

LE NORMATIVE SUI PONTI

Stefano Cecchinato

1. INTRODUZIONE

Per affrontare l'argomento conviene cercar di suddividere le normative in relazione al periodo di "vita" del ponte. Una suddivisione, arbitraria, ma comoda, potrebbe essere questa:

Normative:

- di progettazione;
- di costruzione;
- di collaudo;
- di controllo e manutenzione.

Invece di elencare le norme, che peraltro sono (almeno le principali) note e di facile reperimento, cerchiamo di porci delle domande riguardo ad esse.

Cos'è una norma e perché è necessaria?

In che forma si estrinseca e quanto ci condiziona?

Limitiamoci a cercar di rispondere a queste e vedremo che altre domande emergeranno di continuo.

2. NATURA E ASPETTI

La norma è per sua natura una limitazione alla libertà (di tutti gli "attori" del processo di progettazione e costruzione) e pertanto vista come qualcosa di fastidioso, come minimo. Per compensare questo fastidio occorre soffermarsi sul perché la norma è necessaria; le risposte sono molteplici: per dare una guida nelle operazioni da svolgere, per dare omogeneità nell'operare dei soggetti, per cercar di evitare errori, per dare garanzie ai committenti e non da ultimo, per fissare le responsabilità.

Come sappiamo le norme si possono presentare sotto forme disparate: dalle Leggi e Decreti alle Istruzioni, Circolari, Ordinanze ecc. Ricordiamo, con l'occasione, che normalmente non si viola la legge non rispettando una circolare, ma che molto spesso queste discendono da leggi o sono recepite dalle leggi stesse. Si veda ad esempio le istruzioni per le visite ai ponti nelle FS, nel primo caso, e le norme CEI, nel secondo.

E' ovvio, ma giova ripeterlo, che la norma va rispettata ed essa normalmente è tassativa, tranne quando essa stessa prevede la discrezionalità: il numero dei prelievi di calcestruzzo è fisso, mentre quello degli acciai è a discrezione del direttore lavori, così come le ulteriori prove di carico disposte dal collaudatore.

3. LE NORME DI PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE

Sono quelle generali (Legge 1086 e decreti derivati, ad esempio), alle quali ogni Amministrazione deve aggiungere quelle necessarie alla propria particolarità. Alcune di queste sono basilari e di solito molto note; in alcuni casi però norme anche importanti si "nascondono" in circolari (magari molto vecchie), descrizioni dei prezzi di tariffa ecc., pur essendo essenziali per progettare e costruire.

Entrando nel particolare; le norme proprie di ciascuna Amministrazione comprendono, per la progettazione, in generale:

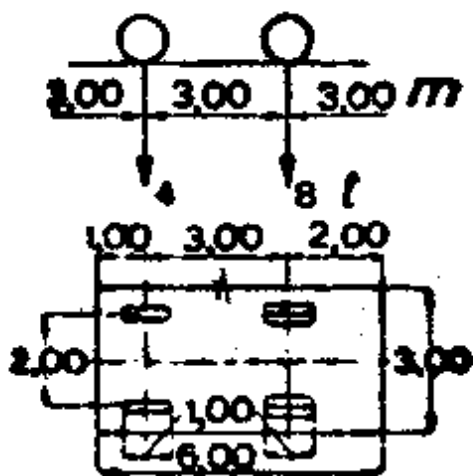
- i carichi cui assoggettare la struttura nei vari casi;
- le combinazioni di questi carichi;
- i coefficienti dinamici da applicare;
- i materiali da impiegare ecc.

Vediamo solo qualche esempio di questi contenuti, soprattutto per l'importanza che rivestono e su come influenzano la parte che interessa il controllo e la manutenzione.

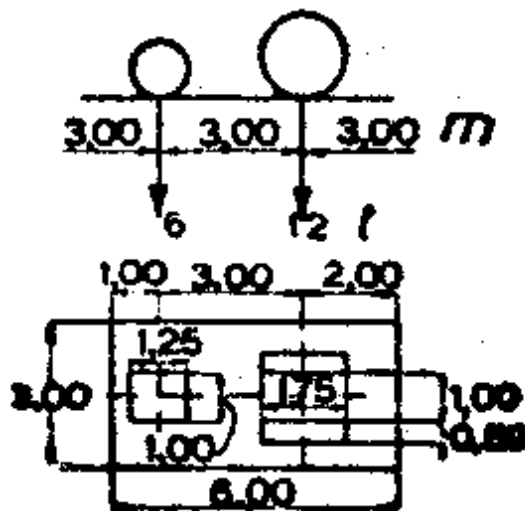
Può essere interessante seguirne l'evoluzione e proviamo a farlo con i carichi previsti dalle normative che si sono succedute.

3.1 Le strade

Le norme del 1962 riportavano, tra altri, i seguenti schemi relativi a mezzi isolati:

