



Pescia, li 18 febbraio 2013

**OGGETTO:** Decreto Dirigenziale 2629/2011 impegno e liquidazione a favore del comune di Pescia quota fissa contributo LR 57/2009 per 500.000,00 euro – Rendicontazione - Relazione tecnico illustrativa interventi svolti.

La struttura che ospita il servizio pubblico di Mercato all'ingrosso dei Fiori di Pescia, opera dell'architetto *Leonardo Savioli*, costituisce una delle prime costruzioni *high-tech* realizzate nel nostro paese.

Si tratta di un edificio che si basa su di una platea in cemento armato di oltre 11.000 mq liberi da qualsiasi sostegno verticale, coperta con un tetto sospeso e sorretto da cavi di acciaio ancorati a piloni esterni anch'essi in acciaio.

L'immobile *realizzato oltre 30 anni fa*, proprio per le sue caratteristiche costruttive, necessita di urgenti interventi di manutenzione straordinaria per l'adeguamento al mutato quadro normativo di impianti e strutture nonché d'indagini per verificare le attuali condizioni strutturali soprattutto delle strutture principali in acciaio.

Il progetto, sulla base del contributo concesso dalla Regione Toscana, ha teso a risolvere alcuni problemi d'adeguamento e miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'edificio principale ed in particolare per quanto attiene gli ascensori (dei quali uno da alcuni anni è stato posto fuori servizio dall'Organo di controllo e gli tre altri hanno sempre più spesso guasti e fermate) ed i pluviali interni alla sala contrattazioni deteriorati, che lasciano cadere all'interno l'acqua di pioggia raccolta dalla copertura. E' stato realizzato anche un primo intervento di ripristino sulle parti in acciaio poste all'esterno esposte a ponente e più diffusamente ossidate.

Proprio per il tipo di struttura è stato ritenuto altresì necessario eseguire prove sulla struttura metallica, sulle funi e sulle strutture in c.a., effettuare il rilievo geometrico e svolgere valutazioni tecniche, ispezioni e controlli, così da poter avere una prima risposta sufficientemente completa sullo stato di conservazione della struttura e sulle necessità d'interventi di adeguamento e/o miglioramento, per il rilascio di un *certificato di collaudo statico sismico della medesima (tenuto conto anche di quanto previsto dall'ordinanza PCM n.3274/03).*

Il progetto definitivo redatto da tecnici del Comune di Pescia (**CUP B38J12000010002**), ha suddiviso le opere in tre lotti, per l'importo complessivo risultante dal quadro economico di € 500.000,00, come seguito riepilogati:

**Lotto 1:** *sostituzione quadro manovra dei 4 ascensori esistenti, con altro corrispondente alla normativa vigente;*

**Lotto 2:** *opere di manutenzione straordinaria consistenti in*

- completa sostituzione pluviali in ferro posizionati al soffitto della sala contrattazioni con altri d'acciaio inox;
- verniciatura strutture in acciaio dei sistemi reticolari di copertura moli lato ovest e parte esterna travi copertura sempre lato ovest;
- sostituzione lastre in gomma sulle aperture laterali est ed ovest;
- ripristino parziale pavimentazione bituminosa piazzale esterno.

**Lotto 3:** *indagini*

- a) analisi strutturale e monitoraggio della corrosione su strutture in acciaio e controllo blocchi cemento armato degli amari funi metalliche;
- b) rilievi, ispezioni, controlli su stralli in fune e capocorda; sostituzione di due stralli di sospensione mediante fornitura di stralli provvisori e nuove funi, successiva ispezione approfondita degli stralli sostituiti per verificare condizioni strati interni e relativi carichi rottura;

- c) messa in opera carpenteria metallica necessaria provvisoriamente al sostegno funi di servizio, di cui al punto b);
- d) rilievo geometrico strumentale per i capicorda delle funi e monitoraggio piloni durante le fasi di sostituzione delle funi, di cui punto b);
- e) assistenza, consulenza e valutazione risultati nei confronti delle ditte incaricate di eseguire prove, ispezioni, rilievi e sostituzioni; progettazione della carpenteria necessaria per ancoraggio funi di servizio; attestazione che l'impiego delle funi di servizio e le prove eseguite non hanno alterato le caratteristiche attuali della struttura; redazione stima sommaria dei costi necessari per gli eventuali interventi di adeguamento e/o miglioramento, ai fini del rilascio del certificato di collaudo statico-sismico della struttura.

