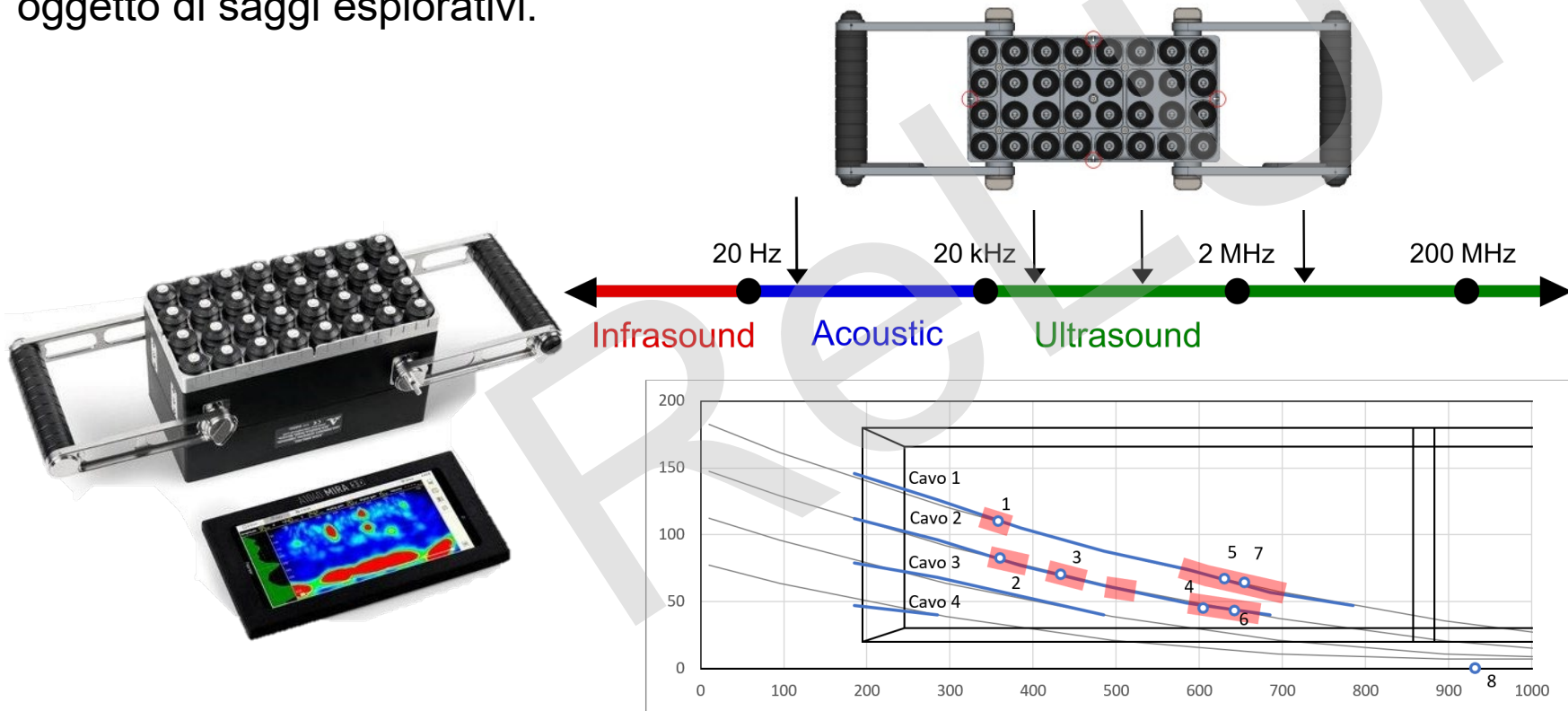
Guaine con difetti

11. Scansioni con Tomografo

Il tomografo a ultrasuoni utilizza l'emissione di onde acustiche di taglio (S) ad una frequenza compresa fra i 10 e i 100 kHz, range ottimizzato per i comuni materiali edili.

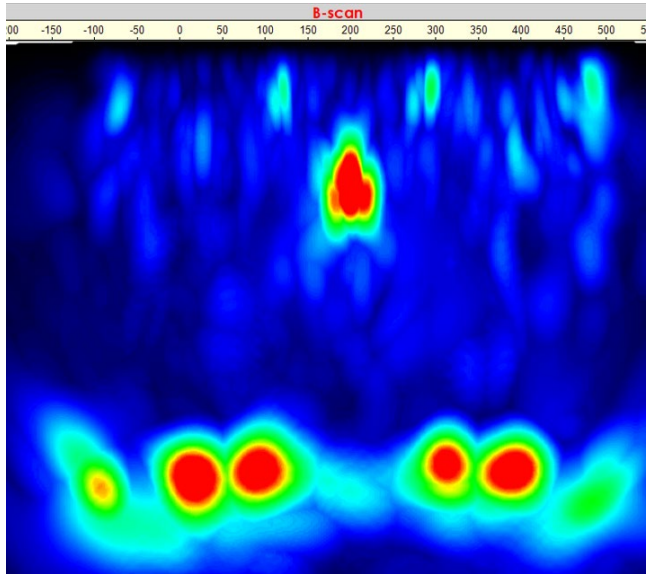
Le onde emesse vengono poi captate da una serie di trasduttori Dry-Point-Contact(DPC) che permettono di digitalizzare il segnale per poi processarlo e ottenere una serie di informazioni.

Sulle infrastrutture viene utilizzato principalmente per la ricerca di vuoti nelle guaine per i cavi post-tesi, in quanto la riflessione delle onde all'interno delle guaine amplifica il segnale. Queste zone potranno poi essere oggetto di saggi esplorativi.

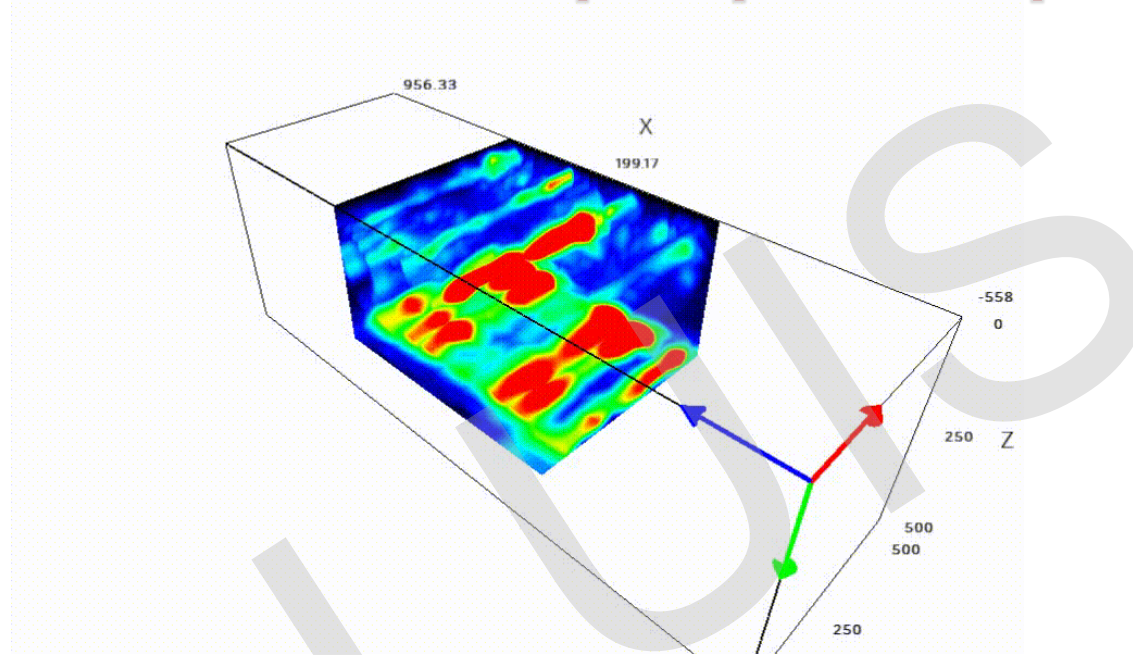


Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

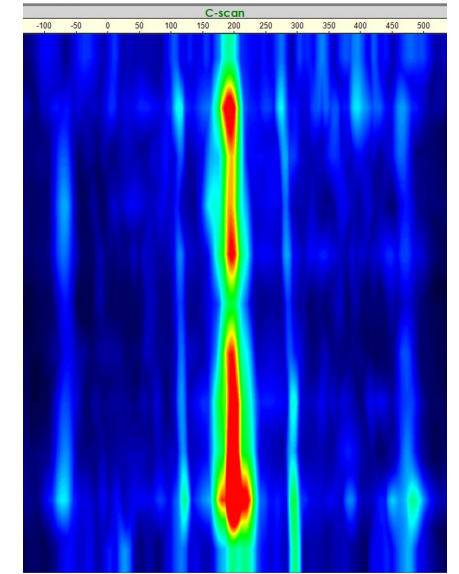
11. Scansioni con Tomografo Esempi applicativi