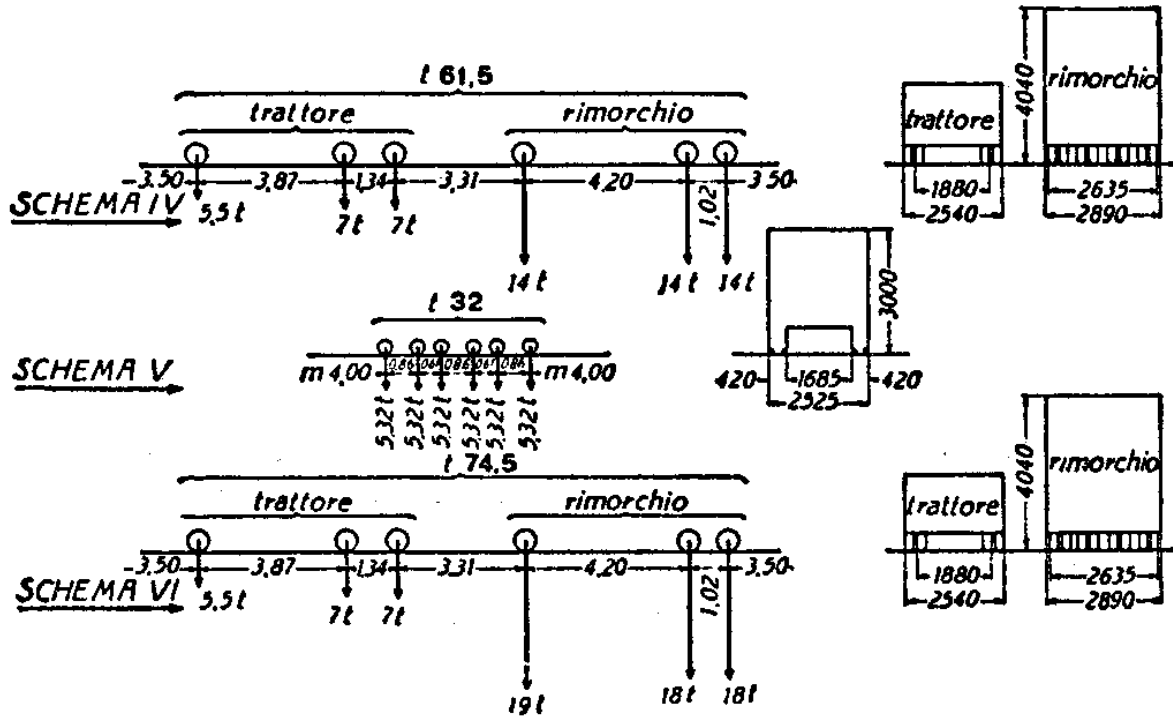


Schema I

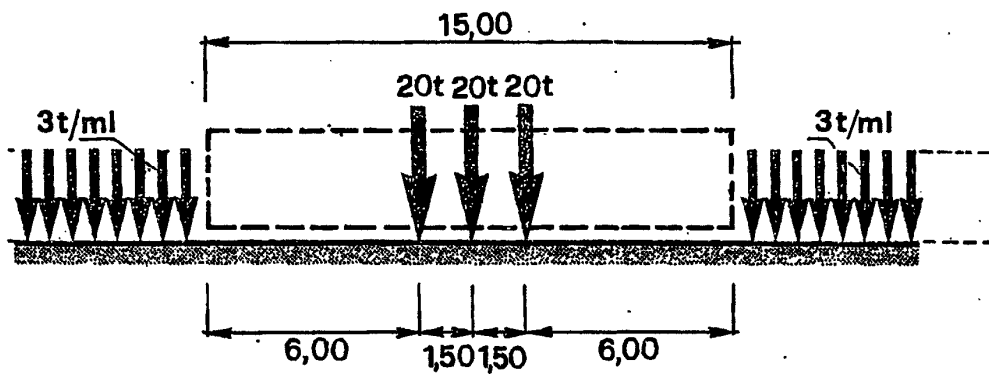


Schema II.

e più complessi:



La normativa del 1990 riporta questo carico principale:



Si può subito notare, oltre ad una spiccata "astrazione" del carico, un aumento del peso assiale.

Per questo schema va precisato che, per le linee principali, i carichi sono incrementati del 10%.
 Come si può vedere, anche per le ferrovie è evidente la schematizzazione del carico rispetto i carichi reali circolanti, nonché l'aumento del peso assiale.

3.3 Altri contenuti

Prima di cercar di trarre considerazioni, vediamo anche l'aspetto dei coefficienti dinamici, che si sono così evoluti:

$$\text{Strade} \quad \phi = 1,4 - \frac{L-10}{150}$$

$$\text{FS '45 Ponti in Fe} \quad \phi = \frac{1400 + 10L}{20+L} \times \frac{50+V}{150}$$

$$\text{FS '46 Ponti in cls} \quad \phi = \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4P/S}$$

$$\text{FS '99 progetto} \quad \phi = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,72$$

$$\text{FS '97 reale} \quad \phi = 1 + \phi' + \phi''$$

Con ϕ' e ϕ'' funzioni di:

v velocità

L_ϕ luce caratteristica

n_0 prima frequenza flessionale

Come si vede in alcuni casi viene distinto il coefficiente in base al materiale con cui è costruito il ponte e, non in tutti, compare la velocità.

Inoltre sono spesso presenti tabelle relative ai coefficienti da applicare nelle combinazioni di carico.

Altre indicazioni presenti sono relative ai materiali da impiegare e alle loro tensioni ammissibili; utili soprattutto per i vecchi ponti nel caso di verifiche strutturali.

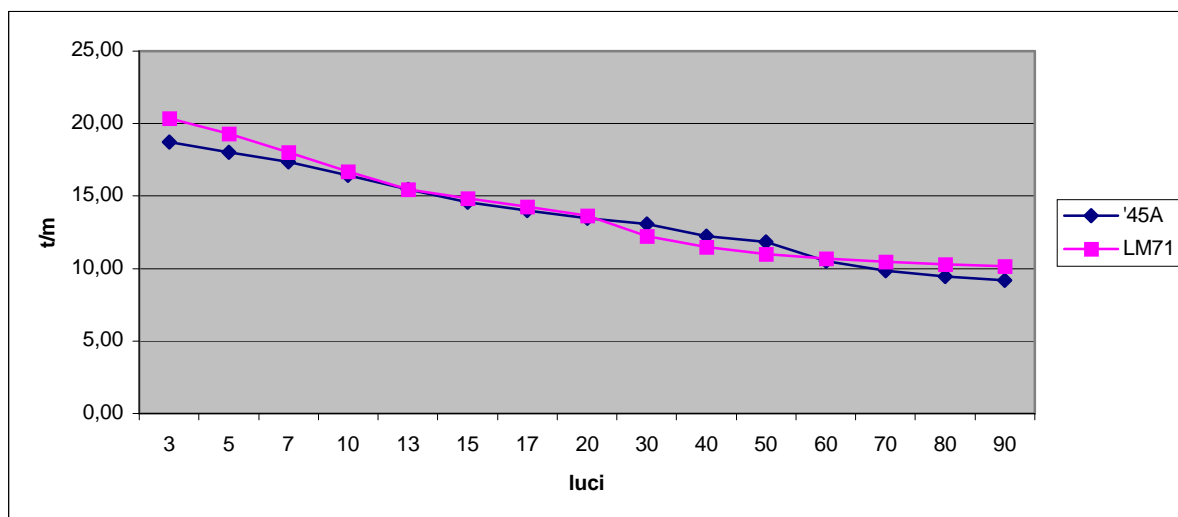
3.4 Confronti

Il confronto tra i carichi complessivi gravanti sui ponti non è subito affrontabile, essendo gli schemi diversi nelle varie epoche. Per le FS però esistono delle tabelle che riportano il carico flettente (e tagliante) equivalente per ogni carico; non è altro che il carico uniforme che dà gli stessi effetti dei carichi schematizzati nelle norme. Ebbene il confronto è interessante perché riporta l'evoluzione nel tempo dei carichi a cui sono soggetti i ponti.