**Costi della sicurezza** per allestimento cantiere, noleggio mezzi d'opera per verniciatura travi e sostituzione pluviali, ispezioni e sostituzione funi, formazione personale, calcolati nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (non soggetti a ribasso), compresi nel lotto 2.

**Per quanto riguarda il lotto I sono stati eseguiti e verificati -mediante emissione di certificato regolare esecuzione- i seguenti interventi:**

- Sostituzione del quadro di manovra a microprocessore tipo SIMPLEX FULL, completo di tutte le apparecchiature per il comando e controllo di ogni operazione prevista nelle caratteristiche specifiche dell'impianto, rispondente alle Normative EN 81/01, EN 81/28, EN 95/16, UNI 10411. Il quadro è costruito con i componenti più aggiornati e funzionali che la attuale tecnologia offre, con protezioni su ogni circuito (forza motrice, manovra, luce, segnalazioni) e su tutte le apparecchiature alimentate (motori, elettromagneti, solenoidi, ecc). Rispondente alle norme di legge vigenti e provvisto di circuito di autodiagnostica per l'indicazione immediata di eventuali anomalie del funzionamento e dotato di interfaccia per il collegamento telefonico e comunicazione in caso di blocco dalla cabina ascensore. Il quadro è inoltre predisposto per futuri sviluppi nella logica della attuale manovra dell'impianto con altra più sofisticata.
- Fornitura e posa in opera di cavi flessibili per il collegamento quadro manovra - apparecchiature cabina e porte piano con sezione e grado di isolamento adeguato, marchio di qualità corrispondenti alle norme di legge vigenti, il tutto completo di staffe di fissaggio e nuovi cablaggi;
- Fornitura e messa in opera di nuove linee e cavi elettrici, nel vano corsa, con caratteristiche regolamentari, per il collegamento delle nuove apparecchiature messe in opera, contenute in canalizzazioni di materiale PVC.
- Sostituzione delle apparecchiature elettriche per il rilevamento e controllo di posizione nelle fasi del movimento. Le nuove apparecchiature sono di tipo ad induzione magnetica, complete di ogni accessorio per la messa in opera e il comando: staffe, piastre, ecc.
- Fornitura e posa in opera di nuovi dispositivi di extracorsa completi di staffe e lame per il suo azionamento, che deve essere indipendente dall'azionamento dei dispositivi di controllo movimento cabina.
- Sostituzione delle pulsantiere di piano, con nuove in acciaio inox del tipo antivandalo e dotate di display a tutti i piani per la segnalazione della posizione della cabina che assicurano maggiore efficienza e consistenza, complete di segnalazioni regolamentari tipo LED. Le nuove pulsantiere di piano soddisfaranno il tipo di manovra presente sull'impianto.
- Fornitura e posa in opera, sulla pulsantiera di cabina in acciaio inox e componenti antivandalo, completa di pulsante apri porte, pulsante di allarme, pulsanti di chiamata ai piani, dispositivo di collegamento citofonico tra locale macchine e cabina e tra cabina e centro di soccorso, lampada per illuminazione di emergenza, display per segnalazione del piano, frecce per indicazione prossima direzione, predisposizione per indicazione del sovraccarico della cabina.
- Per l'impianto matricola 57/87 lato Ovest Sinistro, viene previsto lo smontaggio del motore elettrico di sollevamento a due velocità con trasporto presso officina per il rifacimento dell'avvolgimento. Trasporto a piè d'opera, rimontaggio prove e registrazioni.
- Al termine dei lavori è stata rilasciata dichiarazione di conformità dei singoli impianti ai sensi del DM 22 gennaio 2008 n. 32 ed effettuata con esito positivo la verifica straordinaria dei 4 impianti da parte del competente Servizio della ASL3 Pistoia.