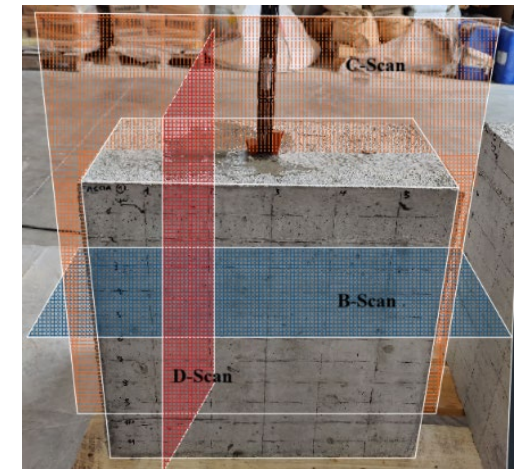
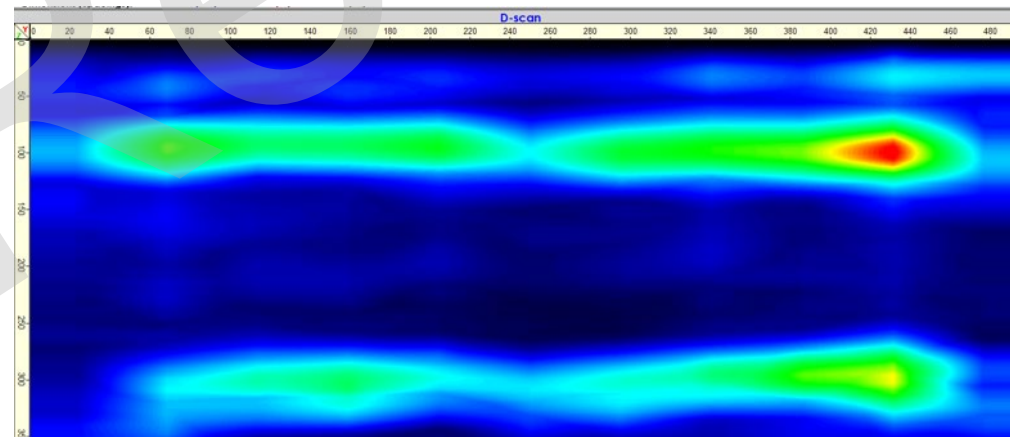
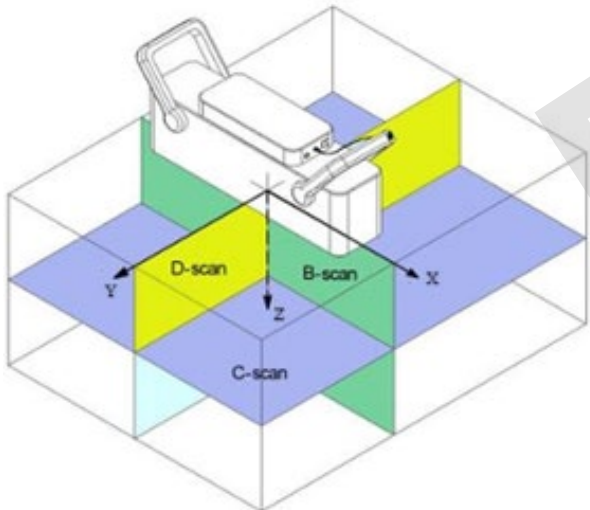
B-Scan



D-Scan



C-Scan

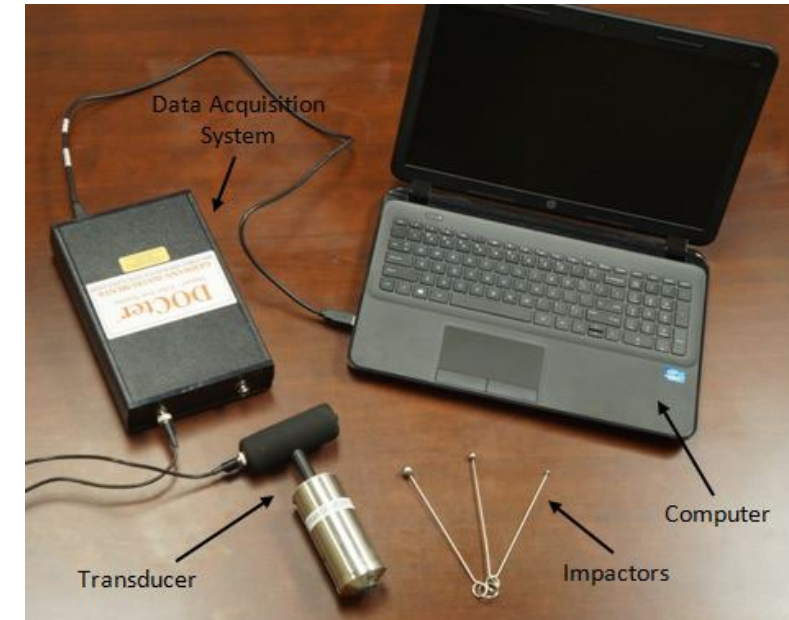
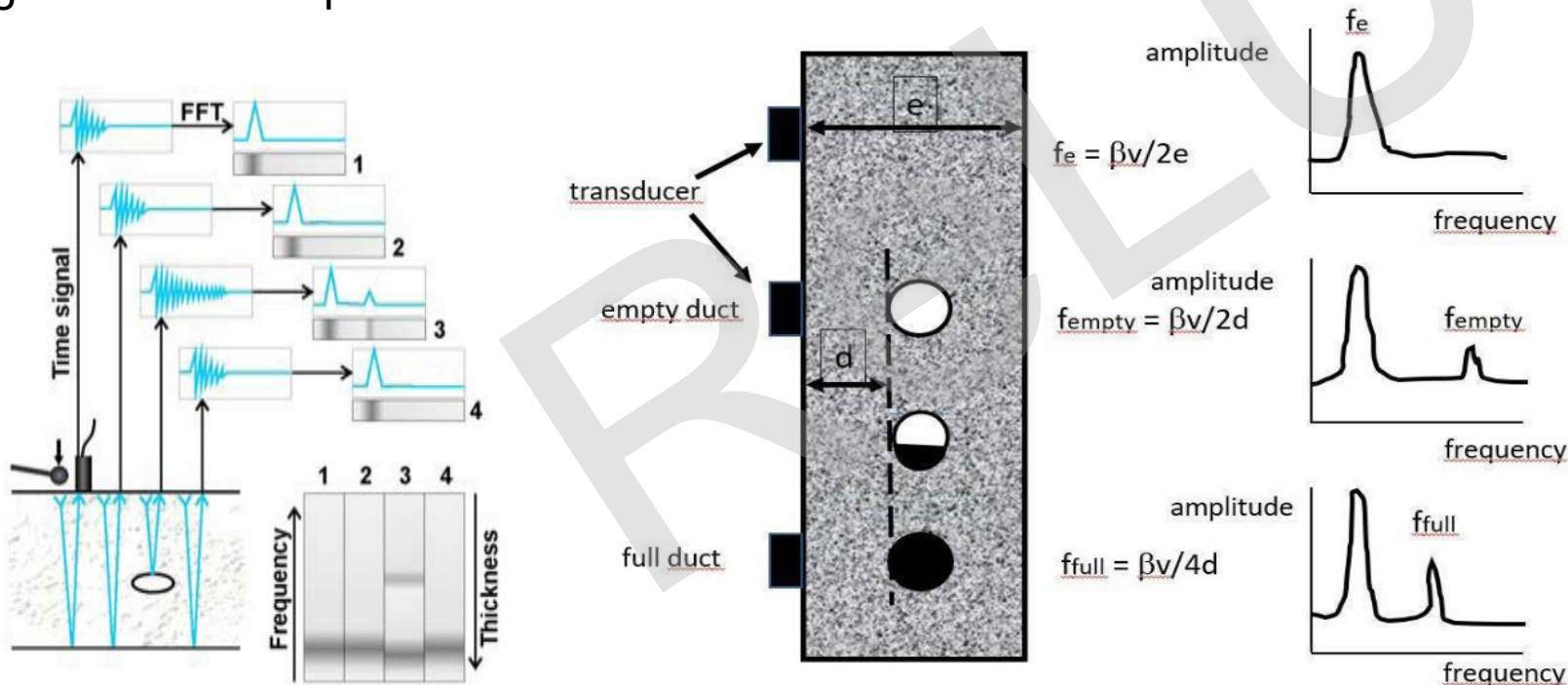


12. Metodo Impact-Echo

Tale metodo prevede di generare una serie di onde di compressione e di superficie per mezzo di un martello o di una sfera di acciaio sulla superficie da indagare e vengono poi registrate le varie riflessioni per mezzo di un trasduttore posto in prossimità del punto di battuta.

Le frequenze di picco registrate rappresentano disomogeneità del mezzo, la cui distanza dalla superficie può essere stimata sulla base del tempo di riflessione.

Per quanto riguarda i ponti in cap a cavi post-tesi, questo metodo permette di indagare la presenza di zone nella guaina mal riempiti.

