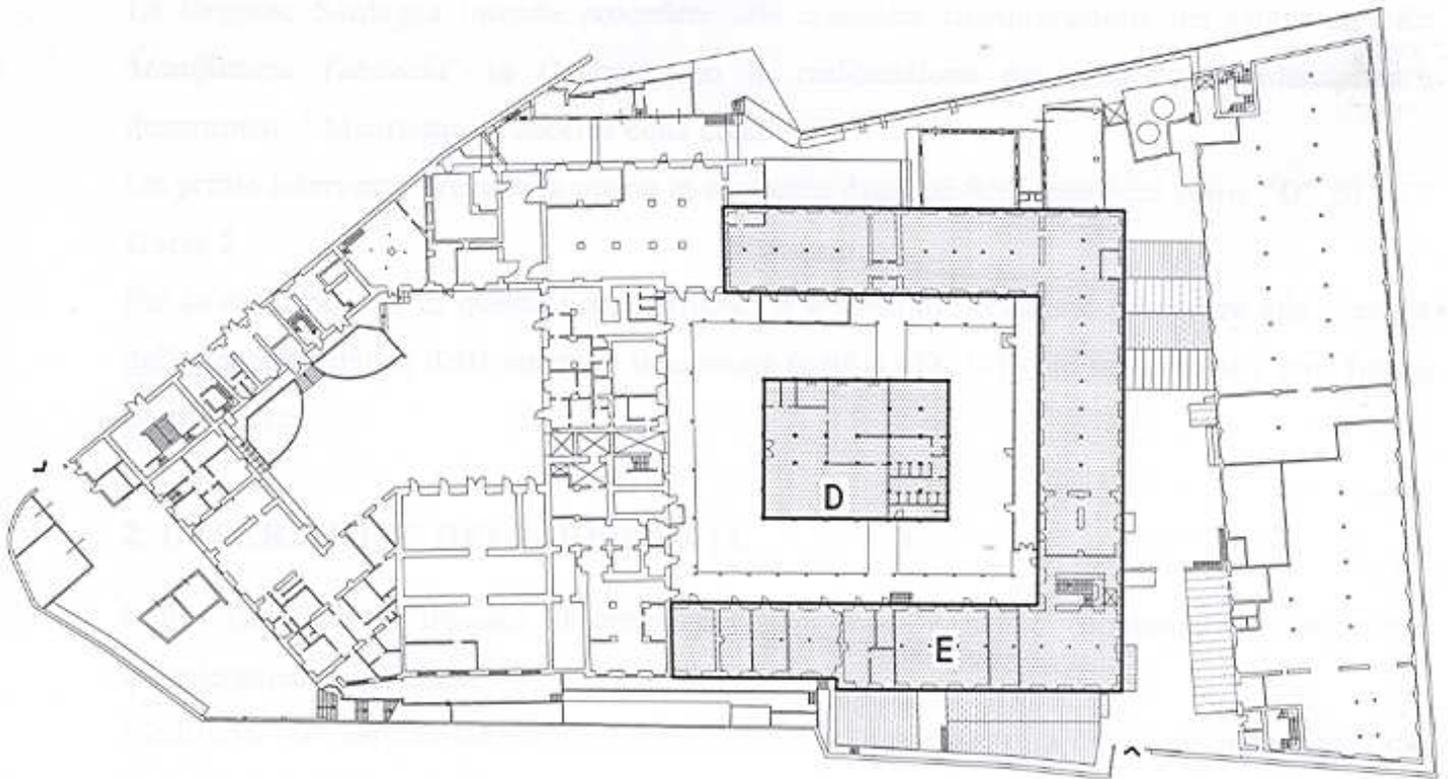


I. PREMESSA

La Ditta, S.p.A. ha richiesto la

verifica statica

dei locali



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

A.R.E.A. Via C. Battisti -CA-

PROGETTO PER

MESSA IN SICUREZZA DEI LOCALI II FASE

EDIFICI "D" - "E" CORTE 2

COMPLESSO MANIFATTURA TABACCHI -CA-

VERIFICA IDONEITA' STATICA

ORISTANO 04.2008

IL R.U.P.