**Per quanto riguarda il lotto II sono stati eseguiti e verificati -mediante emissione di certificato regolare esecuzione- i seguenti interventi:**

- a) completa sostituzione dei pluviali in ferro posizionati al soffitto della sala contrattazioni dall'innesto sulla copertura, bracci compresi, fino alla flangia più esterna, sempre all'interno della sala contrattazioni, con tubazioni in acciaio inox, così come già in minima parte realizzato negli anni passati ed altre opere complementari; mediante la rimozione dei collettori in ferro, in pessimo stato di ossidazione e la sostituzione con tubazione in acciaio inossidabile. I raccordi sono stati eseguiti con flange in acciaio. Gli ancoraggi dei pluviali sono stati eseguiti alla carpenteria metallica di copertura mediante staffe in alluminio e collari di aggancio, aumentando gli esistenti per rinforzo.
- b) verniciatura delle strutture in acciaio dei sistemi reticolari di copertura dei moli e del tratto esterno della copertura della sala contrattazioni, sul fronte ovest, manifestamente ossidati, verificandone l'integrità e sostituendo gli elementi danneggiati. L'operazione ai moli è stata effettuata mediante raschiatura di vernici preesistenti in fase di stacco propedeutiche al trattamento con smalto antiruggine a spessore monocomponente applicato con pennello in quattro strati, sulla superficie precedentemente preparata della carpenteria metallica.
- c) sostituzione delle lastre di gomma sulle aperture laterali est e ovest, mediante fornitura e posa in opera di lastre di gomma nera in neoprene autoestinguente con classe di reazione al fuoco 1, certificata, della larghezza di ml. 110/120, fissata sul bordo superiore delle aperture mediante inserimento a battente della lastra di gomma tra il profilato metallico dell'apertura e regolo metallico, fissato alla struttura mediante viti in acciaio.
- d) Ripresa con conglomerato bituminoso nel piazzale ad ovest della struttura di una superficie particolarmente avvallata, per una superficie complessiva di circa 500 mq, realizzazione di dosso rallentatore in conglomerato bituminoso
- e) Costi della sicurezza per allestimento cantiere, noleggio mezzi d'opera per verniciatura travi e sostituzione pluviali, ispezioni e sostituzione funi, formazione personale, calcolati nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, che hanno subito un incremento in corso d'opera a causa dell'utilizzo di mezzi di sollevamento di portata superiore rispetto a quanto previsto nel PSC e per il protrarsi delle indagini sugli elementi strutturali e la realizzazione di ponteggio metallico per la sostituzione di uno dei pluviali esterni molto deteriorato.

Al termine è stato redatto Certificato Esecuzione Lavori ai sensi del codice degli appalti.

**Per quanto riguarda il lotto III sono stati eseguiti e verificati -mediante emissione di certificato regolare esecuzione laddove necessario - i seguenti interventi:**

- I. analisi strutturale e monitoraggio delle funi di acciaio. Ispezione visiva completa delle 48 colonne portanti le funi metalliche di sospensione e di ancoraggio della copertura metallica, comprensiva di rilievi spessimetrici ad ultrasuoni nella parte bassa. Controllo con difettoscopico ad ultrasuoni della testa dei tirafondi di ancoraggio delle colonne. Controllo magnetoscopico delle saldature dei golfari di ancoraggio delle funi metalliche in testa alla struttura. Ispezione visiva e controllo spessimetrico con U.S: delle parti basse per verifica infiltrazioni acque piovane dei tralicci orizzontali sulle coperture laterali sospese dei moli. Ispezione visiva a spot (concordata con il tecnico incaricato dal Comune di cui al sub. 5) e verifica spessimetrica nei punti significativi dei tralicci della copertura centrale da parte di ditta specializzata. Controllo su tutti i blocchi cemento armato degli amari delle funi metalliche consistente nell'ispezione visiva, carotature per valutare lo stato di carbonatazione e di eventuale contaminazione da cloruri. Effettuazione misure di tipo galvano statico per valutare la velocità di corrosione dell'armatura. Su di un blocco a campione si è proceduto alla rimozione della terra circostante ed effettuate le verifiche sulle superfici laterali. Al termine è stata consegnato il rapporto delle indagini ispettive e controlli non distruttivi effettuati, con i risultati ottenuti.
- I. rilievi tensionali, controlli e sostituzione di due stralli. Rilievo tensionale degli stralli in fune mediante prove dinamiche e registrazioni delle accelerazioni, prove oleodinamiche per almeno due ancoraggi degli stralli di sospensione, almeno due degli stralli di ormeggio a terra ed almeno due ancoraggi per gli irrigidimenti dei piloni. Fornitura, trasporto e sostituzione di due stralli di sospensione e delle relative funi provvisorie per le operazioni di smontaggio vecchio strallo e montaggio del nuovo; ispezione

