

STUDIO TECNICO
ing. Francesco Oteri

ISMETT

Istituto Mediterraneo per i Trapianti e Terapie ad Alta Specializzazione

Via Discesa dei Giudici n.4 - PALERMO

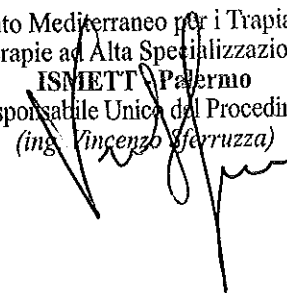
LAVORI: Lotto 3 – Ristrutturazione Edificio 9 (Padiglione Biondo).
CIG 52904487CB – CUP 177E13000060006

CAPITOLATO PRESTAZIONALE **CAMPAGNA DI INDAGINI STRUTTURALI** **E PROVE DI LABORATORIO**



via G. La Farina n.91, is.R – 98122 MESSINA
tel/fax 090 2921797; cell. 338 7307675
e-mail : tecnostudio.oteri@gmail.com
pec: francesco.oteri@ingpcc.eu

Istituto Mediterraneo per i Trapianti e
Terapie ad Alta Specializzazione
ISMETT Palermo
Il Responsabile Unico del Procedimento
(ing. Vincenzo Ferruzza)



Premessa

Oggetto della presente procedura è l'esecuzione di una campagna di indagini diagnostiche da eseguirsi nei locali dell'edificio 9 o padiglione "Biondo" in uso all'Ismett. L'obiettivo è quello di pervenire ad un livello di conoscenza delle strutture investigate del tipo "adeguato", ovvero LC2. I risultati del rilievo e delle indagini di identificazione dei materiali saranno utilizzati per il successivo calcolo della vulnerabilità sismica dello stesso edificio. Quest'ultimo si presenta con tipologia strutturale in cemento armato.

La campagna di indagine dovrà condursi nel rispetto della Normativa Tecnica Italiana, D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e relativa Circolare esplicativa alle NTC n. 617/C.S.LL.PP. del 2 febbraio 2009 oltre che delle Norme UNI specifiche del settore.

Art.1 - Conoscenza dell'edificio

Lo studio diagnostico dovrà condurre alla definizione di un livello di conoscenza LC2 del tipo *adeguato*, esaustivo e funzionale alle successive fasi di verifica strutturale sismica. Nel dettaglio, le operazioni tecniche si dovranno articolare nelle seguenti attività:

- Conoscenza geometrica e prestazionale della struttura in seguito alle operazioni di rilievo geometrico-strutturale;
- Indagini strumentali (in situ ed in laboratorio) finalizzate all'identificazione meccanica dei materiali costituenti l'ossatura portante dell'edificio;

Per ciascuna delle attività elencate, si dovranno redigere degli elaborati (corredati da allegati grafici, piante, sezioni e particolari strutturali) in cui verranno illustrati i risultati ottenuti dalle operazioni di rilievo strutturale e dalla campagna di indagine strumentale.

Di seguito si illustrano le specifiche minime delle prestazioni richieste.

Art.2 - Descrizione generale dell'edificio

L'aggiudicatario dovrà fornire una descrizione dettagliata ed esaustiva dell'edificio in esame. Tale descrizione deve contenere tutte le informazioni di carattere generale utili all'identificazione della tipologia dell'opera. In particolare dovranno essere riportate almeno le seguenti informazioni:

- descrizione del contesto ambientale dove è collocata l'opera;
- descrizione generale del sistema costruttivo che caratterizza l'opera, con riferimento specifico alla tipologia e alla dislocazione dei materiali presenti, alla tipologia di murature, tamponature e tramezzature,

alla tipologia dei solai nonché la loro orditura ed a tutte quelle informazioni di carattere strutturale che risultano utili all'identificazione dell'edificio.

Art.3 - Rilievo fotografico dell'edificio

L'edificio dovrà essere fotografato in modo da permettere la visualizzazione di tutti i fronti dello stesso, nonché degli interni nelle sue parti maggiormente significative. Il rilievo fotografico deve essere accompagnato da una cartografia che indichi i punti di vista delle fotografie allegate. Vanno fotografati tutti i particolari costruttivi strutturali salienti. In questo caso la foto deve essere accompagnata da una descrizione sintetica dell'oggetto, riportata in didascalia, sottolineandone la rilevanza strutturale.