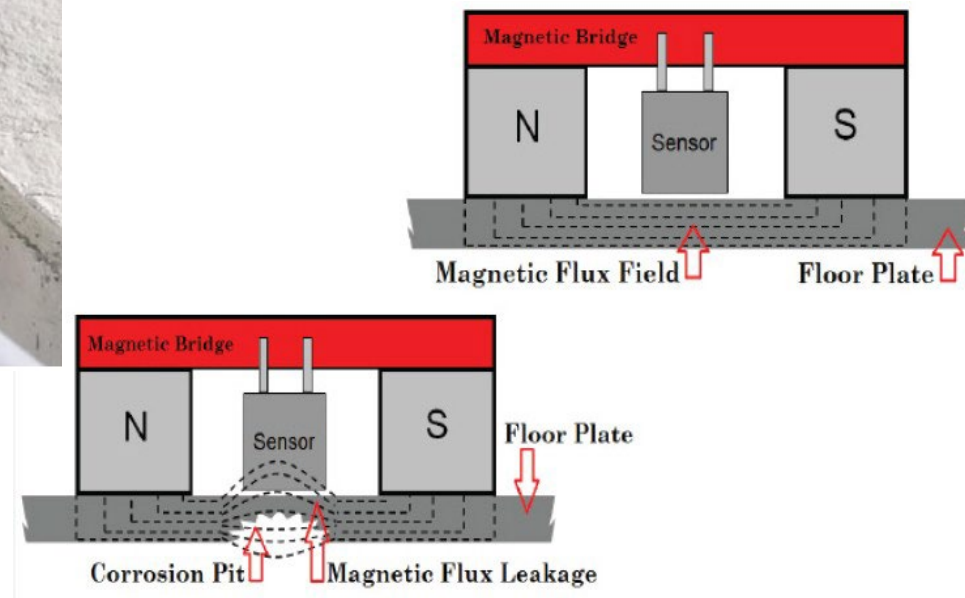


13. Test di dispersione del flusso magnetico

Inducendo un flusso magnetico noto su un elemento è possibile valutare la presenza di discontinuità o riduzioni di sezione tramite perdite di flusso.

Il segnale registrato è fortemente influenzato dalla potenza del magnete, così come dalla distanza dello stesso dai cavi da analizzare e dalle loro dimensioni (maggiore è la dimensione del tirante, più grande sarà la possibilità di trovarne difetti).

Il test può essere effettuato sia su campioni annegati nel getto che su tiranti esterni.



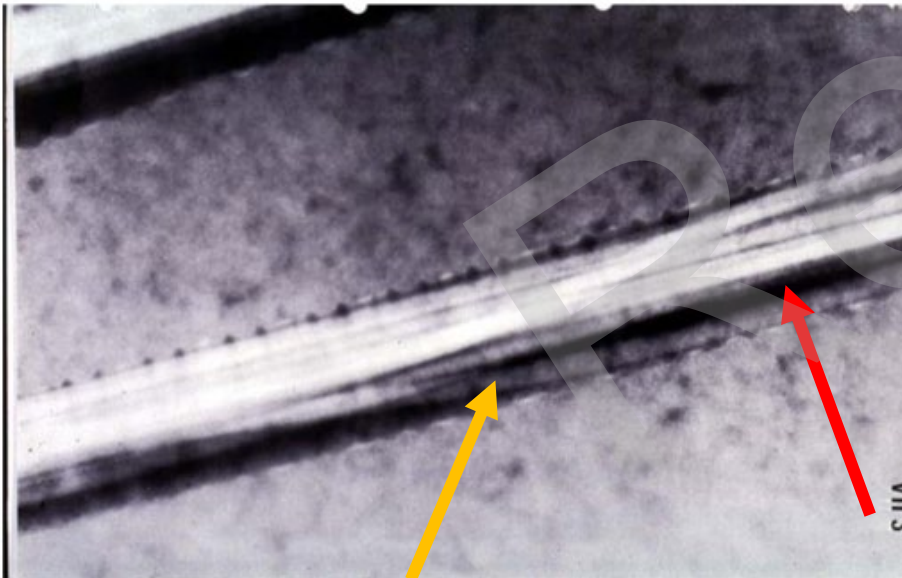
14. Radiografia e Radioscopia

Queste prove si basano sull'emissione di radiazioni elettromagnetiche ionizzanti (raggi γ , raggi x o neutroni). Queste onde, dopo aver oltrepassato il mezzo da indagare si imprimono con intensità diversa su una superficie posta in trasparenza rispetto alla fonte.

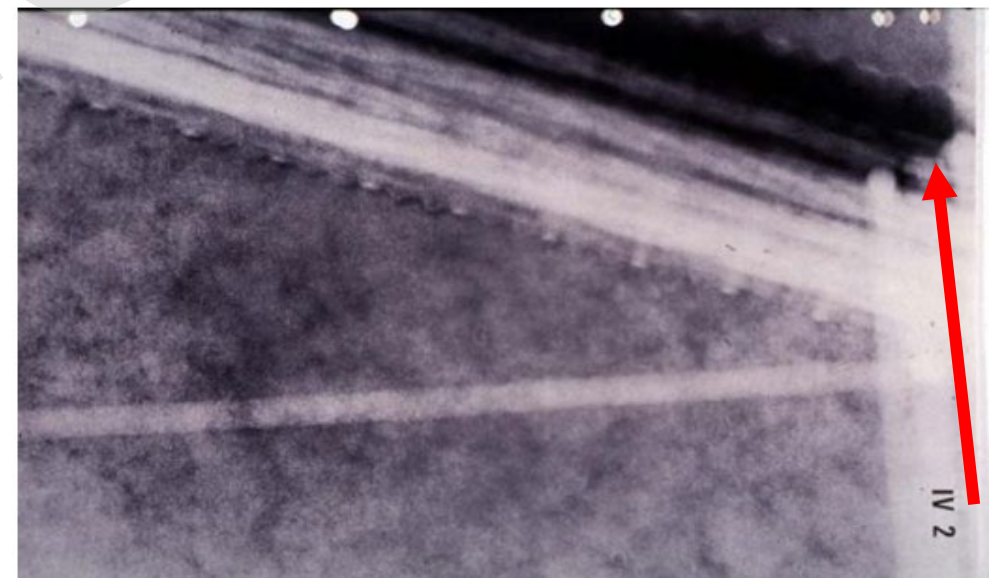
In questo modo è possibile identificare la posizione delle armature e quando lo spessore dell'elemento lo permette, anche difetti, quali fili e trefoli rotti.

Poiché le fonti di generazione di questi raggi sono elementi radioattivi, queste prove richiedono personale specializzato e accesso tramite piattaforma o by-bridge per mettere in posizione lo strumento di analisi

Esempio di filo rotto (giallo) e presenza di vuoti (rosso)



Presenza di boiacca solo nella parte inferiore della guaina



15. Misura della capacità dielettrica di tiranti esterni

Quando si abbiano tiranti esterni all'interno di guaine plastiche (HDPE), è possibile indagare la presenza di vuoti fino a 3cm dalla superficie del condotto tramite degli strumenti appositi che possono scorrere sulla guaina stessa.

Il principio su cui si basano è la capacità di misurare la capacità dielettrica del materiale grazie a due elettrodi superficiali.

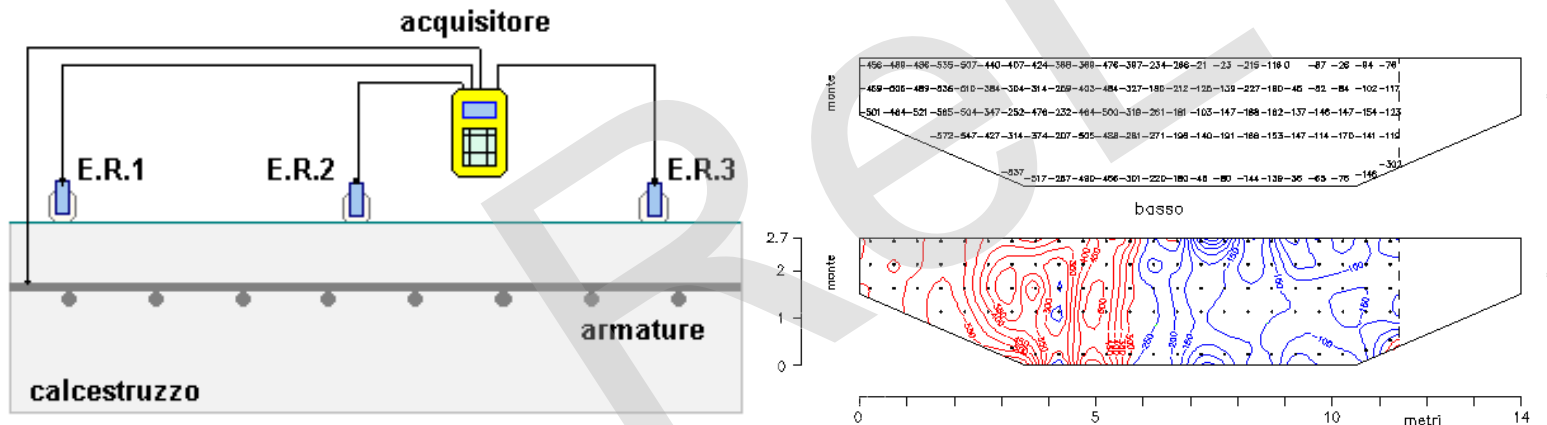
Eventuali anomalie riscontrate, però, richiedono l'apertura della guaina per controllare l'effettiva presenza di vuoti.



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

16. Mappatura del potenziale di corrosione

Le prove vengono effettuate tramite una serie di elettrodi di rame che fungono da anodi, posti sulla struttura e collegati ad un acquisitore e con le misure effettuate su una griglia solitamente 50x50cm. Il catodo, invece, è realizzato scoprendo una barra d'armatura, che viene anch'essa collegata all'acquisitore, che misurerà le varie differenze di potenziale nello sviluppo dell'elemento.