CONFRONTO CARICHI FLETTENTI EQUIVALENTI FS
Per luci di 3 metri in tonnellate per metro

Carico	1916	14,00
	1925N	14,00
	1925S	16,67
	1945A	18,75
	LM71A	20,36

E' da notare come questi incrementi non incidano allo stesso modo per le varie luci; prendendo, ad esempio, l'ultima variazione si ha il seguente grafico:



ovvero l'incremento maggiore di carico si localizza sotto i 10 metri di luce e sopra i 60 metri; invece tra i 20 ed i 60 si ha addirittura un decremento.

Per le norme sulla progettazione dei ponti (come: materiali da usare, prove da effettuare, tensioni da rispettare ecc.), le Amministrazioni rimandano alle norme generali, aggiungendo però norme specifiche che a volte incidono notevolmente sulle scelte progettuali e che sarebbe opportuno conoscere nel caso si

debba verificare la “resistenza” dei ponti. Cito come unico esempio, essendo impossibile catalogare in poco spazio le varie prescrizioni, la drastica riduzione, prevista dalle FS, delle tensioni ammissibili nell'acciaio per le costruzioni contro terra.

Analoga considerazione può essere fatta per le norme sulle costruzioni.

Particolare è l'aspetto delle norme “descrittive”, che in pratica riportano già gli esecutivi; norme datate, ma interessanti: l'esempio sono i disegni che dividono i successivi capitoli e che si riferiscono a ponti ferroviari dell'inizio dello scorso secolo.

4. NORME DI COLLAUDO

Le norme sono quelle generali, con qualche precisazione per ogni Amministrazione. E' opportuno darne un estratto, in quanto alcuni aspetti sono essenziali per le considerazioni relative alle visite.

4.1 Norme generali

Dal **DECRETO MINISTERO LLPP 9 GENNAIO 1996**

Il collaudo di cui all'art. 7 della legge 5 novembre 1971. n. 1086, oltre al controllo del corretto adempimento delle prescrizioni formali di cui agli art. 4, 6 e 9 della legge medesima, nonché dell'art. 5 ove il collaudo sia stato affidato in corso d'opera, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:

- a) ispezione generale dell'opera nel suo complesso con particolare riguardo a quelle strutture o parti di strutture più significative da confrontare con i disegni esecutivi depositati in cantiere;
- b) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato:
 - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità al presente decreto a quanto fissato dagli allegati dello stesso;
 - nel controllo che i risultati elaborati delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nei sopraccitati allegati;
- e) esame dei certificati di cui ai punti 2.2.8.2. e 2.3.3.1. (*controlli in stabilimento*);
- d) controllo dei verbali delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal direttore dei lavori;
- e) esame dell'impostazione generale della progettazione strutturale, degli schemi di calcolo e delle azioni considerate.

Inoltre, nell'ambito della propria discrezionalità, il collaudatore potrà richiedere:

- A) di effettuare quegli accertamenti utili per formarsi il convincimento della sicurezza dell'opera quali:
 - prove di carico da eseguirsi secondo le modalità previste nel successivo punto 3.2.;
 - saggi diretti sui conglomerati con prelievi di campioni e controllo delle armature;
 - controlli non distruttivi sulle strutture;

B) documentazioni integrative di progetto.

....

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, rispetteranno le modalità sottoindicate, e non potranno avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista e, in mancanza di precisi accertamenti al riguardo, non prima di 28 giorni dalla ultimazione del getto.

.....

I carichi di prova devono essere, di regola, tali da indurre le sollecitazioni massima di esercizio per combinazioni rare, In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove devono essere convenientemente protratte nel tempo.

L'esito della prova potrà essere valutato sulla base dei seguenti elementi:

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi;
- nel corso della prova non si siano prodotte lesioni, deformazioni o dissesti che compromettano la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- la deformazione residua dopo la prima applicazione dei carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura tenda ad un comportamento elastico;
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata.

Nel calcolo si terrà conto di quanto indicato al punto 2.1.3. e della eventuale presenza di microfessurazioni del calcestruzzo.

Quando le opere siano ultimate prima della nomina del collaudatore, le prove di carico possono essere eseguite dal direttore dei lavori, che ne redige verbale sottoscrivendolo assieme al costruttore. E' facoltà del collaudatore controllare, far ripetere ed integrare le prove precedentemente eseguite.

4.2 Strade

Dal **DECRETO MINISTERO DEI LLPP 4 MAGGIO 1990**

Collaudo statico. I ponti non possono essere posti in esercizio prima dell'esecuzione del collaudo statico di cui all'art. 7 della legge n. 1086 del 5 novembre 1971. Le operazioni di collaudo dovranno svolgersi in conformità delle prescrizioni generali e, per quanto applicabili, di quelle relative alle prove di carico contenute nelle norme tecniche (vedi sopra) emanate ai sensi dell'art. 21 della legge sopra citata.

Solo per ponti di luce netta inferiore e eguale a metri 6 il collaudatore, a suo giudizio, potrà omettere le prove di carico, purché compia gli altri accertamenti e controlli di cui alle norme tecniche citate, comunque necessari per il collaudo statico delle opere d'arte.

Dalla **CIRCOLARE MINISTERO LLPP 25.2.91(ISTRUZIONI RELATIVE AL DECRETO 4.5.90)**

Collaudo Le norme tecniche oggetto delle presenti istruzioni vietano la messa in esercizio dei ponti prima dell'esecuzione dei collaudo statico. Ne consegue pertanto l'esigenza che le operazioni di collaudo vengano espletate con tempestività adeguate alle necessità di apertura al traffico. Anche a tal fine si ritiene che - salvo il caso di modesti manufatti - il collaudo statico venga affidato "in corso d'opera".

Per quanto concerne inoltre gli accertamenti di collaudo, le medesime norme tecniche rinviano alle corrispondenti norme emanate ai sensi dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 per le opere in c.a., in c.a.p. ed a struttura metallica. A tale proposito si ricorda che le prescrizioni di cui al decreto ministeriale [del 1996 sopra riportato] sono prescrizioni "di minima", inderogabili e che il Collaudatore, nell'ambito dei suoi poteri discrezionali, potrà estendere i propri accertamenti ove ne ravvisi la necessità.

Qualora in un lotto stradale, soggetto a collaudo unico, ricadano ponti che presentano caratteristiche ripetitive, è consentito al Collaudatore di sottoporre alle prove di carico solo alcune delle opere o degli elementi strutturali ripetuti fra loro uguali, purché ciò sia fatto almeno una volta per ogni tipo diverso e, nell'ambito di uno stesso tipo di opere o di elementi ripetuti, almeno una volta ogni cinque.