Art.4 - Relazione sullo stato strutturale dell'edificio

L'aggiudicatario dovrà descrivere, a valle delle analisi svolte, lo stato in cui si trova la struttura; nonché la natura dell'eventuale quadro fessurativo riscontrato in situ, mettendo in evidenza le cause, presunte o dimostrate, del fenomeno e se esso ha rilevanza ai fini delle condizioni attuali in termini di vulnerabilità sismica. Se del caso, vanno riportate le prime indicazioni sulle possibili opere di intervento urgente per eliminare le ragioni del quadro fessurativo in atto, oppure andranno riportate le ragioni della necessità di operare un monitoraggio dell'evoluzione del medesimo quadro. Per quello che riguarda lo stato di conservazione dell'opera, esso dovrà essere descritto in modo sintetico ma esaustivo e dovranno essere indicati gli interventi di manutenzione più o meno urgenti, anche ai fini della possibile influenza che lo stato di degrado ha nei confronti della vulnerabilità sismica generale del fabbricato.

Art. 5 - Indagini diagnostiche per l'identificazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali

Le indagini diagnostiche riguardo la definizione delle proprietà meccaniche dei materiali dovranno essere svolte in maniera estesa e sistematica con saggi superficiali ed interni per ciascun tipo di tipologia strutturale presente (vedi punto C8A.1.A.3 della circolare esplicativa n. 617 del 2009). I metodi di prova saranno del tipo distruttivo, ed il loro numero sarà tale da consentire il raggiungimento di un livello di conoscenza LC2. Metodi di prova non distruttivi saranno impiegati a completamento delle prove richieste al fine del raggiungimento percentuale relativo al livello di conoscenza da raggiungere. Per mezzo delle indagini diagnostiche, e dei risultati delle analisi condotte in situ ed in laboratorio sui campioni prelevati, sulla base del livello di conoscenza desiderato si dovrà pervenire alla definizione dei parametri meccanici dei materiali da adottare nel successivo livello di verifica strutturale.

Ai sensi del presente capitolato e sulla scorta delle indagini minime previste progettualmente, si richiede che il livello di conoscenza standard da raggiungere in sede di programmazione operativa della campagna di indagini sia pari ad un LC2.

Le indagini di identificazione strutturale riguarderanno:

- Prelievo di provini cilindrici da strutture in calcestruzzo
- Preparazione dei provini da sottoporre a prove di laboratorio
- Prelievo di barre di armatura
- Prova di laboratorio di trazione sulle barre di armatura
- Prova di laboratorio sulle carote di calcestruzzo estratte
- Determinazione in situ della profondità di carbonatazione
- Indagini magnetometriche con pacometro
- Ripristini
- Prove sulle murature con martinetti piatti singoli e doppi

La specifica delle indagini strumentali previste per le tipologie strutturali esistenti sono le seguenti:

Elementi in CEMENTO ARMATO

Sulla base delle indicazioni riportate nelle NTC 2008 e della Circolare esplicativa n. 617 del 2009, al fine di acquisire un livello di conoscenza LC2 e per la caratterizzazione meccanica dei materiali, si dovrà fare riferimento alla tabella C8A.1.3a, laddove si precisa che per le verifiche estese vanno prelevati per ciascun elemento strutturale primario n. 2 provini di cls per 300 mq di piano dell'edificio e n. 2 campioni di armatura per piano dell'edificio.

In merito alla determinazione delle caratteristiche fisico meccaniche delle armature di acciaio, la succitata norma di riferimento prescrive il prelievo di almeno n. 2 campioni di armatura per piano dell'edificio.

✓ Prelievo di provini cilindrici di calcestruzzo

Prelievo di provini cilindrici da strutture in calcestruzzo di diametro compreso tra 40 e 100 mm in relazione al diametro medio dell'inerte (diametro del campione pari a n° 3 volte il diametro dell'inerte) da eseguire con corona diamantata e raffreddata ad acqua fino alla profondità di 400 mm, nel rispetto delle Norme UNI 6131, UNI 12504-1, UNI 12390-1:2002. Preliminarmente al prelievo del campione cilindrico sarà eseguito il rilievo delle barre d'armatura per evitare, per quanto possibile, il taglio delle stesse.

