

POLITECNICO DI TORINO
FACOLTA' DI ARCHITETTURA
Corso di Laurea in Architettura
Tesi meritevoli di pubblicazione

Verifica della possibilità di interrelazione tra tecniche non distruttive

di Elena Michialino

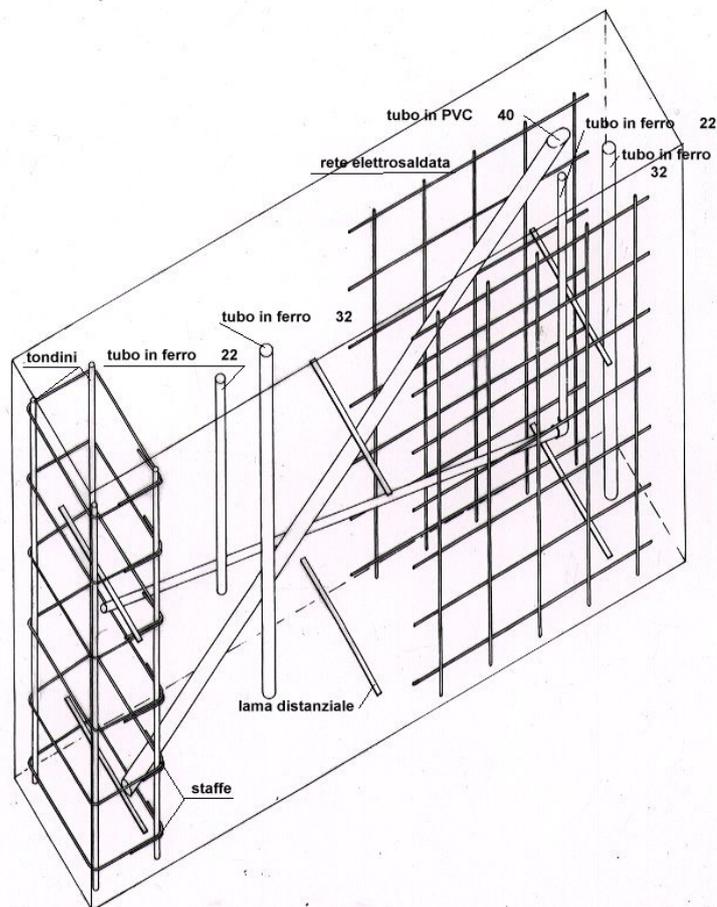
Relatore: Cesare Romeo

Correlatori: Alberto Godio e Monica Volinia

Il lavoro svolto con la tesi in oggetto si situa in un ambito di ricerca sperimentale finalizzato alla verifica dell' applicabilità al calcestruzzo, e della possibilità di interrelazione, di due tecniche di indagine non distruttiva attualmente molto diffuse, sebbene operanti in campi diversi: la termografia infrarossa ed il radar geofisico. In particolare la ricerca si è posta la finalità di fornire elementi di valutazione circa:

- Potenzialità e capacità di risoluzione delle due tecniche
- Condizioni, metodologie di prova e parametri di acquisizione dati ottimali
- Eventuale complementarità tra le due tecniche

L' elemento in cls indagato:



F1. Rappresentazione assonometrica "per trasparenza" dell. elemento indagato con indicazione degli elementi "anomali" in esso inseriti

1. Indagini termografiche

Poiché il provino si trovava in condizioni di equilibrio termico con l. ambiente circostante, per poter effettuare la lettura termografica si è reso necessario creare artificialmente una differenza di temperatura, per ottenere la quale sono state impiegate due differenti metodologie:

- Riscaldamento di tipo prevalentemente convettivo di un ambiente retrostante la struttura in analisi (fonte di calore: radiatore con alimentazione elettrica);
- Riscaldamento per irraggiamento della superficie da indagare - riflettografia - (fonte di calore: lampade ad infrarossi).

La registrazione dei termogrammi, per entrambe le metodologie di prova, è avvenuta, in conformità ai protocolli prestabiliti, seguendo i seguenti criteri fondamentali:

- in corrispondenza di determinati incrementi della temperatura interna dell. ambiente durante la fase di riscaldamento (convezione), o di prestabiliti incrementi di temperatura superficiale (irraggiamento);
- in corrispondenza di determinati incrementi della differenza tra la temperatura interna e quella esterna (convezione);
- nelle condizioni ottimali previste dalla norma UNI 9252 (convezione);
- a scansioni temporali prefissate (convezione e irraggiamento).