IL TECNICO

ING. RICCARDO TERZIANI



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA ORISTANO

n. 38

Dr. Ing. Riccardo Terziani

ALLEGATO

1

RELAZIONE TECNICA GENERALE

1. PREMESSA

La Regione Sardegna intende procedere alla completa ristrutturazione dei fabbricati “*Ex Manifattura Tabacchi*” in Cagliari con la realizzazione del progetto interdisciplinare denominato “*Manifatture Fabbrica della creatività*”.

Un primo intervento prevede la messa in sicurezza degli edifici identificati come “D” ed “E”
Corte 2.

Per la realizzazione di questo primo stralcio si è ritenuto necessario procedere alla verifica della idoneità statica delle strutture interessate (edifici -D- / -E-) in rapporto alla loro futura destinazione.

2. DESCRIZIONE DEI FABBRICATI

I due fabbricati si trovano al centro del complesso e hanno caratteristiche costruttive completamente differenti.

L’edificio -D-, originariamente destinato a officina, è composto di due piani della superficie lorda di circa 520 mq. ed ha struttura portante in cemento armato.

L’edificio -E-, destinato alla produzione, si compone di due piani per una superficie di circa 1920 mq. di cui una parte, di circa 1.150 mq., si sviluppa anche in un sottopiano.

Più in dettaglio si possono così riassumere le caratteristiche salienti dei due fabbricati.

2.1 EDIFICIO -D-

Il fabbricato era destinato ad officina al piano terra e spogliatoi – bagni – sala mensa (?) al piano superiore.

Dal punto di vista strutturale si tratta di un’opera con struttura portante in c.c.a. e tamponamento in muratura di forati.

L’epoca di costruzione può farsi risalire agli anni 40/50 visto l’impiego e la tipologia delle strutture in cemento armato e, soprattutto, l’utilizzo di solai in laterocemento del tipo “*in opera*”.

I solai, dell’altezza complessiva di 16+4 cm, sono infatti costituiti da blocchi in laterizio accostati fra loro e dotati di alette perimetrali atte a formare i travetti in c.c.a., vi è poi un getto di completamento (caldana), sempre in c.c.a. dello spessore medio di 4 cm. (v. all. 2-3).

In altri termini sono solai comparabili a quelli utilizzati attualmente del tipo “*Baustahl*” con la differenza che il travetto non era prefabbricato ma veniva realizzato in opera con l’accostamento delle pignatte, altra differenza sostanziale è che l’interasse dei travetti è pari a 30 cm invece che gli usuali 50 cm del solaio *Baustahl*.

La struttura si presenta nel suo complesso priva di difetti sostanziali e dimensionata secondo canoni di elevata portanza si consideri infatti che le travi, del tipo ribassato, hanno altezza complessiva sempre $\leq 1/10$ della luce, i solai spessore $\leq 1/25$ della luce e i pilastri sono tutti 40x40 cm.

3.1 EDIFICIO -E-

Questa parte del complesso, originariamente destinata alla produzione, ha forma e strutture più variegata.

Strutturalmente può distinguersi una parte principale costituita da murature perimetrali portanti dello spessore di circa 70 cm, da un "telaio" di spina in acciaio, solai di calpestio in ferro a doppio T (IPN) con tavelloni arcuati in laterizio e solaio di copertura in legno con capriate alla "Palladio" (v. All. 2-4).

Verso la parte interna, infine, è presente un ballatoio con struttura portante in c.c.a.

Anche in questo caso la struttura appare dimensionata per carichi elevati e, generalmente, si conserva in un ottimo stato di conservazione.

Data la presenza della struttura in acciaio, la tipologia costruttiva dei solai, le murature portanti ecc. può presumersi che la realizzazione dell'opera, almeno per quanto attiene la parte principale, possa datarsi nel primo quarto/metà del 1900.

.....omissis

5. RISULTATO DELLE PROVE E DELLE VERIFICHE EFFETTUATE

Come citato in premessa l'indagine effettuata ha lo scopo di verificare l'idoneità statica dei due edifici in relazione al loro futuro utilizzo.

In particolare, vista la possibilità che vari locali siano destinati a sale esposizione - convegni - eventi pubblici e simili, si è voluta verificare la possibilità che le strutture siano compatibili con un sovraccarico accidentale di **500 daN/mq**.

A favore della stabilità e della varietà di utilizzo, non si è ritenuto necessario distinguere i vari ambienti con destinazioni d'uso che avrebbero potuto comportare un minore carico sulle strutture e si è quindi proceduto estendendo a tutti i solai di calpestio il sovraccarico massimo.