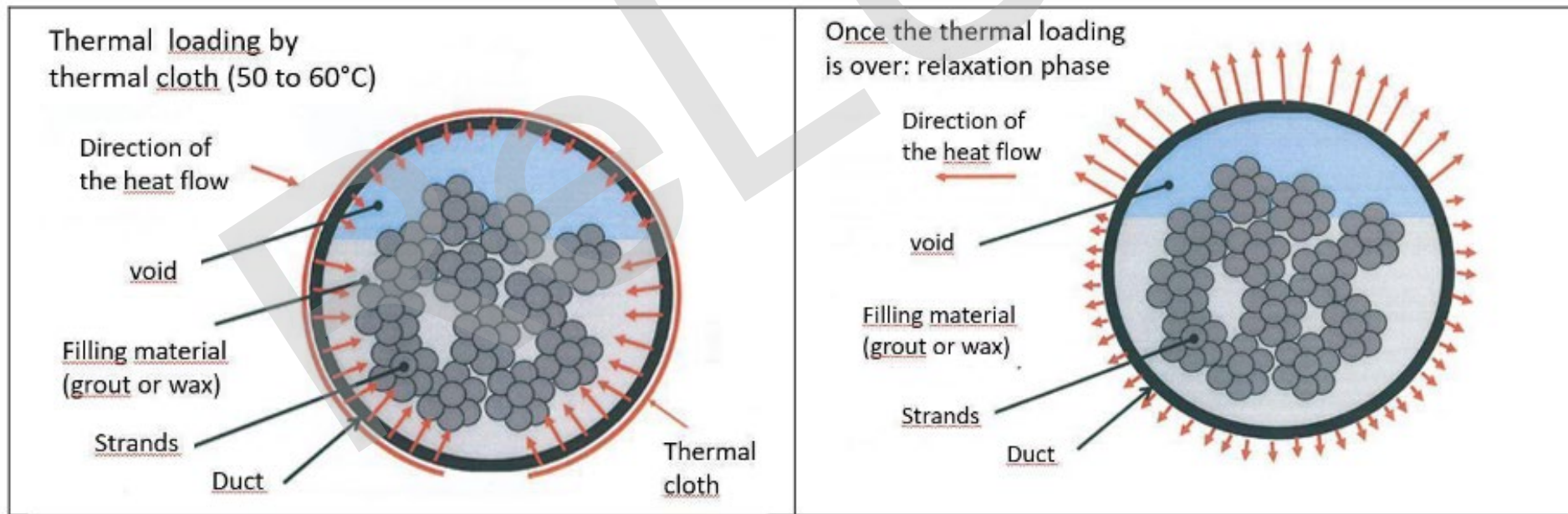


17. Termografia su tiranti esterni

Nel caso di tiranti esterni è possibile utilizzare i principi della termografia per osservare la presenza di vuoti nella guaina.

Il test avviene portando la guaina in HDPE a una temperatura fra i 50-60°C. Il calore immagazzinato verrà poi rilasciato in maniera differenziale fra le porzioni «piene» e quelle vuote.

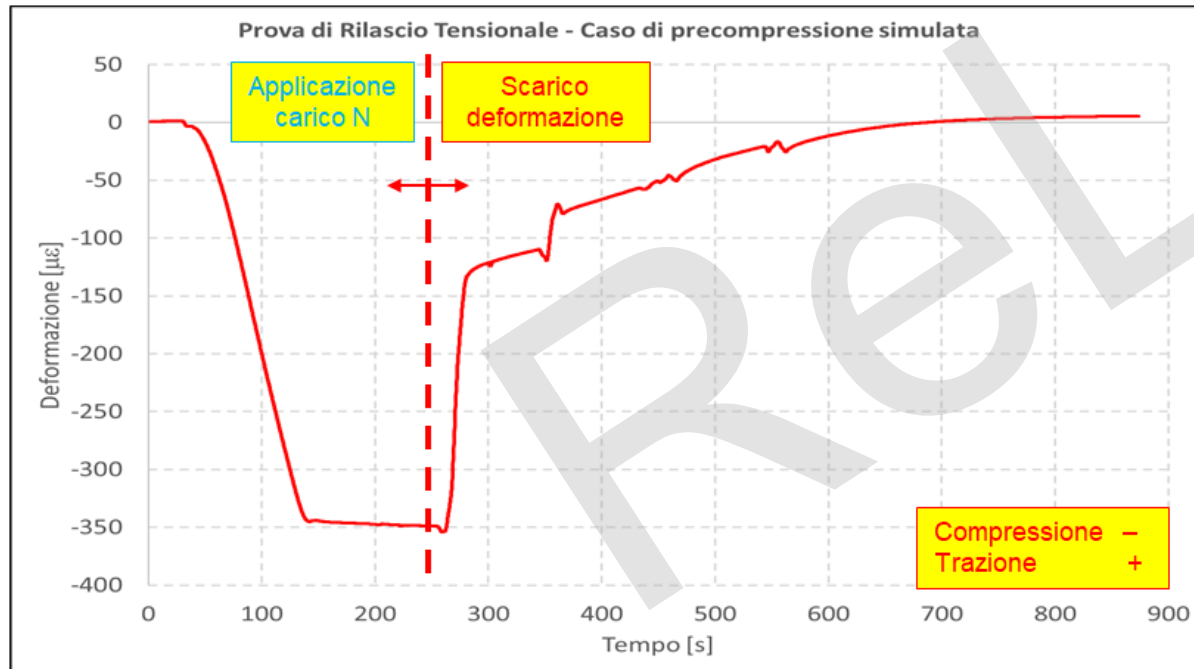
La videotermografia è una tecnologia che permette di registrare in continuo o tramite singoli termogrammi (equivalenti delle fotografie) la quantità di radiazione elettromagnetica nella banda dell'infrarosso emessa dai corpi.



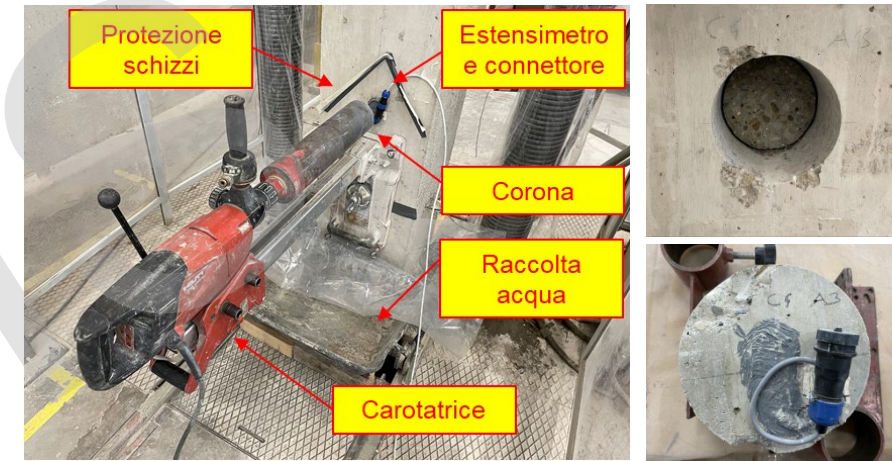
18. Rilascio tensionale

Le prove di rilascio tensionale permettono di stimare la precompressione residua su un elemento pre-compresso.

Si tratta di un metodo invasivo che richiede un'ottima conoscenza della posizione delle barre di armatura o delle guaine, per evitare di arrecare danni agli stessi.



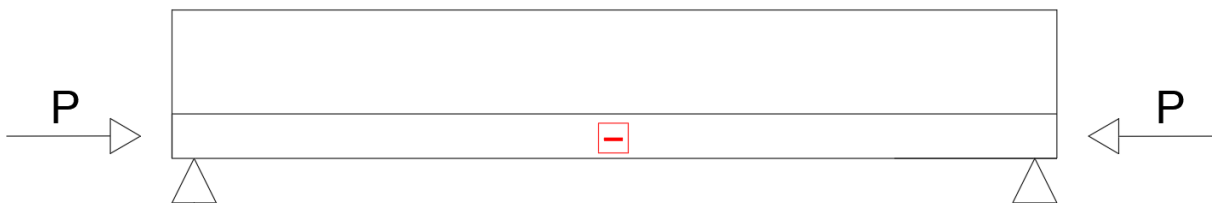
Prelievo mediante carotaggio



Estrazione mediante tagli



18. Rilascio tensionale



Si misura la deformazione ϵ che subisce il calcestruzzo all'interno di un provino di forma tronco-piramidale.