2. Indagini radar

Dopo aver effettuato le valutazioni preliminari sulla fattibilità e sull. efficacia delle indagini si è proceduto alla definizione delle modalità operative e dei parametri da adottare nelle prove:

Indagini in riflessione semplice: Effettuate in tre fasi di maturazione: 14°, 25° e 54° giorno

Frequenze impiegate: 900 MHz e 1000 MHz

Polarizzazioni: E_x : campo elettrico generato dall. antenna parallelo alla direzione di spostamento della stessa

E_y : campo elettrico generato dall. antenna perpendicolare alla direzione di spostamento della stessa

Indagini WARR: Effettuate a maturazione avvenuta: 54° giorno

Frequenze impiegate: 900 MHz (trasmissione) e 1000 MHz (ricezione)

Polarizzazioni: E_x ed E_y

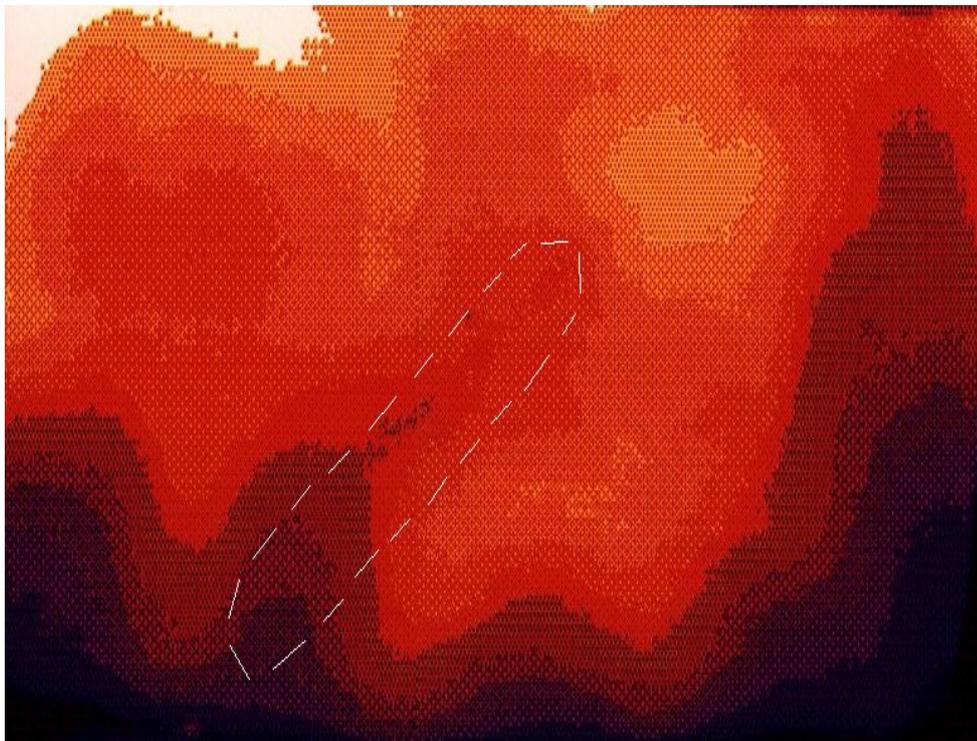
3. Risultanze sperimentali

1. Verifica delle potenzialità di ognuna delle due tecniche rispetto all. elemento in calcestruzzo ed alle "anomalie" in esso presenti.

Termografia: valutazioni effettuate

- Difficile individuazione e localizzazione dei corpi celati dovuta a:
- Forte inerzia termica dell. elemento indagato;
- Caratteristiche della fonte di calore impiegata ® le lampade IR hanno fornito scarsa uniformità di riscaldamento;
- Tempi di esposizione e modalità operative ® in via di ipotesi si può pensare che, variando parametri e modalità di prova, si possano ottenere migliori risultati.
- Individuazione, in riflettografia, di anomalie termiche che possono essere ricondotte, per forma e posizione, ad alcuni elementi (risulta evidente in particolare il tubo diagonale in PVC).

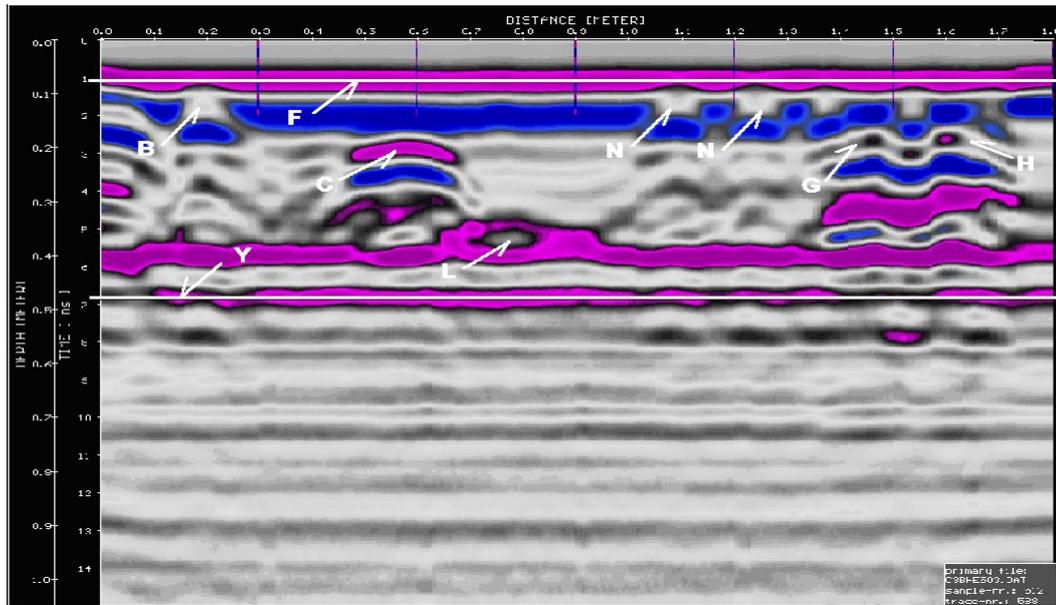
- Studio del comportamento termico dell. elemento ed analisi delle "anomalie termiche" riscontrate.