In ogni caso, tutte le opere devono essere assoggettate singolarmente al carico e per esse il Collaudatore accerterà che non si producano lesioni od altri segni esteriori di dissesto durante od a seguito dei carichi.

Quando per la realizzazione delle opere in questione si adottino tecniche esecutive di tipo non sufficientemente sperimentato, si raccomandano tempestive prove di carico, con rilevamento dello stato della tensione e di deformazione del primo complesso strutturale realizzato.

I carichi di prova dovranno essere, di regola, tali da indurre nelle strutture dei ponti le massime sollecitazioni di progetto sia globali che locali. Solo in caso di accertata difficoltà a disporre di tali carichi è consentita una riduzione, fino al 20%, delle sollecitazioni massime dovute al carico accidentale incrementato dal coefficiente dinamico.

Le deformazioni teoriche saranno calcolate tenendo conto delle prescrizioni fornite dalle norme vigenti per quanto concerne i valori delle sezioni reagenti da assumere per le strutture in c.a. e c.a.p.

Le deformazioni reali saranno misurate con i sistemi più opportuni atti a fornire al Collaudatore valori convenientemente approssimati delle deformazioni stesse.

Nel rilevamento delle deformazioni sarà necessario adottare metodologie ed accorgimenti atti ad individuare e separare l'influenza diretta e indiretta delle variazioni termiche che possono verificarsi durante la prova.

Il Collaudatore potrà anche procedere, in aggiunta alle prove di carico ed alle misure prima indicate, all'esecuzione di controlli a mezzo di prove dinamiche, prove fisiche, ecc.

Il Collaudatore dovrà comunque effettuare i riscontri geometrici essenziali dell'opera (ad esempio verticalità delle pile; posizione e corsa iniziale degli apparecchi di appoggio, ecc.), confrontandoli con i dati di progetto e riportandoli nella relazione di collaudo, anche al fine dei periodici successivi accertamenti.

4.3 Ferrovie

Per le FS le disposizioni sono analoghe; è da evidenziare la comparsa di prescrizioni relative alle prove dinamiche sotto riportate in estratto.

Dalla **ISTRUZIONE 2.6.95**

....

Il collaudatore potrà anche procedere....all'esecuzione di ulteriori controlli a mezzo di prove dinamiche.... Nell'ambito delle prove dinamiche potranno essere previsti indagini e controlli che...potranno fornire un quadro organico della struttura ed un conseguente controllo delle modellazioni a base dell'analisi strutturale. Tali indagini potranno costituire, inoltre, la base di raffronto per le successive indagini e controlli periodici in fase di esercizio....

Nel testo sono state sottolineate alcune parti per evidenziare punti e procedure delle quali si parlerà più avanti, e che vengono utilizzate nel caso si debbano "ri-collaudo" ponti esistenti a seguito di riclassificazioni delle opere o di lavori strutturali.

E' interessante notare, riguardo alle prove dinamiche, che nella istruzione FS si riporta una "valutazione" della compatibilità della frequenza misurata con dei valori teorici, come si può vedere:

In figura 1.4.2.3 il "fuso" è caratterizzato da:

un limite superiore pari a:

$$n_o = 94.76 \cdot L^{-0.748}$$

un limite inferiore pari a:

$$n_o = 80/L \quad \text{per } 4 \text{ m} \leq L \leq 20 \text{ m}$$

$$n_o = 23.58 \cdot L^{-0.592} \quad \text{per } 20 \text{ m} \leq L \leq 100 \text{ m}$$

Per travi continue, salvo più precise determinazioni, L è da assumersi pari alla $L\phi$ definita al punto 5.2 della tabella 1.4.2.3.

Per una trave semplicemente appoggiata, sottoposta a flessione, la prima frequenza flessionale può valutarsi con la formula:

$$n_o = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_o}} \quad [\text{Hz}]$$

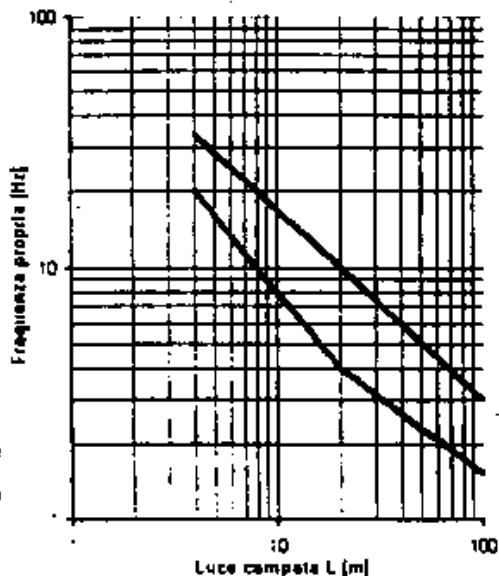


Fig.1.4.2.3 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

Oltre a ciò, compare nell'Istruzione FS un riferimento particolare relativo anche alla gestione:

Per le opere di maggior impegno statico, o nei casi si volesse tener sotto controllo l'evoluzione di particolari grandezze, sarà opportuno prevedere già in fase di progettazione un opportuno monitoraggio che individuando i parametri da monitorare, gli strumenti e le allocazioni nell'ambito dei vari elementi strutturali, possa costituire, sulla base di valori preindicati, base per una valutazione attendibile dello stato dell'opera nel tempo.

Infine è da ricordare che il collaudo è il punto di partenza per costruire la "storia" dell'opera mediante visite e controlli.

5. LE NORME DI CONTROLLO E MANUTENZIONE

Il tutto potremmo chiamarlo GESTIONE dei ponti ed essa si articola, e su questo strade e ferrovie concordano (Istr.del 1990 e 1995 rispettivamente), in:

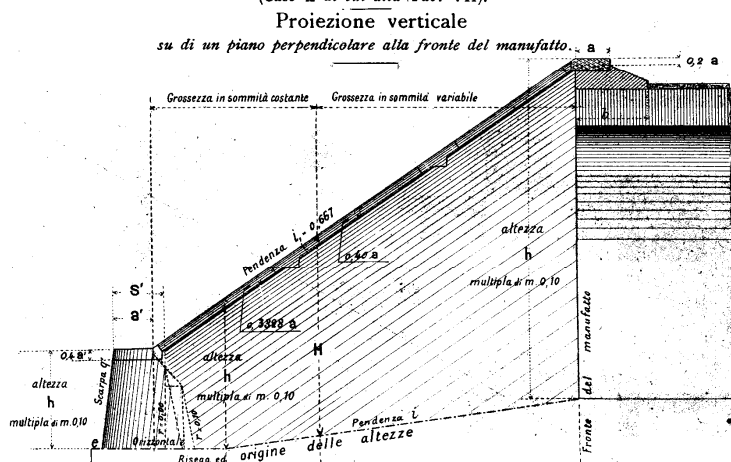
- vigilanza
- ispezione;
- manutenzione: ordinaria-straordinaria;
- interventi statici: restauro – adeguamento - ristrutturazione.