Il risultato delle prove e verifiche effettuate può così riassumersi :

5.1 EDIFICIO -E-

5.1.1 Struttura in acciaio

La struttura portante principale è costituita da muratura portante perimetrale, telaio di spina in ferro, solai di calpestio in ferro a doppio T (IPN) con tavelloni arcuati in laterizio e solaio di copertura in legno con capriate alla "Palladio" (v. All. 2-4).

Per analizzare il reale comportamento del solaio di calpestio si è proceduto ad effettuare sullo stesso una prova di carico e, rimandando al rapporto allegato per un esame puntuale dei risultati, si espongono le seguenti verifiche.

La prova ha evidenziato un ottimo comportamento elastico della struttura che, sottoposta in asse ad un carico concentrato di **4.000 daN** equivalente ad un carico distribuito di 513 daN/mq, ha fatto rilevare una freccia residua praticamente nulla (5% II ciclo, 2% III ciclo).

Inoltre è importante rilevare che anche il valore assoluto della freccia è stato particolarmente contenuto in quanto pari a $\approx 1/1900$ della luce in asse al solaio.

In merito a quest'ultimo valore si sono effettuate delle verifiche tramite un programma di calcolo (Sap v. All. 5) che, in funzione della collaborazione trasversale rilevata (vedi valori punti 6/4/7), ha fornito un valore del carico distribuito equivalente pari a **517 daN/mq** praticamente identico a quello (513 daN/mq) ipotizzato dall'Ing. Porrà nel rapporto tecnico della prova.

Ora considerando che il solaio è costituito da travi IPN 240 con voltine di tavelloni laterizi, caldana di riempimento e pavimento (v. All. 2-4), con interasse di circa 1.00 ml e luce di 5.40 ml, avremo :

$$f = 5 \times p \times l^4 / E \times I \times 384 = 6,40 \text{ mm}$$

dove

- f freccia in mezzeria della trave (vincolo di appoggio agli estremi)
- p = 517 daN/mq carico distribuito sulla trave (equivalente a quello di prova)
- l = 5.40 ml luce del solaio
- E = 2.100.00 daN/cm² modulo elastico dell'acciaio
- I = 4239 cm⁴ momento d'inerzia trave IPN240

valore che è molto superiore a quello di prova (≈ 2.70 mm) e che dimostra il contributo della caldana di riempimento alla rigidità complessiva (momento d'inerzia) del solaio.

Tale caratteristica è molto positiva nell'ottica della fruibilità del solaio e dell'effetto che le sue deformazioni potranno avere sulla pavimentazione, eventuali tramezzature ecc.

Si sono infine effettuate le verifiche inerenti le sollecitazioni indotte dai carichi previsti per il futuro utilizzo della struttura che si riassumono come segue:

Analisi dei carichi del solaio

- pavimento, letto di malta e caldana	200 daN/mq
- tavelloni e tavelline copriferro	120 “
- intonaco	30 “
- trave IPN 240	36 “
- sovraccarico accidentale	<u>500 “</u>
Totale	≈ 890 “

Trave solaio

astraendo dal contributo della caldana, avremo per la trave IPN con :

- p = 890 daN/ml carico distribuito sulla trave
- l = 5.40 ml luce del solaio
- W = 353 cm³ modulo di resistenza IPN240

$$M_{max} = pl^2/8 = 3244 \text{ daNxml} \quad \sigma = M/W = 919 \text{ daN/cm}^2 \ll 1400 \text{ daN/cm}^2$$

Trave di spina

Per la trave centrale, utilizzando i valori ottenuti con il programma di calcolo, avremo:

$$\text{trave IPN240 } M_{max} = 3263 \text{ daNxml} \quad \sigma = M/W = 925 \text{ daN/cm}^2$$

catena Ø40 mm $N_{max} = 8488 \text{ daN}$ $\sigma = N/A = 675 \text{ daN/cm}^2$

Valori tutti **molto inferiori** a quello ammissibile (1400 daN/cm^2) che portano a considerare il solaio e la trave centrale perfettamente in grado di sopportare i carichi previsti per la nuova destinazione d'uso.