Le operazioni di prelievo devono scongiurare l'inclusione di armature metalliche nelle carote per evitare:

- La significativa riduzione della capacità resistente dell'elemento strutturale su cui si effettua il prelievo
- L'aggravio del disturbo al campione nelle fasi di prelievo determinato dall'incremento delle vibrazioni
- L'alterazione dei risultati della prova di compressione per la presenza della barra di armatura

Quando la maglia delle armature è tale da non consentire il prelievo di carote prive di inclusioni, è preferibile prelevare carote con diametro minore.

Inoltre, è importante verificare nel corso dei prelievi, che la macchina carotatrice non abbia significative vibrazioni dell'asse di rotazione e che la velocità di avanzamento sia bassa, onde evitare un eccessivo danneggiamento del campione.

✓ **Preparazione dei provini da sottoporre a prove di laboratorio**

La preparazione ed il taglio dei campioni dovrà avvenire in laboratorio secondo la Norma UNI EN 12390-1:2002. Inoltre i campioni dovranno essere rettificati per ottenere facce sufficientemente piane, parallele e ortogonali all'asse del taglio secondo la norma UNI EN 12390-3:2003. I campioni una volta prelevati dovranno essere adeguatamente osservati e conservati nell'atmosfera del laboratorio per almeno 3 giorni.

✓ **Prove di laboratorio.**

Lo schiacciamento dei provini cilindrici da sottoporre a prova di resistenza a compressione in laboratorio dovrà avvenire secondo le Norme UNI 6131 e UNI EN 12390-3:2009, ed essere accompagnati dall'emissione del rapporto di prova da parte del medesimo Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della L. 1086/71.

La stima della resistenza cubica convenzionale caratteristica a compressione del calcestruzzo (R_{ck}) dovrà essere equivalente ai "controlli di accettazione" del calcestruzzo in opera per strutture nuove stabiliti dal D.M. 14.01.2008. Per l'analisi si dovranno adottare i coefficienti correttivi delle formulazioni di carattere sperimentale presenti nella letteratura tecnica ed in alcune norme internazionali, tenendo conto del diametro e della snellezza del provino, della massima dimensione dell'inerte e della direzione di perforazione rispetto a quella del getto.

✓ **Prelievo delle barre d'armatura.**

Il prelievo delle barre d'armatura da sottoporre a prove di trazione compreso ripristino della barra e l'uso di malta espansiva dovrà avvenire secondo la Norma UNI EN ISO 6892:2009. E' importante che il prelievo venga effettuato su elementi poco sollecitati ovvero su barre secondarie utilizzando sega diamantata ad acqua per il taglio del calcestruzzo e della stessa barra. Operando su una trave, sarà opportuno prelevare

barre non sollecitate a trazione. In conformità alla suddetta norma UNI, lo spezzone di barra da sottoporre a prova dovrà avere una lunghezza pari a circa 450 mm.

✓ **Prove di laboratorio a trazione sulle barre di armatura**

Le prove di trazione da eseguirsi nel rispetto della Norma UNI EN ISO 6892-1:2009 e del D.M. 14 gennaio 2008, dovranno consentire di ottenere informazioni circa la deformabilità assiale delle barre, la tensione di snervamento e di rottura.

✓ **Determinazione in situ della profondità di carbonatazione.**

Ai fini della valutazione del degrado del calcestruzzo e della corrosione dei ferri di armatura, dovranno essere eseguite misure della profondità di carbonatazione secondo la Norma UNI 9944:1992, mediante l'osservazione del viraggio della fenoltaleina, che in ambiente basico, ovvero in assenza di carbonatazione, si colora di rosso – violetto. Pertanto, spruzzando sulla superficie cilindrica del campione, immediatamente dopo l'estrazione, una soluzione di fenoltaleina all'1% in alcol etilico, è osservabile il calcestruzzo carbonatato come quella parte che non mostra una colorazione rosso – violetto. La profondità di carbonatazione andrà misurata con la precisione del millimetro. Per l'esecuzione della prova dovrà essere utilizzato un carotiere a secco di diametro compreso tra 30 e 50 mm per una profondità pari al valore in millimetri del copriferro sommato al diametro della barra.