Come negli altri settori, ogni Amministrazione che gestisce opere d'arte, ed in particolare ponti, si è data una normativa per il controllo dello "stato di salute" delle opere stesse, fissando delle regole al rispetto delle quali sono tenuti gli operatori di quel settore dell'Amministrazione.

Più che analizzare le singole normative ed entrare nei dettagli dei vari capitoli della gestione (reperibili descrittivamente nelle Istruzioni citate), è opportuno ricercare qual è il motivo conduttore che anima queste normative e, di conseguenza, come è opportuno affrontare gli adempimenti che esse prevedono. Si può partire da una domanda ovvia: perché effettuare le visite? La risposte possono essere varie: "è il mio lavoro"; "è previsto dalle norme" ecc.. Le risposte sono tutte corrette, ma in realtà non rispondono completamente alla domanda, anche perché essa andrebbe così riformulata: "quali sono i motivi per i quali sono necessarie delle norme sulle visite ai ponti?" Seguendo le risposte a questa domanda, e alle conseguenti nuove domande che nascono, si possono trarre alcuni spunti di riflessione dai quali possono scaturire comportamenti da applicare nel corso delle visite; le parti in *corsivo* sono tratte dalle circolari stradali e ferroviarie nei paragrafi che interessano le ispezioni.

33
TAV. VIII.

Muro d'ala a valle con grossezza in sommità parte variabile e parte costante
su risega di fondazione inclinata fino a 0,10 e con muro di risvolto.
(Caso A di cui alla Tav. VII).



5.1. Le alterazioni delle prestazioni

Il punto di partenza è ovvio: se i ponti rimanessero sempre inalterati, non servirebbero visite; quindi queste servono essenzialmente per notare le alterazioni intervenute nel tempo.

Le alterazioni influiscono sul ponte in varia misura a secondo delle loro caratteristiche; cura delle Amministrazioni è che le alterazioni non modifichino le "prestazioni" del ponte.

I livelli di prestazione possono essere diversi; proviamo ad elencare i più comuni:

- la sicurezza – è evidente che è il parametro più importante che il ponte deve garantire; essa va comunque distinta, ai fini dell'esame della struttura, in sicurezza di chi viaggia sopra il ponte e di chi è o può essere sotto il ponte.
- la regolarità del traffico – anche in questo caso sopra o sottostante il ponte; il ponte deve infatti garantire le sue prestazioni in termini di velocità e carico dei mezzi transitanti, e di quelli eventualmente scavalcati.
- la prevenzione – si traduce in una manutenzione mirata ad evitare il degrado ed il conseguente abbassamento delle prestazioni.

Sapere a quale livello di garanzia delle prestazioni del ponte si deve porre attenzione nel corso della visita, è già un valido aiuto per capire come affrontare la visita.

Quali infrastrutture osservare:

- *portanti e pertinenze*
- *in elevazione;*
- *zona di posa delle fondazioni;*
- *letto ed alveo dei corsi d'acqua;*
- *scarpate e terreno latitante.*

E quali possono essere le cause del degrado:

- *la vetustà di alcune opere;*
- *l'effetto di riparazioni successive;*
- *l'influenza della crescente intensità della circolazione;*
- *l'aumento dei carichi trasferiti alle strutture da questa circolazione;*
- *lo «stress» provocato dall'intensificarsi delle azioni dinamiche (velocità, vibrazioni, ecc.).*

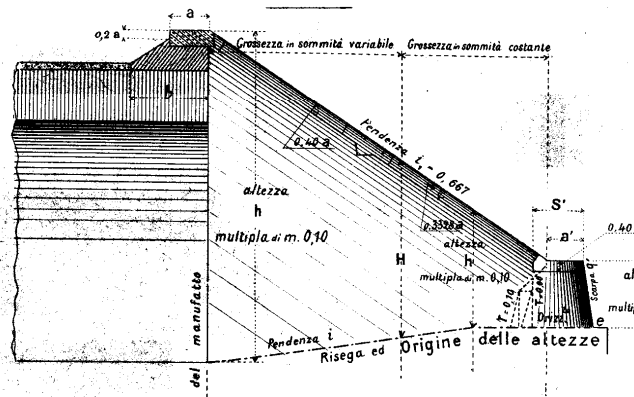
Muro d'ala a monte

con grossezza in sommità parte variabile e parte costante
su risega di fondazione inclinata fino a 0,10 e con muro di risvolto.

(Caso A di cui alla Tav. VII).

Proiezione verticale

su di un piano perpendicolare alla fronte del manufatto.



5.2. La frequenza di visita

Stabiliti i livelli di prestazione, si pone ora il problema: con che frequenza effettuare le visite, essendo normalmente impossibile o altamente costoso ed inutile, effettuare visite frequentissime su ogni ponte senza discriminazione. Parliamo quindi della frequenza di visita; le possibilità sono:

- visita a cadenza costante su tutti i ponti;
- visita in tempi personalizzati per ogni ponte.

Più semplice la prima, più logica la seconda; normalmente si opta per una forma cadenzata per tutti i ponti, tranne quelli che meritano visite più frequenti. E quali sono quelli che meritano visite più frequenti? La risposta comune è: quelli più importanti o quelli danneggiati. Risposta corretta, ma come sempre accompagnata da altre domande: più importanti a quale fine? e danneggiati quanto?

I più importanti perché:

- hanno maggior traffico;
- collegano centri importanti;
- il loro traffico non può essere deviato se non mediante collegamenti difficoltosi;
- hanno una struttura la cui riparazione è lunga e difficile ecc.

Quelli danneggiati che possono:

- dare problemi di sicurezza;
- dare problemi di regolarità del traffico;
- provocare danni a terzi ecc.

Come si vede i motivi possono essere molti; sapere qual è il motivo della ravvicinata frequenza delle visite è utile al buon svolgimento della visita; come lo è avere chiara la priorità dei motivi sopraindicati, per disporre l'aumento della frequenza di visita con cognizione e senza spreco di risorse.