5.1.2 Copertura in legno.

Come citato in premessa la copertura è costituita da una struttura portante in legno, con manto in tegole (marsigliesi), avente le seguenti caratteristiche :

Capriata

La struttura portante principale è costituita da una capriata (alla Palladio) con le seguenti caratteristiche (v. All. 2 e schema statico all. 5):

- Catena in legno 18x24 cm ;
- Puntone 18x24 cm ;
- Monaco 18x24 cm ;
- saettone 14x14 cm ;
- luce ax. ax. 9.30 ml
- interasse 4.20 ml
- inclinazione falda $\alpha = 25^\circ$

Orditura secondaria

Mentre l'orditura secondaria è costituita da :

- terzere 14x14 cm con interasse $i=1.00 \text{ ml}$;
- travicelli 8x8 cm " " $i=0.60 \text{ ml}$;
- correnti 8x8 cm " " $i=0.40 \text{ ml}$;

Analisi dei carichi copertura

- orditura secondaria	20 daN/mq
- tegole	30 "
- sovraccarico accidentale	<u>60 "</u>
Totale	≈ 110 "

Ciò premesso avremo

Terzere

$$p = 110 \times 1.00 + 0.14^2 \times 600 = 122 \text{ daN/ml}$$

$$M = pl^2/8 = 269 \text{ daNxm} \quad \sigma = M \times (\cos \alpha + \sin \alpha) / W = 78 \text{ daN/cm}^2$$

Capriata

Sulla capriata verrà trasmesso dalle terzere un carico pari a $122 \times 4.20 \approx 520 \text{ daN}$ per cui con i valori ottenuti dal programma di calcolo (v. all. 5) sarà :

Puntoni

$$M_{\max} = 408 \text{ daNxm} \quad N_{\max} = 5150 \text{ daN}$$

$$\sigma = M/W + N/A = 36 \text{ daN/cm}^2$$

Catena

$$N_{\max} = 4490 \text{ daN} \quad \sigma = N/A = 11 \text{ daN/cm}^2$$

Valori anche questi **inferiori** a quello ammissibile (100 daN/cm^2) che confermano il corretto dimensionamento della struttura.

5.1.3 Prove sul calcestruzzo

Sempre nel corpo -E- si sono effettuate delle indagini (sclerometriche, pull-out e ultrasuoni) su 3 pilastri in calcestruzzo della corte interna (v. All. 6) ottenendo ottimi valori della resistenza a compressione che, in tutte le modalità di indagine, è risultata sempre $\geq 280 \text{ daN/cm}^2$.

5.2 EDIFICIO -D-

La struttura portante principale è costituita da pilastri e travi in c.c.a. con solai in laterocemento dello spessore complessivo di 16+4 cm.

Dato l'ottimo stato e la relativa semplicità delle strutture non si è ritenuto necessario procedere ad una prova di carico che, tra l'altro, non avrebbe di per sé garantito il contenimento delle tensioni interne nel campo di quelle ammissibili.

Per verificare la portanza delle strutture si è provveduto quindi al rilievo puntuale delle stesse (v. All. 3) e, tramite sondaggi (v. All. 2), alla determinazione dell'armatura esistente nei due elementi più indicativi individuati nei tratti a maggiore luce delle travi (8.00 ml.) e dei solai (4.60 ml).

Si è così potuto appurare che all'intradosso della mezzeria delle travi sono presenti **6Ø22**, mentre nella mezzeria del solaio si sono rilevati **1Ø14+1Ø8** per travetto (interasse 30 cm).

Ciò fatto si considera la seguente:

Analisi dei carichi del solaio

- p. proprio solaio	250 daN/mq
- pavimento e intonaco	150 “
- sovraccarico accidentale	500 “
Totale	= 900 “

Solaio

Prendendo in esame i seguenti dati rilevati :

- l = 4.60 ml luce del solaio
- h = 20 cm altezza “
- Af = 6.80 cm² area di ferro per ml di larghezza
- p = 900 daN/ml carico distribuito sul solaio
- σ_f = 1400 daN/cm² tensione ammissibile dell'acciaio secondo R.D. 16.11.39

Avremo un momento resistente

$$M \approx 1540 \text{ daNxml} \quad \text{pari a} \approx 1/12 \text{ pl}^2$$

Valore quest'ultimo senz'altro a favore della sicurezza per lo schema statico della struttura come si è potuto appurare mediante il programma di calcolo utilizzato (v. All. 5).