✓ **Indagine magnetometrica con pacometro.**

L'indagine pacometrica è una prova non distruttiva per l'identificazione delle armature all'interno delle strutture in calcestruzzo: mediante tale indagine di tipo magnetico è possibile rilevare con buona precisione la posizione delle barre di armatura presenti nelle membrature in calcestruzzo armato, la loro profondità (copriferro) ed il loro diametro nel rispetto delle norme ASTM C 808, BS 1881-204:1988.

Il funzionamento dello strumento è basato su principi di induzione elettromagnetica e permette di "leggere" in proiezione sulla superficie del calcestruzzo la posizione delle armature, così da consentire una stima della misura dell'interferro e del copri ferro delle armature longitudinali, presenti nel piano parallelo al piano di indagine e al passo delle staffe. Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo è individuabile la posizione delle barre di armatura. Ripetendo l'operazione su più sezioni dell'elemento e disegnando sulla superficie dello stesso mediante una matita o altro una retta che passi per i punti individuati, sarà possibile tracciare il reticolo delle armature presenti in vicinanza della superficie indagata.

Tale prova consente anche di individuare le zone dell'elemento prive di armatura nelle quali eseguire,

pertanto, le indagini finalizzate alla conoscenza delle caratteristiche del calcestruzzo, quali il prelievo di carote e le prove sclerometriche. In tal modo, le indagini pacometriche dovranno essere preliminari a qualsiasi altro tipo di indagine, distruttiva e non, condotta su elementi in cemento armato.

✓ **Ripristini**

Particolare cura dovrà essere posta nel ripristino della capacità resistente originaria dell'elemento strutturale. Nel caso del prelievo delle carote di calcestruzzo si dovrà provvedere al riempimento dei fori mediante calcestruzzo in opera o malte cementizio a ritiro compensato, mentre nel caso del prelievo delle barre particolare attenzione dovrà essere posta verificando la saldabilità delle barre in opera, adottando l'opportuno tipo di elettrodo ed effettuando la saldatura tra il nuovo spezzone e la barra esistente con cordoni d'angolo di adeguata lunghezza, in ogni caso non mediante saldatura di testa.

Elementi in MURATURA

Si dovranno effettuare prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche meccaniche della muratura portante presente nell'edificio. Esse consisteranno in prove del tipo distruttivo e saranno eseguite con martinetti piatti doppi e singoli, e del tipo non distruttivo mediante esame endoscopico finalizzato alla determinazione della tessitura muraria.

Il riferimento normativo per la quantificazione delle prove da effettuare è in particolare illustrato nella paragrafo C8A.1.A.3 della Circolare n. 617, relativamente alle indagini in situ del tipo estese.

Inoltre, sulla base della nota esplicativa a) della tabella C8A.1.3b nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi, è possibile tenere conto di eventuali situazioni ripetitive che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.

✓ **Prove con martinetto piatto singolo**

Le prove con martinetti piatti singoli saranno eseguite al fine di determinare lo stato tensionale esistente nei principali setti murari. La prova per la determinazione dello stato di sollecitazione dovrà essere basata sul rilascio tensionale causato da un taglio piano, normale alla superficie della muratura.

Prima del taglio si misureranno le distanze fra tre coppie di riferimento poste a cavallo della sezione in cui questo sarà effettuato. Una volta praticato il taglio, si misureranno le deformazioni provocate dal conseguente rilascio tensionale.

Nel caso di una muratura soggetta a compressione, si dovrà rilevare un avvicinamento delle coppie di riferimenti. Inserito il martinetto piatto, si aumenterà gradualmente la pressione al suo interno fino ad annullare la deformazione provocata dal taglio.

✓ Prove con martinetto piatto doppio

La prova sarà finalizzata alla determinazione della massima resistenza offerta dalla muratura portante. Nella prova con due martinetti dovrà essere isolato un elemento semicilindrico di muratura di dimensioni circa 40 x 50 cm e profondità 26 cm circa, per mezzo di due tagli orizzontali praticati in corrispondenza di due ricorsi di malta.

L'elemento campione verrà sottoposto, per mezzo di due martinetti inseriti nei tagli, a cicli di carico e scarico. Tre coppie di basi di misura verticali, ed una coppia orizzontale, installate sulla superficie libera del campione, permetteranno di misurare le deformazioni assiali e trasversali del campione di muratura. Questo verrà sottoposto a cicli di carico, il primo dei quali arriverà fino alla pressione di esercizio determinato in precedenza con la prova singola.