5.3. L'incarico, le modalita' di visita e il livello di approfondimento

Stabilita la frequenza ora occorre individuare chi effettua le visite, con la solita ovvia risposta: il personale dell'Amministrazione. Sorgono altre domande:

- con che competenze?
- quanti ponti possono essere assegnati ad ogni operatore?
- a che livello di approfondimento devono essere effettuate le visite?
- con che mezzi devono essere effettuate le verifiche?

Sono evidentemente questioni legate tra di loro e che devono tener conto delle risorse disponibili.

Normalmente le Amministrazioni, soprattutto quelle con vasto territorio, scelgono di far effettuare controlli al personale sul territorio (la vigilanza), normalmente con bassa competenza e di conseguenza a basso livello di approfondimento, riservando le visite normali (ispezioni) a personale, sempre sul territorio (almeno come giurisdizione), competente e con buon approfondimento e lasciando casi particolari, a personale specializzato della sede centrale dell'Amministrazione.

Considerando le normali ispezioni occorre comunque ritornare alle domande poste, partendo dalla terza. Infatti l'approfondimento, quasi sempre legato al "livello" di prestazione del ponte che si vuol controllare, influisce sulle competenze necessarie e sul numero di ponti visitabili (a visite più superficiali corrispondono più ponti visitati, a parità di risorse).

E' opportuno comunque venga fissato a priori quale scopo deve avere la visita su quel ponte; di conseguenza potranno individuarsi le competenze e il livello di approfondimento con determinazione dei tempi necessari e dei mezzi occorrenti.

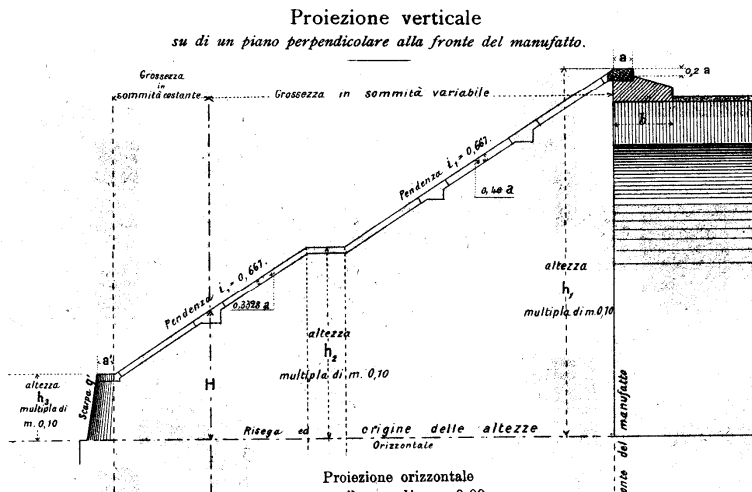
Se vi sono possibili problemi per la sicurezza e la regolarità, ci troviamo di fronte a problemi strutturali, normalmente su un numero esiguo di ponti, e pertanto riveste massima importanza la competenza tecnica del personale in tale campo; se invece si tratta di prevenzione, è sì importante la competenza, ma trovandoci di fronte ad un numero notevole di ponti, e di conseguenza di operatori, riveste primaria importanza l'omogeneità di giudizio degli stessi e lo stabilire le procedure di visita.

Pertanto, fissato lo scopo delle visite (che potrà anche comprendere tutti i livelli indicati), si potrà individuare:

- il numero dei ponti da visitare per ogni operatore;
- il livello di competenza del personale;
- cosa controllare e quanto approfonditamente;
- se occorrono strumenti particolari di ausilio.

Come detto il numero dei ponti assegnati è funzione delle altre grandezze individuate, della disponibilità di personale e mezzi ecc.

Muro d'ala con banchina,
su risega di fondazione orizzontale.



5.4. L'omogeneità del giudizio e i mezzi di ausilio

Il terzo punto (cosa controllare e quanto approfonditamente) permette anche ulteriori osservazioni. Infatti è il nocciolo della questione quando si tratta di programmare e/o prevenire e pertanto cerchiamo di schematizzarlo.

- La visita è per motivi di sicurezza o regolarità; di conseguenza dovrà essere approfondita ed affidata ad un conoscitore dei meccanismi strutturali. Occorre però una specie di "guida" alla visita costituita dai disegni del ponte, dai precedenti storici (visite periodiche o altre segnalazioni) con la descrizione dei difetti e possibilmente delle foto, per permettere un confronto con la situazione attuale. Tutti questi elaborati non devono essere necessariamente in possesso dell'operatore (in quanto esso può cambiare di volta in volta), ma consegnati per l'effettuazione della visita dall'ufficio incaricato dell'archiviazione dei dati, che sarà incaricato anche della valutazione degli stessi dopo ogni visita; di questo aspetto si parlerà più avanti.
- La visita è per motivi di manutenzione (ad esempio stabilire dove utilizzare i fondi esistenti o fissare una priorità di interventi su finanziamenti annuali). Come detto è probabile ci si trovi di fronte ad una pluralità di operatori con minor specializzazione; è quindi essenziale stabilire una omogeneità di comportamenti e valutazioni in modo da avere una effettiva graduatoria di priorità.

L'omogeneità del giudizio è un problema comune a tutte le Amministrazioni che gestiscono opere d'arte e che può essere affrontato fissando alcuni punti:

- il personale deve essere formato a formulare un giudizio il più possibile uniforme;
- deve essere proposto un metodo di osservazione dei danni o difetti;
- occorre individuare un algoritmo che, individuati i difetti e la loro entità, fornisca un numero per poter stabilire una "graduazione di danno";

Per il primo punto si può osservare soltanto l'opportunità della formazione sul campo e la necessità di una organizzazione di formazione che deve essere anch'essa omogenea.

Il metodo: molte nazioni (Francia, Giappone, USA, Germania, Austria ed ora Italia) adottano metodi diversi tra loro, ma con in comune l'obiettivo di stabilire la "graduazione di danno". Normalmente le linee

generali dei metodi utilizzabili sono simili e comprendono l'esame del danno in: tipo, estensione, intensità, elemento strutturale interessato, individuando:

Numero di base per il danno	G
Fattore di estensione	k1
Fattore di intensità	k2
Fattore di elemento strutturale	k3

Da questi si passa alla

Valutazione o numero base per l'intera struttura $S = \text{Sommatoria } (G \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3)$

Di qui si può passare alla classificazione del danno e ai conseguenti interventi e/o limitazioni del traffico

Come si vede, tutto il metodo è improntato alla ricerca della limitazione della soggettività del giudizio, affidandosi ad una valutazione numerica, prefissata per il danno (G), da calcolare per l'estensione e l'intensità (k1 e k2), valutabile per l'elemento strutturale (k3). Oltre tutto ha il pregio di abbinare a ogni ponte un numero dal quale far discendere priorità di intervento e sua complessità, con correlato onere economico.