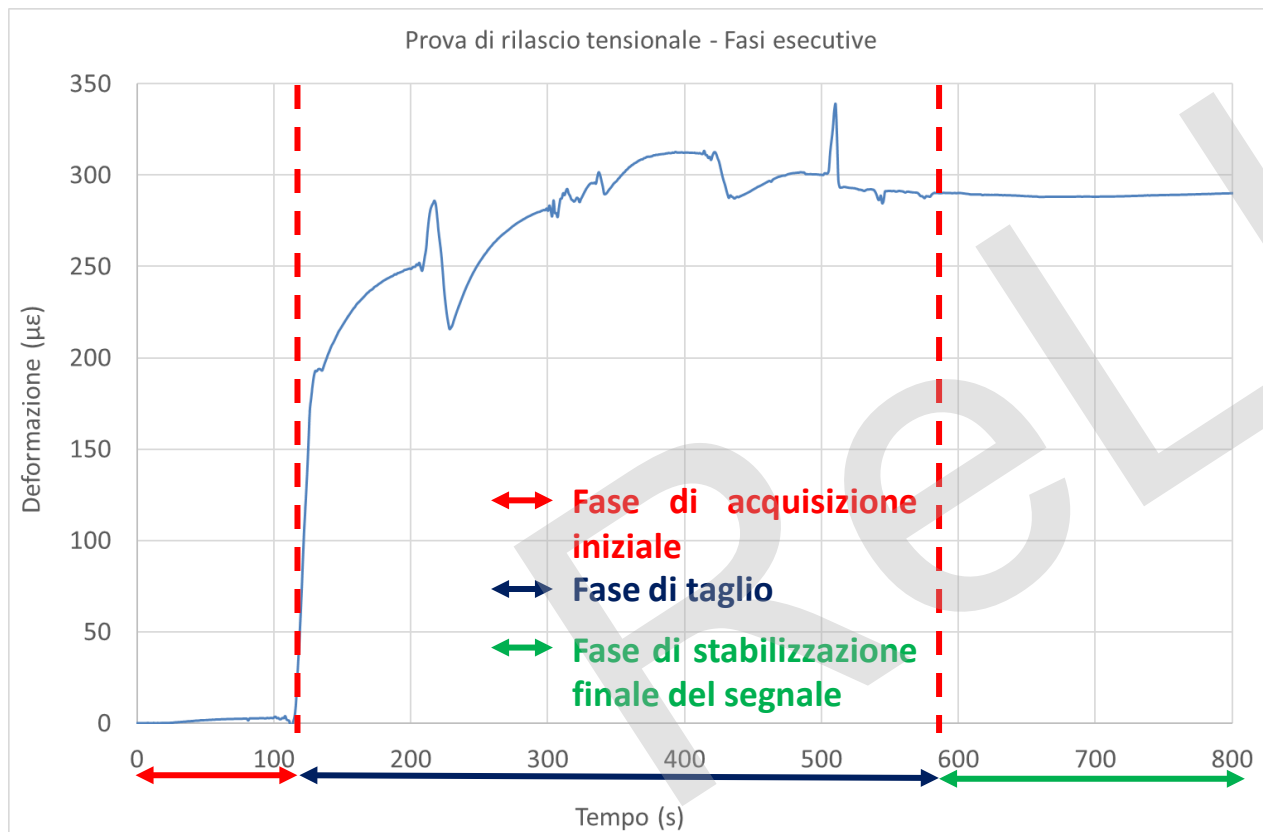
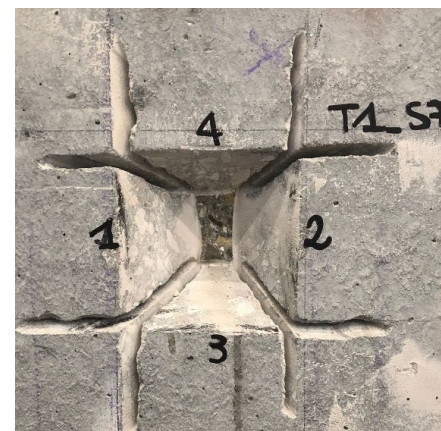


Grafico deformazione ($\mu\epsilon$) – tempo (s).



Fase di taglio.



Tagli per l'estrazione del provino.



Provino estratto.

19. Rilascio tensionale sui trefoli

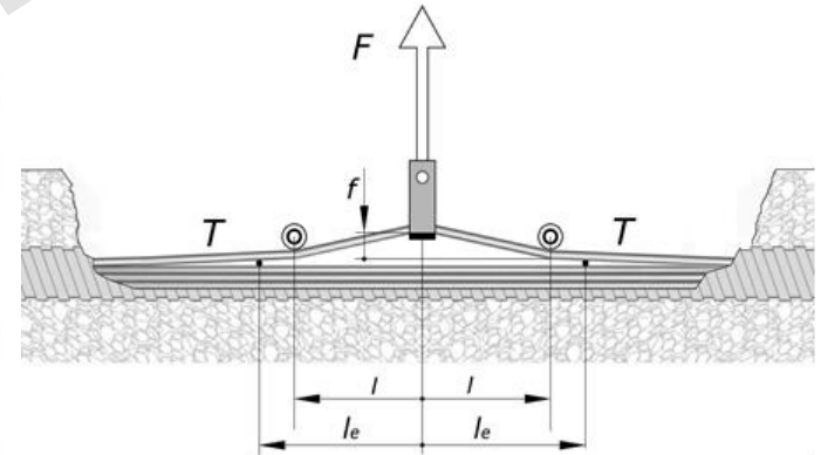
Le prove di rilascio tensionale possono essere effettuate anche sui trefoli di pre-compressione, applicando un estensimetro (collegato a un sistema di acquisizione) sul filo da indagare ed effettuando un taglio in prossimità dello stesso.

Tramite l'estensimetro, poi, è possibile misurare la deformazione del filo che viene successivamente correlata alla tensione residua sul sistema.



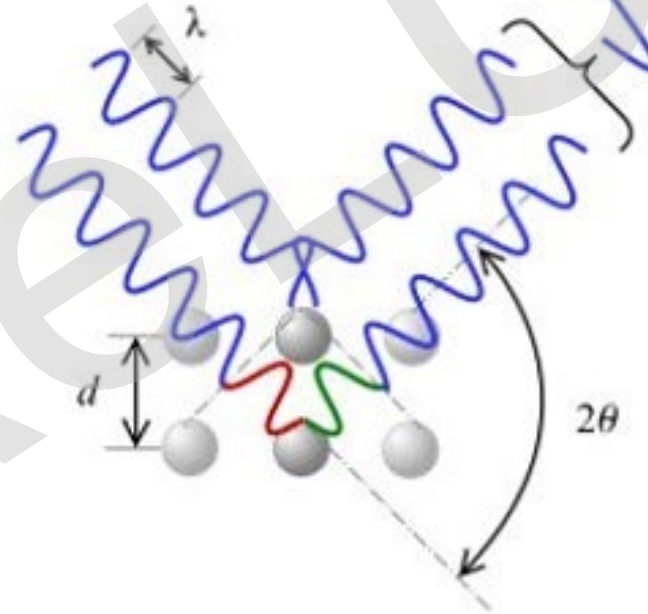
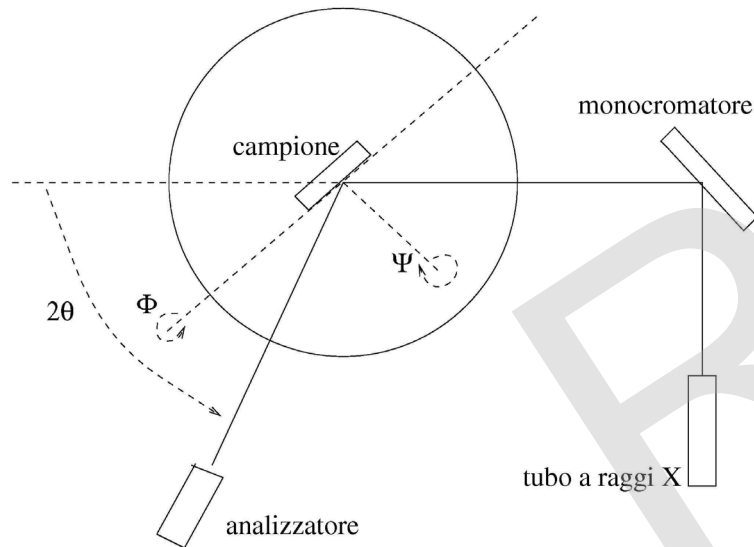
20. Tensiometro

Il tensiometro può essere utilizzato per valutare la tensione presente su cavi e funi in acciaio. Nonostante il test in sé non sia distruttivo per l'elemento indagato, è necessario esporlo, per cui bisogna rimuovere il calcestruzzo e parte della guaina per poter inserire il tensiometro.



21. Diffrazione a raggi X

La diffrazione a raggi X sfrutta questo tipo di banda elettromagnetica per valutare lo stato tensionale dei fili. Anche in questo caso, il test non comporta il danneggiamento dei trefoli, ma è richiesto che questi vengano esposti, quindi è necessario rimuovere calcestruzzo, boiaccia e guaine che ricoprono gli elementi da indagare, comportando poi la necessità di ripristinare tutto.



Prove Non Distruttive per opere in cap a cavi post tesi a fini di monitoraggio

RELUIS

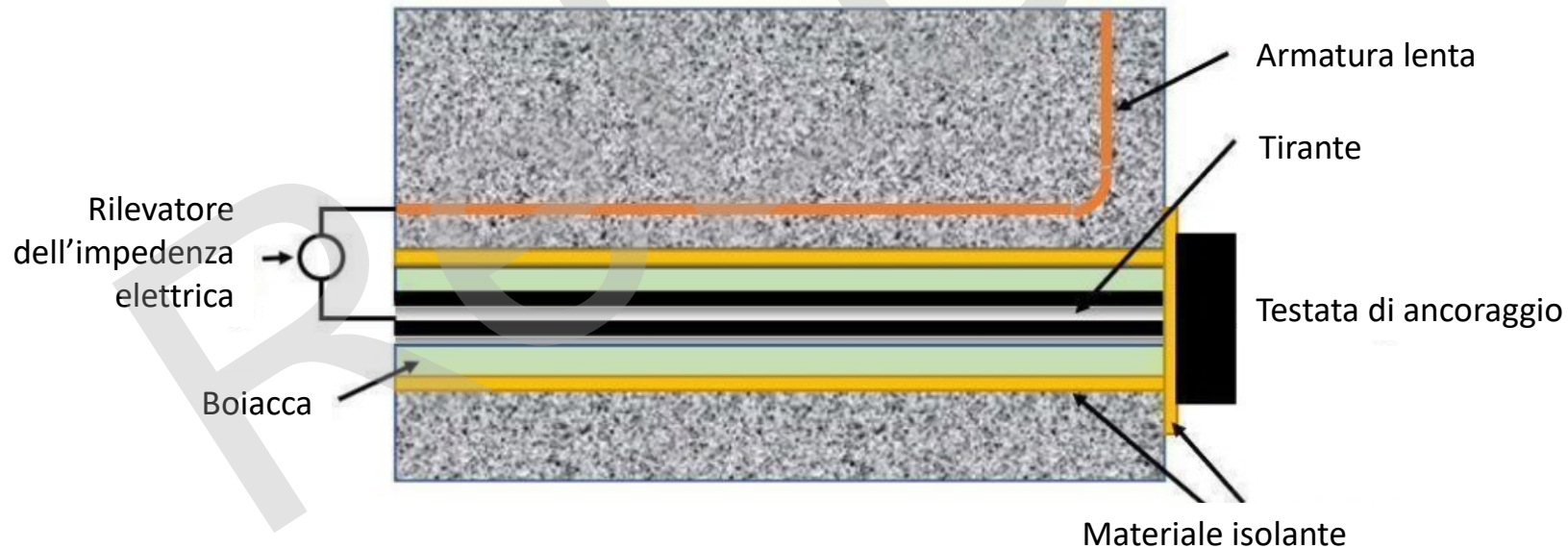
Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii). Ispezioni speciali e indagini in situ