approfondita degli stessi per valutarne le condizioni degli strati interni, i carichi di rottura; ispezione e controllo visivo di tutti i capocorda e di un campione di stralli concordato con il tecnico incaricato dal Comune. Al termine è stato fornito rapporto di manutenzione sugli stralli, con le prove ed i risultati ottenuti.

- II. messa in opera di carpenteria metallica per sostituzione stralli. Piastrame in carpenteria metallica costruito a progetto, realizzato in acciaio qualità S235, montato sui piloni, e sulla struttura di copertura della sala, al fine di ancorarvi le funi che provvisoriamente hanno sostituito quella preesistente, che è stata smontare e sottoposta a prove di laboratorio. La carpenteria è stata trattata con primer, ed una mano di vernice poliuretanic di colore uguale alle strutture d'acciaio verniciate con i lavori del lotto II.
- III. rilievo geometrico. Rilievo geometrico strumentale a completamento di quanto esistente, per i capocorda delle funi, monitoraggio dei piloni durante le fasi di sostituzione di due stralli di copertura di cui al punto II precedente.
- IV. progetto e assistenza della carpenteria metallica provvisoria. Assistenza, consulenza e valutazione risultati, per conto del Comune nei confronti delle ditte incaricate delle prove, ispezioni, rilievi e sostituzioni; progettazione della carpenteria necessaria per ancoraggio funi di servizio, attestazione che l'impiego delle funi di servizio e le prove eseguite non hanno alterato le caratteristiche attuali della struttura; redazione stima sommaria dei costi necessari per gli eventuali interventi di adeguamento e/o miglioramento, ai fini del rilascio del certificato di collaudo statico sismico della struttura. Il tecnico strutturista, incaricato dal comune, Prof. Ing. E. Mangoni, ha prodotto gli elaborati conclusivi secondo l'incarico avuto. Di seguito si riportano le conclusioni del Professore, integralmente.

#### Conclusioni

Alla luce degli studi fatti, nonché delle indagini eseguite, possono trarsi le seguenti conclusioni in merito alle caratteristiche di resistenza delle strutture portanti del Nuovo Mercato dei Fiori di Pescia.

1) Deve essere premesso, che le considerazioni che verranno esposte nel seguito, si riferiscono alla struttura metallica nel suo complesso, ma non alle strutture in c.a., considerando per queste ultime, sia quelle di interrato, che quelle di accesso alla struttura principale del Mercato stesso (scale di accesso, pensiline etc.).

2) Deve notarsi che alcune considerazioni riportate all'interno del presente studio, non possono essere quantificate numericamente, se non attraverso lo svolgimento di prove ed indagini ulteriori, rispetto a quelle ad oggi già eseguite. (si vedano per esempio le indagini sul terreno, sulla base dei nuovi riferimenti normativi, etc.). Tali considerazioni, rimangono quindi valide, a livello concettuale, senza che si alteri la natura dei problemi, ma la loro quantificazione, deve essere rimandata a lavori successivi.

3) Le strutture portanti di cui trattasi, sono state realizzate circa trentacinque anni fa, e sono state oggetto di collaudo con esito positivo da parte del Prof.Ing. Raffaello Bartelletti di Pisa, nell'anno 1982.

4) Le indagini eseguite, e gli studi condotti a seguito di queste, possono suddividersi in due grosse categorie, riguardanti rispettivamente le strutture di carpenteria metallica in senso lato, e le funi di sospensione.

Per le prime, i risultati di indagini e studi, confermano che nel suo complesso le strutture si sono ben mantenute, sia per quanto riguarda le strutture interne, sia per quanto attiene, salvo al più alcuni danneggiamenti locali dovuti al degrado, quelle esterne. Si evidenzia che occorre naturalmente procedere a manutenzione, con cicli di verniciatura appositamente studiati, a seconda della tipologia strutturale e della sua posizione. Tali interventi, sono importanti per il mantenimento delle caratteristiche della struttura nel tempo, ma possono essere messi in atto, entro un periodo di tempo relativamente dilazionato, che può indicarsi in circa due anni a partire da oggi.