La variazione delle distanze tra le coppie di riferimenti, dovranno essere confrontate con le distanze misurate prima dell'inizio dei cicli di carico. Le sollecitazioni dovranno essere incrementate fino all'insorgere di lesioni.

Nella curva carico-deformazioni si evidenzierà in questo modo il punto di non linearità degli spostamenti che individuerà la sollecitazione a rottura dell'elemento murario.

Ad illustrazione e conclusione di tale fase diagnostica, si dovranno produrre le seguenti relazioni esplicative:

- Relazione sulle indagini di identificazione strutturale eseguite sull'edificio;
- Relazione sulle caratteristiche dei materiali di cui sono costituiti gli elementi portanti della struttura.

Art. 6 - Relazione sulle indagini di identificazione strutturale

L'aggiudicatario dovrà redigere una relazione dettagliata sulle indagini eseguite, la quale dovrà contenere le seguenti informazioni:

- ✓ Descrizione delle indagini eseguite per la caratterizzazione meccanica dei materiali, per l'approfondimento della geometria strutturale, per la ricerca dei particolari costruttivi, ecc.;
- ✓ Descrizione delle tipologie delle prove sperimentali, della modalità di esecuzione e della strumentazione utilizzata;

- ✓ Localizzazione dei punti di indagine documentata attraverso opportuni elaborati grafici e fotografici;
- ✓ Documentazione a corredo della esecuzione delle prove sperimentali, comprensive dei certificati relativi alle prove di laboratorio, sia per gli acciai da cemento armato che per il calcestruzzo;
- ✓ Documentazione sull'esecuzione delle indagini dirette eseguite sull'edificio (rimozione dei copriferri per la determinazione dei diametri di armatura, saggi stratigrafici, saggi pacometrici, eventuali rimozioni di intonaci per la verifica dell'organizzazione muraria, ect.).

Art. 7 - Relazione sulle caratteristiche dei materiali

In tale relazione, recante i risultati in merito alle caratteristiche meccaniche dei materiali, l'aggiudicatario dovrà riportare in modo analitico, preciso e univoco, l'elaborazione dei dati prodotti dalle prove di laboratorio e dai saggi in situ.

In particolare, dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

Elementi in CEMENTO ARMATO

- ✓ I dati relativi ai risultati da prove di laboratorio per la resistenza del calcestruzzo prelevato;
- ✓ La tipologia, il diametro nonché i valori della tensione di snervamento, di rottura nonché l'allungamento medio delle barre soggette a prove di laboratorio.

Elementi in MURATURA

- ✓ Le caratteristiche delle murature individuate con esame endoscopico;
- ✓ Per ciascuna prova con martinetti piatti si dovranno riportare in modo esplicito la tipologia muraria interessata nonché grafici e tabelle relative a "tensioni-letture", "tensioni-spostamenti" "tensioni-deformazioni";
- ✓ Il grafico riportante il modulo elastico secante in funzione delle deformazioni raggiunte.

Art.8 - Elaborati conclusivi della campagna di indagini

Si riassumono, di seguito, gli elaborati che dovranno essere redatti e trasmessi, al termine della campagna diagnostica effettuata.

Relazioni

- Relazione generale sullo stato strutturale dell'edificio
- Relazione sulle indagini di identificazione strutturale

- Relazione sulle caratteristiche dei materiali

Elaborati grafici e fotografici

- Rilievo fotografico dell'edificio e dell'eventuale quadro fessurativo
- Piante quotate per ciascun livello in cui siano indicate le dimensioni degli elementi strutturali portanti, con indicazione della tipologia e orditura dei solai.

Negli elaborati descrittivi l'aggiudicatario dovrà sintetizzare gli elementi ed i risultati emersi nello svolgimento delle attività descritte ai paragrafi precedenti.

Negli elaborati grafici e fotografici, invece, a seguito dei dati acquisiti attraverso i rilievi e le indagini eseguite, l'aggiudicatario dovrà evidenziare e descrivere, le caratteristiche geometrico-strutturali dell'ossatura portante dell'edificio.