22. Misura della resistenza elettrica per tiranti elettricamente isolati

Nel caso si realizzino tiranti inguainati in un sistema che sia elettricamente isolato, ovvero in guaine plastiche e con un sistema di ancoraggio in testata che sia anch'esso non conduttivo, è possibile inserire dei sistemi di misura dell'impedenza elettrica.

Qualora si verificano diminuzioni del valore di impedenza, questo sarebbe un segno dell'ingresso dell'umidità nella guaina, ovvero che il sistema non è più isolato.



23. Test acustici per la determinazione di difetti sui cavi scorrevoli

Un metodo non distruttivo che può essere usato nel monitoraggio dei cavi post-tesi prevede di registrare le onde meccaniche prodotte dalla rottura di fili, trefoli o barre di armatura, emesse sotto forma di onde meccaniche. Alcuni sensori accelerometrici, posti in varie parti della superficie di calcestruzzo permettono poi di triangolare il segnale in modo da stimarne la posizione.



Schede di ispezione speciale – Ponti in c.a.p. a cavi post-tesi

In caso di Ispezioni speciali su opere in C.A.P. a cavi post-tesi è prevista la redazione di un documento, denominato *Allegato D*.

Schede di ispezione speciale - Ponti in c.a.p. a cavi post-tesi



Codice IOP _____ Nome Ponte/Viadotto _____
 Strada di appartenenza: _____ Progressiva km iniziale: _____ Progressiva km finale: _____

Informazioni generali dell'opera

Tracciato dei cavi e localizzazione dei difetti

Tracciato dei cavi reperibile da documenti di progetto originale SI NO
 Allegato n° _____ (se SI, indicare i documenti di riferimento da allegare alla presente scheda)

Schema da progetto del tracciato dei cavi
 (tracciare uno schema per ogni tipologia di elemento strutturale)

Numero dei cavi e tracciato da progetto

Indagini non distruttive/semi-distruttive

Tipologie di indagini	Elementi indagati (tipologia e numero)	N° totale di indagini eseguite
1) _____	_____	_____
2) _____	_____	_____
3) _____	_____	_____
4) _____	_____	_____
...)	_____	_____

Indagini non distruttive eseguite ed elementi indagati

Risultati delle indagini (compilare una tabella per ogni elemento indagato e tipologia di indagine)

pag. 1

Tipologia elemento indagato _____ Tipologia di indagine _____

Schema del tracciato dei cavi:

Tracciato dei cavi

Indicare la localizzazione delle indagini

Tracciato dei cavi identificati in situ

Rispondenza con il materiale di progetto originale Completa Parziale Assente

Schema di localizzazione dei difetti:

Localizzazione dei difetti
(discontinuità, fessure, ecc.)

Indicare la localizzazione delle indagini

Difetti identificati in situ

Campagna di indagini per la valutazione dei difetti

Indagini semi-distruttive/distruttive		Elementi indagati (tipologia e numero)	N° totale di indagini eseguite
Tipologia di indagini (endoscopie, indagini vacuometriche, saggi localmente distruttivi, ecc.)	1) _____	_____	_____
	2) _____	_____	_____
	...) _____	_____	_____

Indagini semi-distruttive e distruttive eseguite ed elementi indagati

Risultati delle indagini (compilare una tabella per ogni elemento indagato e tipologia di indagine)

Localizzazione dei difetti (vuoti all'interno delle guaine, fenomeni di ossidazione dei cavi, ecc.) Indicare la localizzazione delle indagini	Tipologia elemento indagato _____ Tipologia di indagine _____
	Tipologie di difetti individuati _____
	Schema di localizzazione dei difetti: _____ _____ _____

Localizzazione dei difetti individuati

Valutazione dello stato di tensione del filo o del calcestruzzo	Descrizione	Elementi indagati (tipologia e numero)	N° totale di misurazioni eseguite
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
<i>Schema di localizzazione delle indagini:</i>			
Risultati: _____			
Rispondenza con il materiale di progetto originale		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO

Indagini per la valutazione dello stato di tensione del filo

Informazioni reperibili dal progetto originale: _____

Prelievo di materiale di iniezione	Descrizione	Elementi indagati (tipologia e numero)	N° totale di prelievi eseguiti
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
<i>Schema di localizzazione delle indagini:</i>			

Indagini sulla boiaccia di iniezione

Prove chimiche	Tipologia	N° totale di prove eseguite	Risultati <i>(composizione chimica e presenza di cloruri e umidità)</i>
	1) _____	_____	_____
2) _____	_____	_____	_____
3) _____	_____	_____	_____
...)	_____	_____	_____

pag. 4

Prove chimiche

Analisi dei difetti rilevati	<input type="radio"/>	I difetti rilevati indicano la necessità di eseguire valutazioni di sicurezza approfondite di Livello 4.
	<input type="radio"/>	Le indagini effettuate non consentono di stimare con adeguata accuratezza l'entità dei difetti presenti. Sono necessarie, pertanto, valutazioni approfondite di Livello 4.
	<input type="radio"/>	Le indagini effettuate hanno dimostrato la presenza di difetti di entità modesta, tali da non richiedere provvedimenti urgenti. Si procede pertanto ad ispezioni visive e compilazione di schede di difettosità di Livello 1 e classificazione di Livello 2.

Risultati complessivi
dall'analisi dei difetti

Prove Distruttive e non per opere in acciaio

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii). Ispezioni speciali e indagini in situ

Prove non distruttive

- **Verifica della coppia di serraggio**
- **Test con liquidi penetranti**
- **Prove durometriche**
- **Test a correnti parassite**
- **Prove ultrasoniche**
- Prove magnetiche

Prove distruttive

- **Prova a trazione**
- **Prova di piegatura**
- **Test di Charpy (Resilienza)**

<https://www.tecnolabnapoli.it>

1. VERIFICA DELLA COPPIA DI SERRAGGIO

La verifica viene effettuata per mezzo di chiavi dinamometriche che permettono di verificare i valori di precarico sui bulloni, tramite la verifica della coppia di serraggio.

Dopo aver apportato un segno sul bullone da verificare, viene applicata la coppia prescritta tramite una chiave dinamometrica e si verificherà se il dado sia rimasto in posizione o abbia subito una rotazione inferiore ai 15° .



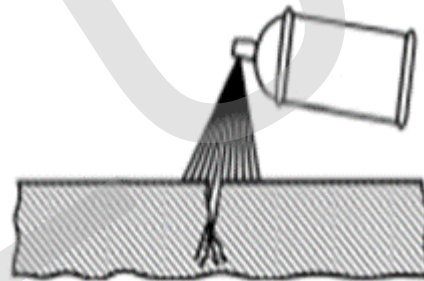
2. CONTROLLO DELLE SALDATURE TRAMITE ULTRASUONI E/O LIQUIDI PENETRANTI

Il controllo delle superfici e delle saldature può avvenire tramite l'uso di liquidi penetranti, che permettono di individuare discontinuità esterne tramite l'utilizzo di un liquido penetrante e uno rilevatore. I liquidi penetranti possono essere fluorescenti e/o a contrasto di valore.

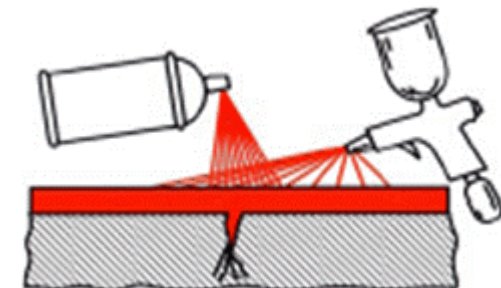
Questi liquidi, rimanendo all'interno delle cricche permettono di esporle al controllo visivo.