Le funi di sospensione, meritano invece un discorso a parte. I risultati di indagini e studi, soprattutto in relazione alle risultanze delle prove eseguite in loco ed in officina da parte della ditta Redaelli, mostrano che esse si sono ben conservate in relazione alla scarsa manutenzione cui sono state sottoposte nel tempo, ma

attualmente, iniziano a manifestarsi fenomeni di corrosione, dovuti al degrado, in corrispondenza tanto dello sviluppo della fune, quanto delle parti costituenti i terminali di attacco alla copertura.

Le indicazioni fornite da Redaelli, nel report finale consegnato in data 31/10/2012, sono tali per cui le funi, pur mostrando nell'immediato caratteristiche di sufficiente, ma non ridondante sicurezza nei confronti dei carichi verticali da sopportare, dovranno essere sottoposte velocemente a manutenzione, e comunque, sempre secondo la citata impresa, l'intervento da consigliare, alla luce dei riscontri, risulta quello di sostituzione completa delle funi, vista la constatata riduzione del livello di sicurezza dell'opera.

La ditta Redaelli, sempre nel report finale consegnato, introduce inoltre, un elemento importante, mai sollevato prima, relativo ai terminali delle funi.

Sulla base di controlli approfonditi, tali terminali avrebbero portata inferiore rispetto a quella delle funi che in loro si attestano.

Sulle base di tali considerazioni, non risulta possibile rinnovare il collaudo Bartelletti, con le sole opere di manutenzione.

In buona sostanza, allo stato attuale il sistema di sospensione ha oggettivamente sufficiente sicurezza nei confronti dei carichi che la copertura deve portare, ma i margini di sicurezza sono senz'altro inferiori rispetto a quelli richiesti dalla normativa NTC 2008, ridotti rispetto ai requisiti di progetto, e soprattutto sono destinati ad assottigliarsi nel tempo.

Il nostro consiglio, anche in relazione ai costi della manutenzione, che per altro servirebbe solo a cercare di far progredire più lentamente il degrado, non certo ad arrestarlo, nonché al fatto che la struttura di sospensione è giunta ad un punto tale che vedrà aumentare il suo degrado in modo senz'altro più veloce di quanto abbia fatto fino ad oggi, è quello di procedere a sostituzione delle funi e relativi terminali, non oltre l'estate 2013.

Questo anche in relazione al fatto che per le lavorazioni, sono necessarie condizioni climatiche buone, e temperature né eccessivamente basse, né eccessivamente alte.

Tale valutazione, deve per altro anche essere inquadrata sotto il profilo economico, ed in tal senso non deve allarmare, soprattutto se paragonata all'impegno economico necessario a dotare il sistema di sospensione di ulteriore vita utile pari a circa 15-20anni, se si potesse comunque procedere a manutenzione.

Deve notarsi infatti, che mentre la sostituzione delle funi, può dotare la struttura di vita utile non inferiore a 50 anni, ci sono forti dubbi che la sua manutenzione programmata, anche a patto che fosse possibile eseguirla contrariamente alle conclusioni prima esposte, possa dotare la struttura di vita utile superiore a 15-20 anni. Durante ogni ciclo di manutenzione infatti, si dovrebbe mettere a "nudo" le funi prima dell'applicazione, ma ciò risulta veramente difficile da ottenere dopo tre o quattro cicli di manutenzione, e considerando che questi andrebbero riproposti ogni quattro-cinque anni, si può facilmente capire quanto esposto.

Si veda comunque il capitolo relativo all'entità dei lavori da eseguire nei due casi, per rendersi conto della stima degli interventi, anche in relazione alla scansione temporale dei medesimi.

Sempre riguardo alle strutture portanti di sospensione, giova anche osservare che necessitano ormai di manutenzione, anche i blocchi di ancoraggio in cemento armato delle funi lato zavorra.