F2. Immagine termografica acquisita con metodologia di riscaldamento "per irraggiamento" (registrazione allo spegnimento delle lampade, dopo 2 ore e 45 min. di esposizione). E. possibile evidenziare l. anomalia fredda diagonale in corrispondenza del tubo in PVC.

Radar: valutazioni effettuate

- Variazione delle caratteristiche dielettriche del calcestruzzo dalla prima alla terza serie di indagini:
 - permittività dielettrica ϵ_r : da 7,44 a 4,8
 - velocità di propagazione: da 0,11 a 0,14 m/ns
 - Profondità utile di indagine stimata:- 40 , 60 cm (a maturazione avvenuta)
 - < 30 cm (in fase di maturazione)
 - Elementi più facilmente distinguibili:- elementi in ferro verticali con $F > 22$ a piccola profondità (5 - 15 cm)
 - rete elettrosaldata superficiale (disturbo)
- F:Superficie di indagineL:Tubo in PVC F 40
 Y:Superficie oppostaN:Rete elettrosaldata F 6
 B:Tondino F 14G:Tubo in ferro F 22
 C:Tubo in ferro F 32H:Tubo in ferro F 32



F3. Esempio di immagine radar acquisita in riflessione semplice (frequenza di 1000 MHz, polarizzazione E_x , maturazione avvenuta, profilo orizzontale all. altezza di 50 cm da terra). Sono evidenziati gli elementi che sono stati individuati.

2. Analisi delle condizioni di indagine e delle modalità di acquisizione dati ottimali.

Termografia

- Modalità di prova:
- Riscaldamento prevalentemente convettivo: distribuzione di temperatura uniforme;
- Riscaldamento per irraggiamento: distribuzione di temperatura non omogenea.
- Valutazione dell. applicabilità delle norme UNI 9252 e 8327 ad un. indagine diagnostica
- Valutazione della difficoltà di normalizzazione delle procedure di indagine diagnostica sui materiali edilizi.

Radar

Riflessione semplice:

- Frequenza di indagine ottimale: 1000 MHz
- Polarizzazione delle antenne ottimale:
- E_x : buona risoluzione per piccole profondità, restituzione di immagini ampie;
- E_y : aumento di sensibilità a profondità maggiori, individuazione di elementi fuori dal piano principale di polarizzazione.
- Inattendibilità dei calcoli della risoluzione teorica nella formula semplificata che non tiene conto della conducibilità elettrica.

WARR:

- Forte attenuazione del segnale, difficoltà a determinare la velocità di propagazione.

3. Valutazione della complementarità tra le due tecniche finalizzata all'elaborazione di una metodologia di indagine diagnostica sinergetica .

Si ritiene che "l. idea" della messa a punto di una metodologia di indagine diagnostica sinergetica tra termografia infrarossa e radar geofisico sia molto "suggestiva" e, qualora attuabile, di notevole interesse scientifico-pratico. La fattibilità di un tale tipo di indagine su elementi in calcestruzzo del tipo di quello analizzato è stata in parte smentita dai risultati sperimentali ottenuti.

Non si preclude comunque la possibilità che un qualche tipo di interrelazione e "dialogo" tra le due tecniche sia possibile in altre condizioni di prova, su altri tipi di "anomalie", oppure su differenti materiali, e/o in settori diversi da quello edilizio-architettonico.

La prosecuzione delle sperimentazioni dovrebbe essere volta alla verifica, oltre che della complementarità delle due tecniche, della possibilità e dell. efficacia del confronto dei dati ottenuti, anche alla verifica dell. effettiva applicabilità pratica dell. ipotizzata metodologia di indagine. Al riguardo, infatti, bisogna valutare alcuni fattori quali, ad esempio, la tempistica, le modalità operative ed i costi in relazione alla qualità e quantità di informazioni ottenibili.

Per informazioni, e-mail: elena.michialino@virgilio.it