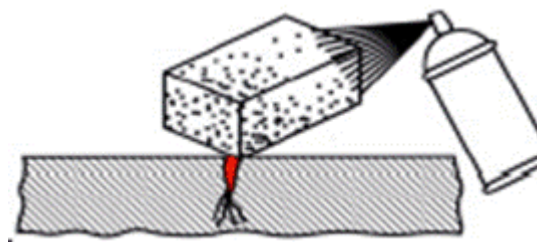
1. Preparazione superficiale



2. Applicazione del liquid penetrante



3. Pulitura e applicazione del rilevatore



4. Controllo visivo

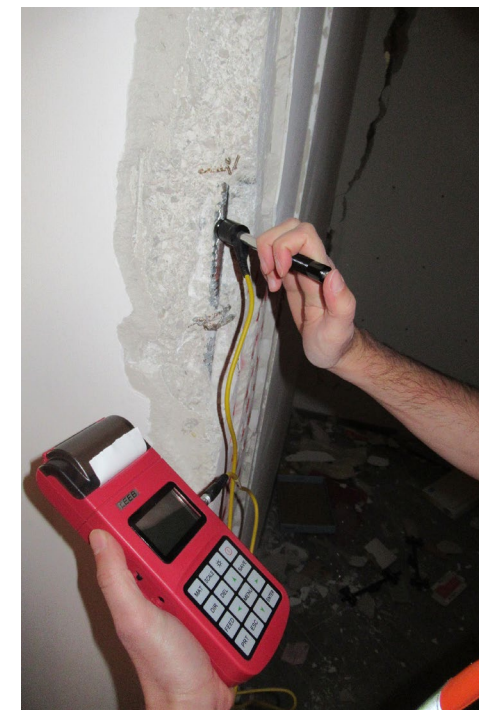


3. Prove durometriche sull'acciaio

La prova durometrica in situ permette di stimare la resistenza a trazione dell'acciaio correlando la perdita di energia cinetica di un dardo proietto sulla superficie da testare. Tale valore può essere convertito nelle più comuni scale di durezza esistenti (e.g. Brinell Vickers, Rockwell, etc).

L'utilità di questo test è che permette di ridurre il numero di prelievi di campioni da testare.

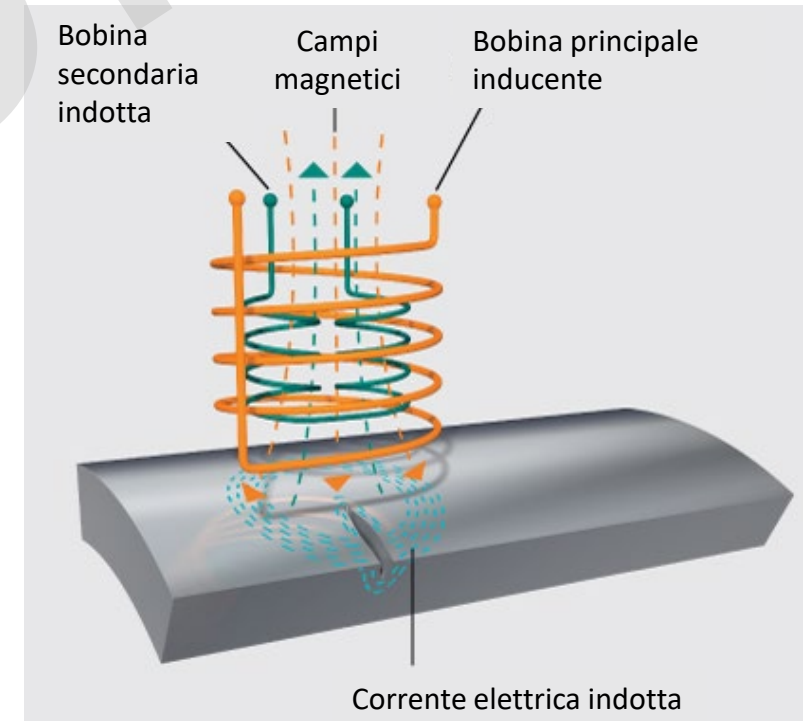
Questo test può essere utilizzato anche sugli acciai lenti usati nel calcestruzzo, previa rimozione del copriferro.



4. Prova delle correnti parassite

Questo test permette di rilevare difetti superficiali del materiale tramite l'ausilio di una bobina che, generando un campo magnetico, induce una corrente parassita sull'acciaio da testare.

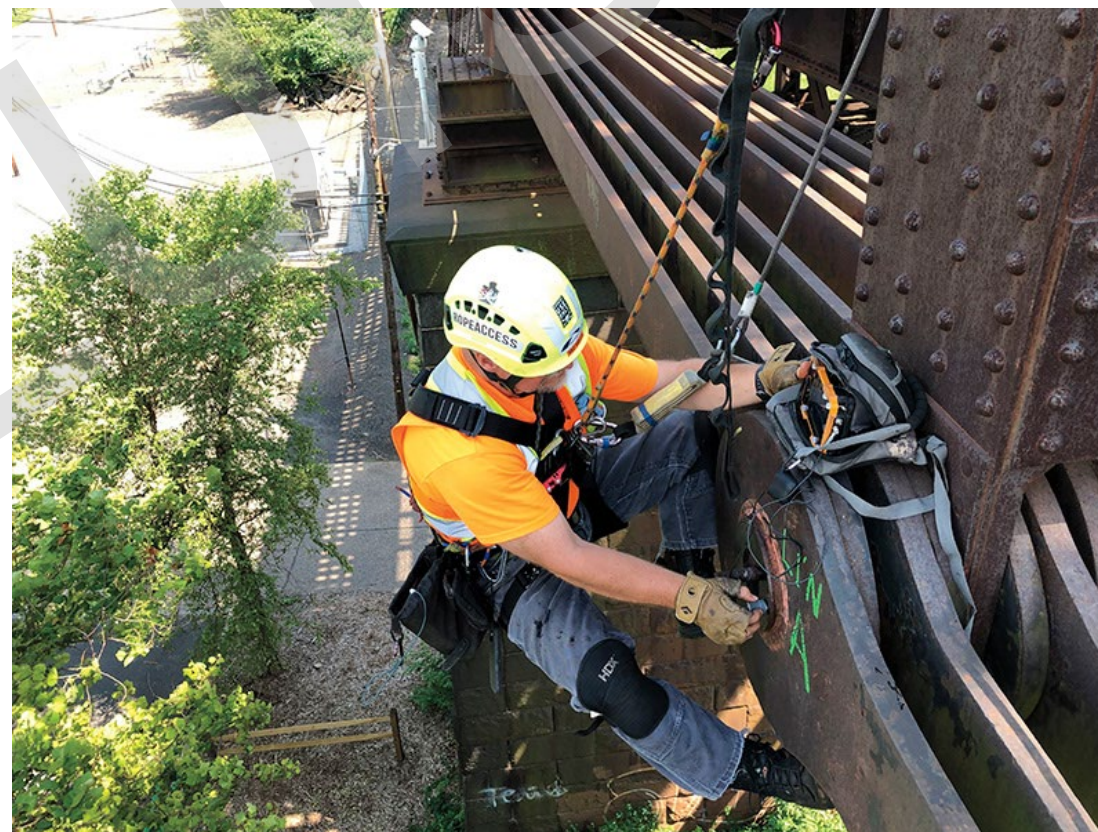
L'impedenza della bobina, però è influenzata dalla corrente indotta sul materiale e grazie a questo principio è possibile determinare piccole irregolarità.



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

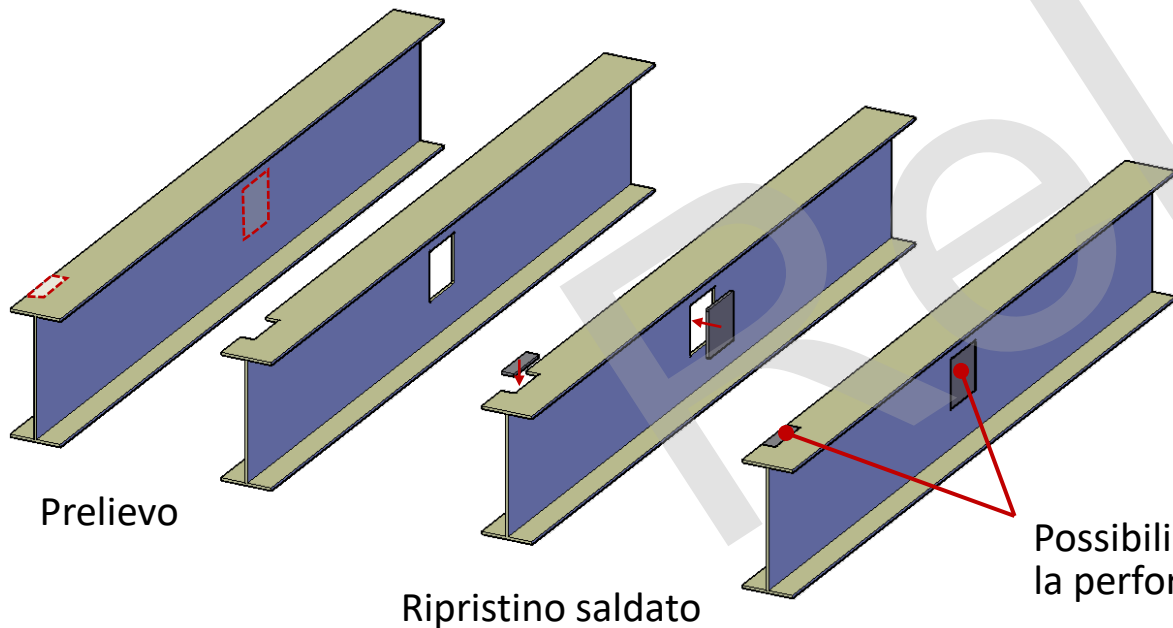
5. CONTROLLO DELLE SALDATURE TRAMITE ULTRASUONI

Il controllo delle saldature può avvenire tramite l'uso di strumentazioni che generano un'onda ultrasonica e sono capaci di misurare la propagazione della stessa sulla saldatura oggetto di indagine, verificando l'eventuale presenza di difetti nel mezzo.