Cosa esaminare nel corso della visita:

- *pile e pilastri;*
- *colonne;*
- *archi e volte;*
- *solette e travature;*
- *nervature;*
- *muri.*

Osservando:

- *lesioni;*
- *crepe;*
- *fessurazioni;*
- *rigonfiamenti dei paramenti esterni;*
- *distacchi e cedimenti;*
- *movimenti, nonché scoscendimenti o franamenti del terreno.*

Per ciò che riguarda i mezzi di ausilio alle valutazioni, occorre distinguere:

- mezzi per la determinazione di grandezze "locali";
- mezzi di valutazione globali della struttura (prove statiche o dinamiche).

I primi servono soprattutto per la corretta compilazione del rapporto di visita; i secondi per la valutazione globale della struttura nel suo livello di mantenimento delle prestazioni di sicurezza e regolarità.

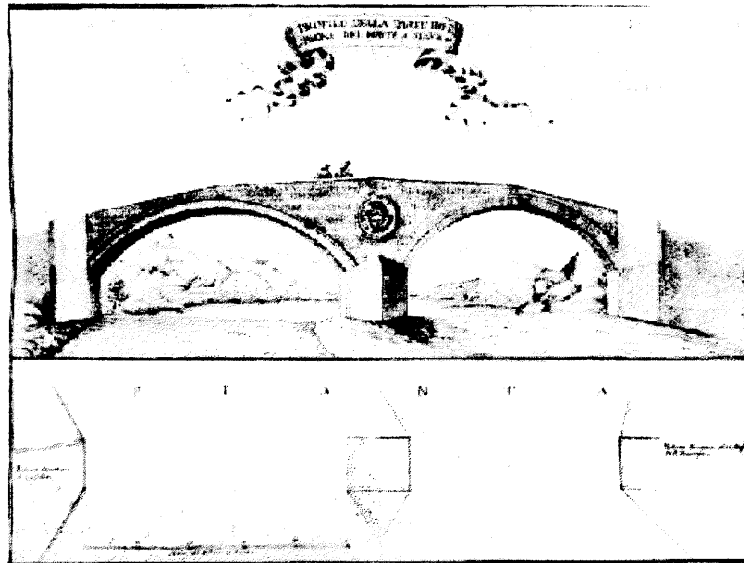
Possiamo elencare le prove più comuni da comprendere tra i mezzi "locali":

- sondaggi delle fondazioni ed endoscopie;
- prove soniche ed ultrasoniche;
- prove con martinetto piatto semplice o doppio;
- carotaggi e prelievi e relative prove di laboratorio;

- pull-out e prove sclerometriche;
- rilievi delle armature e prove di carbonatazione;

Tra le prove globali si può inserire la modellazione numerica della struttura, da effettuarsi sulla base delle prove locali, della prova di carico e della caratterizzazione dinamica della struttura.

Come si ricorderà parte di questi mezzi era citata nelle norme progettuali o di collaudo; molte di esse sono essenziali per gli approfondimenti necessari al "ri-collaudo", ove vi fosse necessità.



5.5. I risultati della visita

Come si vede la problematica che ruota attorno alle visite ai ponti è molto complessa e non è recente. In un documento dell'epoca medicea (1700 circa) è riportato quanto segue:

I ministri delle magistrature granducali dovevano ispezionare una o due volte l'anno (generalmente all'inizio dell'autunno) tutto il territorio dello Stato, per controllare se i confini fossero alterati o deteriorati, se i letti dei fiumi, le loro sponde e argini fossero in buono stato di manutenzione e di funzionalità, se le strade e i ponti avessero bisogno di qualche riparazione. Queste ispezioni si chiamavano visite e l'atto dell'ispezionare i vari luoghi, poiché il ministro vi si recava a cavallo, si diceva cavalcare. Un apposito perito, che secondo i tempi o i casi poteva essere un capomastro, un architetto, un ingegnere o un aiuto, rilasciava un rapporto scritto di natura tecnica, che prendeva il nome di referto e che doveva essere accompagnato da un disegno o schizzo del luogo ispezionato. Quando occorreva procedere a qualche opera di riparazione si attivava il meccanismo della comandata, che era un'imitazione della pubblica autorità con cui era fatto obbligo ai contadini dei terreni attraversati dal fiume o dalla strada da riparare, di prestare il proprio lavoro per l'esecuzione delle opere necessarie. I contadini si

PRESENTAVANO SUL LUOGO INDICATO, ALLA DATA E ALL'ORA STABILITA, PORTANDO CON SÉ GLI ARNESI DA LAVORO E GLI ANIMALI DA TIRO RICHIESTI, ALL'OCCORRENZA ANCHE CON TERRA O PIETRE, ED ERANO OBBLIGATI A LAVORARE TUTTA LA GIORNATA PER TUTTO IL TEMPO CHE RISULTASSE NECESSARIO. IL NON PRESENTARSI SUL POSTO INDICATO DALLA PUBBLICA AUTORITÀ ASSUNSEVA IL NOME TECNICO DI DISOBBEDITA E LA PENA PREVISTA ERA QUELLA DEL CARCERE, ANCHE SE LA PRASSI MITIGAVA IL PIÙ DELLE VOLTE IL RIGORE LEGISLATIVO, LIMITANDOSI LA PUBBLICA AUTORITÀ AD APPLICARE QUALCHE MULTA.

Tranne l'ultima parte, riguardante il modo del ripristino, la cosa non differisce di molto dall'attualità: ispezioni almeno annuali, rapporto scritto, disegno del luogo ispezionato.

E' interessante osservare che anche allora veniva redatto un "referto" della visita. Vediamo quindi in cosa consiste, al giorno d'oggi, stilare un "referto".

Molte sono le caratteristiche che la documentazione risultante dalle visite deve avere; in particolare si possono evidenziare:

- richiamo alla situazione storica;
- descrizione esauriente, ma sintetica di quanto riscontrato;
- data della visita, nome dell'operatore ecc.;
- a chi deve essere inoltrata la documentazione per l'approvazione;
- dove deve essere archiviata la documentazione.

A cosa può servire e cosa contiene il referto:

Futura redazione di computi e progetti manutentori, di riparazione o di consolidamento:

- alle strutture verticali (pilastri, pile, colonne, spalle, muri andatori, ecc.);
- agli appoggi delle strutture orizzontali;
- alle travature;
- agli archi.