Trave intermedia

con :

- l = 8.00 ml luce max. della trave
- b = 40 cm base “
- h = 80 cm altezza “
- Af = 22.81 cm² area di ferro in mezzeria
- p = 4940 daN/ml carico sulla trave
- σ_f = 1400 daN/cm² tensione ammissibile dell'acciaio secondo R.D. 16.11.39

Avremo un momento resistente

$$M \approx 22420 \text{ daNxml} \quad \text{pari a} \approx 1/14 \text{ pl}^2$$

Valore, anche in questo caso, a favore della sicurezza per lo schema statico della struttura tanto che il programma di calcolo determina per lo stesso punto **Mmax = 20840 daNxml**

Alla luce degli ottimi risultati riscontrati non si è ritenuto necessario estendere l'indagine agli altri elementi strutturali in quanto si ritiene siano omogenei con quelli in esame e quindi, come questi, **in ottima armonia con i carichi previsti nella ristrutturazione.**

6. PRESCRIZIONI

Pur ribadendo che in generale le strutture si sono presentate in un ottimo stato di conservazione, corre l'obbligo di evidenziare alcune anomalie riscontrate durante i sopralluoghi e, più precisamente :

6.1 EDIFICIO –E-

Su alcuni pilastri in c.c.a. insistenti sulla corte interna si sono riscontrati distacchi del copriferro in calcestruzzo per ossidazione del ferro di armatura.

Tale fenomeno, limitato al primo 1.00/1.50 ml di altezza (v. foto 15), sembra dovuto ad infiltrazioni di umidità al disotto della pavimentazione ma, per quanto si è potuto constatare con un primo esame su alcuni pilastri, non ha ancora comportato una consistente riduzione del ferro di armatura ($\varnothing 18$).

Resta comunque il fatto che **si ritiene indispensabile** un intervento di risanamento che preveda l'asportazione delle parti in calcestruzzo ammalorate e/o in fase di distacco, la spazzolatura del ferro, la protezione dello stesso con inibitori di corrosione e la ricostruzione del copriferro con riporto di malta adesiva bicomponente a ritiro controllato.

Quanto sopra, ovviamente, dovrà essere preventivo ad ogni futuro utilizzo della struttura in quanto solo dopo un esame puntuale dei vari pilastri ed il relativo risanamento strutturale potrà essere garantita la portanza degli stessi.

Altra questione, pur non strettamente attinente l'incarico ricevuto, riguarda la protezione agli incendi della struttura in acciaio dell'edificio principale.

Infatti mentre le travi portanti del solaio risultano protette da una tavellina in laterizio (v. foto 22-23 e All. 4), il telaio di spina è in acciaio praticamente a vista.

Si dovrà quindi provvedere, secondo la classificazione (carico d'incendio) dell'edificio, alla protezione delle strutture mediante adeguati vernici ignifughe.

Stessa problematica dovrà essere affrontata per la copertura in legno che potrà essere protetta mediante controsoffitti di adeguate caratteristiche.

6.2 EDIFICIO –D-

All'intradosso dei solai, in corrispondenza dei bagni al piano terra e del piano superiore (v. foto 11-12), si sono evidenziati distacchi del fondello in laterizio delle pignatte dovuti a corrosione del ferro di armatura.

Con tutta probabilità alcune perdite negli impianti (solaio 1° livello) e infiltrazioni dalla copertura (2° livello) hanno comportato localmente il rigonfiamento del ferro per ossidazione con conseguente distacco del laterizio e/o dell'intonaco di ricoprimento.

Anche in questo caso il fenomeno non ha ancora comportato una consistente riduzione dell'armatura in ferro ma implica senz'altro che si **debba procedere ad un intervento di risanamento** simile a quello descritto al punto precedente.

7. CONCLUSIONI

Come si è potuto appurare dai rilievi e dalle verifiche effettuati, le strutture portanti degli edifici **-D-** ed **-E-** **Corte 2** facenti parte del complesso Ex Manifattura Tabacchi Viale R. Margherita Cagliari, **sono idonee** a sopportare le sollecitazioni indotte dalla nuova destinazione d'uso prevista nel progetto di ristrutturazione.

Quanto sopra, comunque, sempre a condizione che siano effettuati **gli interventi di risanamento** previsti al precedente punto **6** che si ritengono **indispensabili** e prioritari ad ogni utilizzo della struttura.

Oristano li 02.05.2008

Il tecnico
(Ing. Riccardo Terziani)