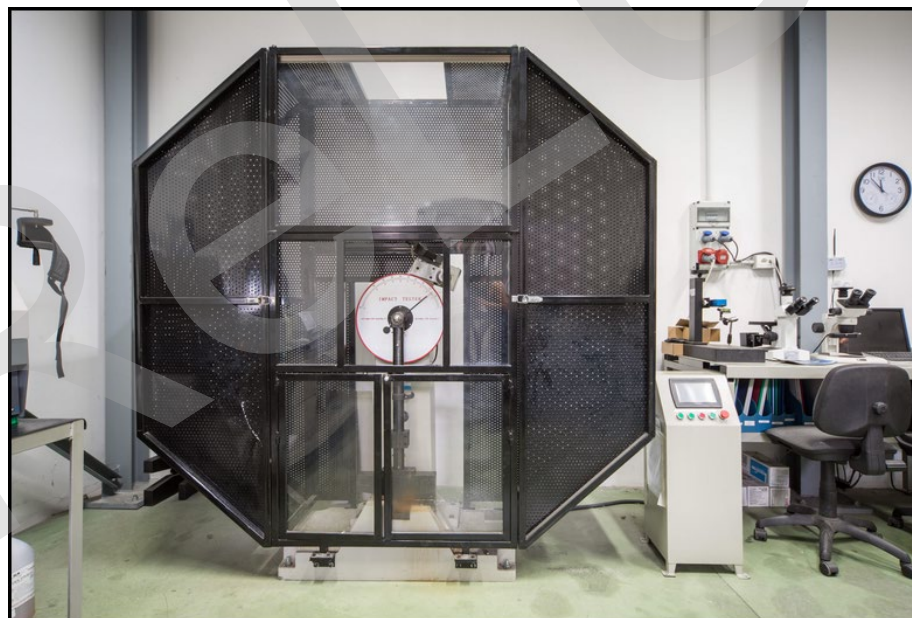
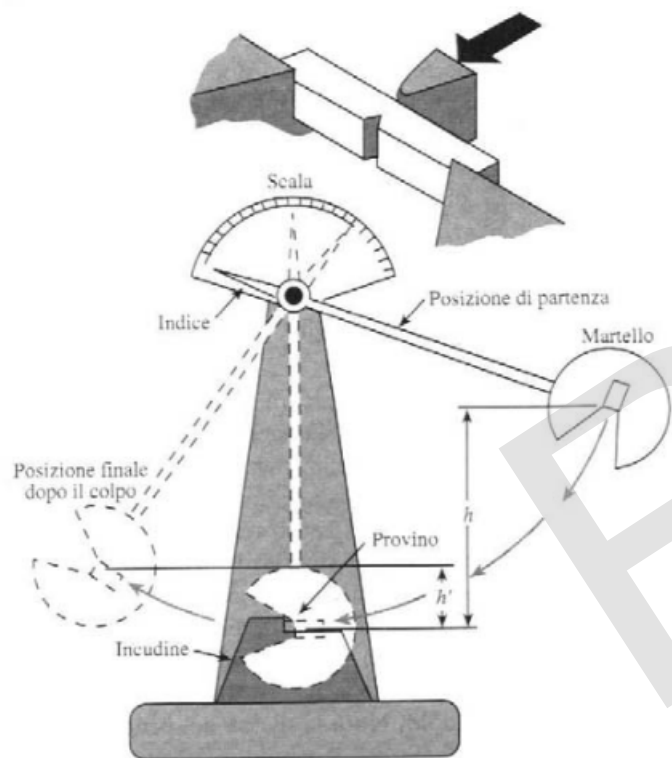
6. Prove a trazione e piegamento

Prelevando campioni in situ è possibile effettuare delle prove di caratterizzazione del materiale quali le prove a trazione, per ricavare la resistenza caratteristica, o le prove di piegamento. Queste ultime consistono nel piegare il campione a 90° o 180° dando indicazioni sulla duttilità del materiale. Dopo piegamento e raddrizzamento i provini non devono presentare cricche.



7. Test di Charpy sulla resilienza

Si prepara un campione e si utilizza una macchina chiamata Pendolo di Charpy, utilizzata per la prova di resilienza da impatto, ovvero la misura dell'energia necessaria a rompere un provino (appositamente intagliato) a seguito di un impatto.



Prove Distruttive per ponti in muratura

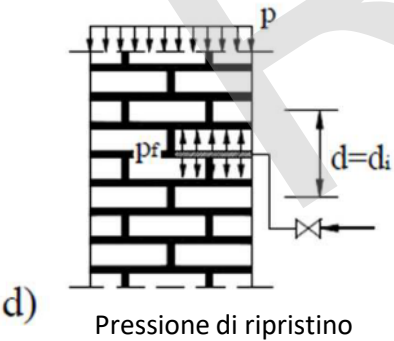
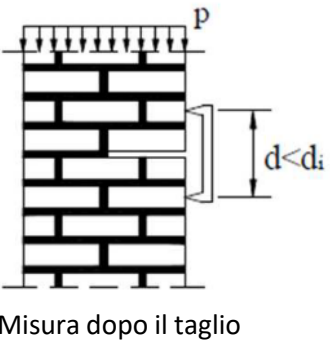
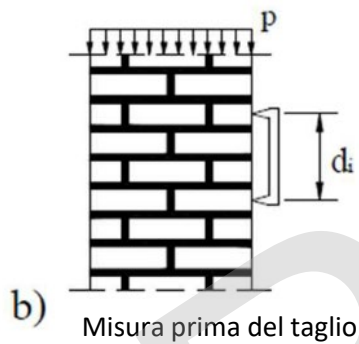
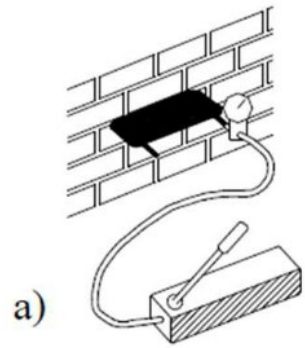
RELUIS

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Lezione 4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale - scenari di casi studio (ii). Ispezioni speciali e indagini in situ

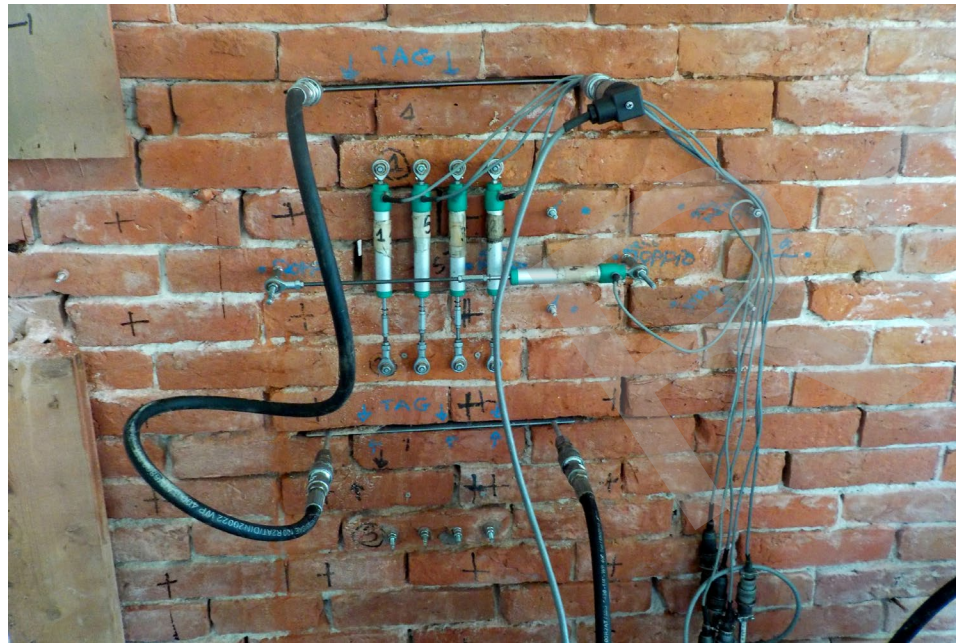
1. Martinetto piatto singolo

La prova con un solo martinetto piatto permette di conoscere lo stato compressivo locale della muratura. La procedura prevede di misurare la pressione necessaria a riportare la muratura in posizione dopo aver effettuato un taglio sul letto di malta scelto e avervi inserito il martinetto. Quando la distanza fra due punti appositamente scelti e segnati da appositi marcatori sarà equivalente alla distanza prima del taglio, si potrà valutare la pressione locale, depurata dei contributi dovuti alla rigidità del martinetto metallico



2. Martinetto piatto doppio

Il martinetto piatto doppio, invece serve a valutare il modulo di Young della porzione di muratura all'interno dei due martinetti, attraverso cicli di carico e scarico. Le deformazioni vengono misurate tramite potenziometri in continuo o, più raramente, manualmente con un deformometro. Se invece si porta a rottura la muratura, se ne può stimare la capacità di resistenza a compressione.



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Coordinatori Proff. Edoardo Cosenza e Mauro Dolce

a cura di:

Domenico Asprone, Antonio Bilotta, Eugenio Chioccarelli, Marco Di Prisco, Sergio Lagomarsino, Raffaele Landolfo, Angelo Masi, Maria Rosaria Pecce, Mauro Sassu, Marco Savoia

con il contributo di

Beatrice Belletti, Francesca da Porto, Maria Giuseppina Limongelli, Giovanni Plizzari, Antonino Recupero, Paolo Riva, Loris Vincenzi, Daniele Zonta