L'intonaco protettivo di tali blocchi infatti, si sta completamente distaccando dal supporto, potendo quindi innescarsi fenomeni di corrosione all'interno delle armature in acciaio dei medesimi, con probabile e pericolosa riduzione delle capacità di ancoraggio dei blocchi.

5) Eseguiti tali lavori, potrebbe "rinnovarsi" con apposito certificato, il collaudo Bartelletti.

Giova osservare quali sono le prerogative alla base di tale documento.

Sulla base delle normative dell'epoca, il collaudo attesta la sicurezza statica delle strutture per un sovraccarico di copertura (neve) pari a 60 kg/m<sup>2</sup>, e non considera la sicurezza in caso di evento sismico, visto che il territorio di Pescia, non era all'epoca inserito nella mappatura sismica nazionale.

Lo stato attuale delle cose, vede invece il territorio di Pescia, classificato come sismico, e la normativa prevedrebbe per coperture come quella in esame, un sovraccarico (neve) di 80 kg/m<sup>2</sup>, oltre all'applicazione di un concomitante sovraccarico per manutenzione pari a 50 kg/ m<sup>2</sup>.

6) La questione merita di essere approfondita, in relazione al fatto che è intenzione dell'Amministrazione riorganizzare le attività all'interno della struttura in esame, con orizzonte temporale di circa 50 anni.

La normativa italiana attuale, in tema di strutture (NTC 2008), qualora si sia verificato un cambiamento normativo, che comporti indicazioni più stringenti delle norme vigenti all'epoca della costruzione di un edificio, non prevede l'obbligo di effettuare la verifica della costruzione esistente, e quindi il suo eventuale adeguamento.

La medesima normativa, impone però la verifica del comportamento sismico di fabbricati e strutture, quali quello in esame.

Tale verifica, oggetto dei presenti studi, è stata effettuata, e può attestarsi che il comportamento sismico del complesso è buono, soprattutto in relazione al fatto che il medesimo non è stato costruito tenendo conto di tali prerogative, e salvo modesti rinforzi in zone localizzate delle strutture in carpenteria metallica, non è necessario procedere in senso globale, ad alcun rinforzo o lavoro di adeguamento.

Per contro, visto che i sovraccarichi indicati dalla normativa indicano sulle base dei più recenti studi del settore, quale sia il carico più probabile che la struttura con quella destinazione, deve sopportare in un dato periodo di tempo, pare a nostro avviso non sensato, in relazione all'importanza della struttura per le dimensioni e per la pubblica incolumità, che ad oggi non si possa emettere collaudo se non per il sovraccarico vigente negli anni 70'.

L'incremento di sovraccarico, da dover assorbire, non è modesto; si deve passare infatti da 60 kg/m<sup>2</sup> a (80+50)kg/m<sup>2</sup>.

La struttura possiede fortunatamente caratteristiche tali che, con modeste opere di rinforzo, e con l'incremento di pretensione sulle funi, si riesce ad assorbire in tranquillità un sovraccarico, pari a circa 100 kg/m<sup>2</sup>.

Tale valore, non uguaglia i 130 kg/m<sup>2</sup>, previsti per la tipologia strutturale in esame, se venisse realizzata ad oggi ex-novo, ma è sicuramente un ottimo e logico compromesso per il rinforzo di una struttura esistente.

In sostanza, la copertura riuscirebbe a sopportare gli 80 kg/m<sup>2</sup> di neve previsti dalla norma per la zona in esame, ed un ulteriore sovraccarico di 20 kg/m<sup>2</sup>. Non pare sensato infatti, che in occasione di una abbondante nevicata, possa esserci la presenza ovunque diffusa dei manutentori su una copertura di dimensioni pari a 120x120m.

7) Come ultimo punto, si ricorda inoltre di proteggere le vetrate nei confronti degli effetti su queste, conseguenti allo scuotimento sismico. Tale problematica, non è di tipo primario dal punto di vista strutturale, ma deve ugualmente essere presa in considerazione, al fine di evitare la frantumazione, o comunque la fuoriuscita dalle sedi di tenuta dei vetri, a seguito di tale evento, in relazione alla pubblica incolumità.

L'incaricato

f.to Prof.Ing.Enrico Mangoni

## **Il Responsabile del Procedimento**

f.to Dr. Agr. Fabrizio Salvadorini