Scheda relativa alla vita del manufatto:

- epoca della costruzione;
- impresa;
- caratteristiche principali;
- date delle riparazioni e delle eventuali ricostruzioni;
- funzionari incaricati;
- collaudi effettuati;
- date delle ispezioni di controllo alle condizioni statiche;
- i funzionari accertanti;
- l'esito dell'accertamento.

Da chi è firmato il referto (nel caso di visite periodiche e straordinarie):

a) dal Capo Reparto preposto all'esercizio, che esprime il giudizio globale sullo stato dell'opera e propone gli eventuali provvedimenti da adottare con le modalità di esecuzione;

b) dal Dirigente dell'Ufficio Produzione che firmerà la documentazione stessa, sia in segno dell'azione di vigilanza che gli compete..

c) dal Dirigente dell'Ufficio Manutenimento, che vista la documentazione di cui ai punti precedenti e assegna il grado di priorità ai provvedimenti da adottare ...

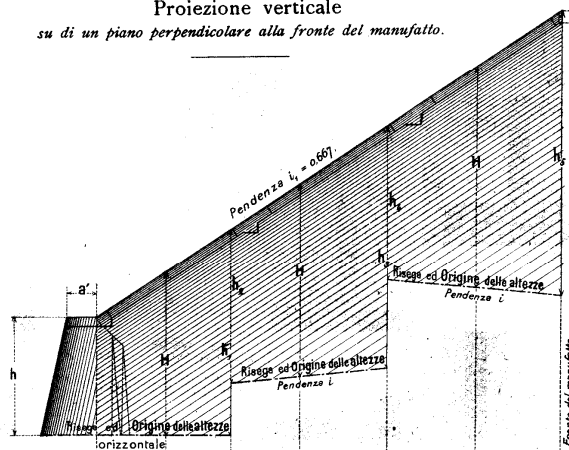
Muro d'ala

su risega di fondazione a gradoni e con riseghe verticali nella parete interna.

(Caso B della Tav. VII).

Proiezione verticale

su di un piano perpendicolare alla fronte del manufatto.



5.5 L'archiviazione

Ogni Amministrazione archivia secondo le proprie norme, tradizioni e strutture, ma comunque importanti sono i motivi per i quali si effettua l'archiviazione; eccone alcuni:

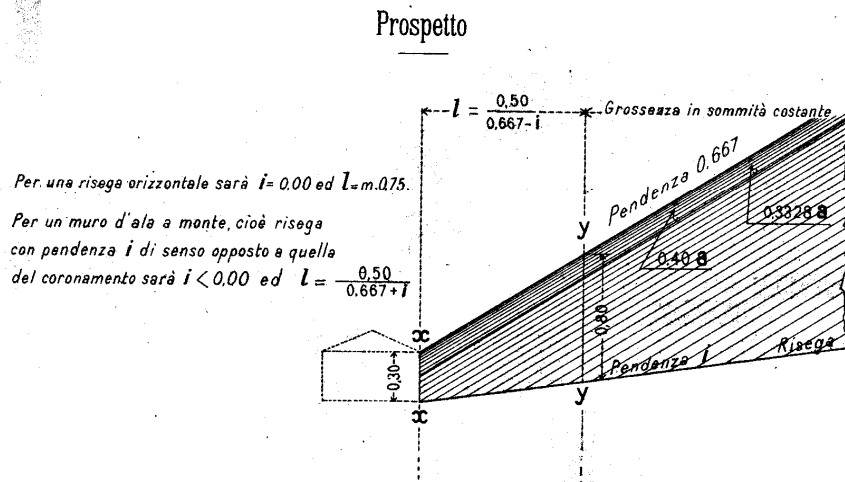
- verificare che le visite siano state fatte;
- tener nota dei risultati delle visite;
- verificare che le notizie siano state portate a conoscenza di chi deve decidere;
- mantenere un percorso "storico" della vita del ponte;
- poter decidere le priorità degli investimenti;
- riportare gli interventi effettuati ecc.

Essa può adeguare alle proprie esigenze la documentazione; è da ricordare che nel caso si voglia avere una esauriente documentazione (comprensiva magari di foto e schizzi), si ottiene una mole cartacea di non poco conto, se moltiplicata per tutti i ponti interessati. Se poi consideriamo l'archiviazione, che deve interessare tutti gli anni di vita del ponte, si arriva ad una quantità ingestibile di documenti.

E' ovvio che occorre ricorrere all'ausilio dell'informatica per disporre, non tanto di una buona archiviazione (ottenibile anche su supporto cartaceo), quanto di un efficace strumento di ricerca, analisi e di supporto decisionale. L'archiviazione informatica dovrà essere il più semplice possibile, con una gestione decentrata, in modo che gli operatori possano effettivamente godere dei benefici del supporto, pur mantenendo tutte le garanzie di sicurezza nel trattamento dei dati per evitare incolpevoli o volontarie modifiche errate dei documenti.

Una archiviazione corretta permetterà di programmare con efficacia le visite e le relative frequenze, oltre a poter fornire il corretto ausilio cartaceo al personale che effettua la visita.

Muro d'ala senza muro di risvolto.



6. CONCLUSIONI

Per chiudere due brevi riflessioni su:

- quanto è importante la conoscenza della normativa ai fini delle visite;
- quanto viene influenzato il giudizio di visita dalla normativa.

E' ovvio che dipende dal livello di approfondimento: se si vuole decidere delle priorità di manutenzione, l'importanza è relativa, mentre è essenziale nel caso di problemi strutturali; è comunque consigliabile sia a conoscenza anche dell'operatore che effettua le visite, se non nella totalità, almeno per aver la possibilità di collegare i difetti alle cause.

Come visto nei punti precedenti è evidente ad esempio, che ogni ponte è stato costruito secondo i dettami dell'epoca e pertanto ogni giudizio sulla sua possibilità di resistenza è influenzato da quanto "margine" dispone tra i carichi di progettazione e quelli attuali o futuri e questo può essere desunto, visto che quasi sempre sono introvabili i calcoli originari, soltanto dalle norme del momento della costruzione.

Le visite devono quindi essere un impegno che si sviluppa lungo tutto l'arco di vita del ponte e vanno svolte nel rispetto di ciò che è compreso nelle normative e di quello che nelle normative non è riportato, ma che una normale riflessione sull'argomento fa emergere come opportuno, ricordando che la visita sviluppa la sua potenzialità soprattutto nel futuro e dev'essere comprensibile ad altri; di qui la necessità di curare le metodiche di visita e di relazione e la relativa archiviazione.