

Materiali

I controlli non distruttivi in cantiere

Fabio Benati*

In relazione ai cambiamenti intervenuti nel panorama normativo nazionale ed europeo, con l'entrata in vigore del regolamento 305/2011 (CPR), l'articolo illustra quali e quanti interventi possano essere necessari e richiesti in cantiere per soddisfare le nuove richieste e esigenze.

Partendo dalla performance attesa dal componente, sino alla verifica ed al corretto montaggio l'escursus passerà dalle strutture metalliche al controllo di fabbricati e ristrutturazioni. Non mancheranno cenni sulle attrezzature tipicamente impiegate, sulle capacità e le qualifiche del personale specializzato e sugli eventuali impatti in ambito sicurezza. Una qualsiasi opera o parte di essa, per poter essere utilizzata, deve corrispondere alle caratteristiche di progetto. Nell'immediato o nel tempo, l'insorgere di difetti o di inconvenienti possono compromettere il suo utilizzo; da ciò l'esigenza da parte di committenti, progettisti, direttori dei lavori, costruttori e degli enti che questi rappresentano (Enti Statali, parastatali, regionali, ecc.) di effettuare dei controlli cautelativi. La normativa prescrive che tali controlli siano effettuati attraverso l'analisi dei materiali costituenti sottoponendoli a prove a campione significative. Fondamentalmente il controllo non-distruttivo offre la possibilità di indagare lo stato del materiale senza compromettere il suo servizio.

Inoltre la metodologia di tali controlli permette che questi siano effettuati senza manomettere minimamente il manufatto, senza interrompere il lavoro di cantiere, con una casistica d'analisi statistica esplicita, senza richiesta di particolari predisposizioni e con costi relativamente convenienti.

I controlli sono effettuati su elementi o su parti di questi, scelti sia in numero sia in ubicazione, secondo i criteri di sicurezza e le esigenze del caso. Naturalmente la validità delle metodologie di controllo dipende dall'estensione delle prove eseguite in modo da ottenere la migliore rappresentatività tra campione esaminato e globalità della struttura.

Il fattore umano rappresenta inoltre una componente fondamentale nei controlli non distruttivi, pertanto la conduzione delle prove deve essere affidata a personale adeguatamente qualificato, di provata capacità, serietà professionale e che abbia maturato una notevole esperienza nel settore specifico.

BREVE DISAMINA TECNICA DEI METODI NDT - ACCREDITAMENTI E SCHEMI

ISO 9712 Bureau Veritas ha lo schema accreditato in accordo ad UNI CEI EN ISO/IEC 17024.

ASNT recommended practice SNT-TC-1A API RP 2X - Applicazione particolare

Lo schema NDT di Bureau Veritas è accreditato per 2 settori:

■ **INDUSTRIALE:** basato sulla ISO 9712 come da procedura IND-REG-01_NDT

METODI INDUSTRIALI

Metodo	Simbolo
Emissioni Acustiche	AT
Correnti indotte	ET
Prove di tenuta in pressione	LT
Magnetoscopia	MT
Liquidi	PT
Penetranti	
Estensimetrica	ST
Radiografico	RT
Ultrasonoro	UT
Visivo	VT
Termografia ad infrarossi (Civile, elettronico, ed Analisi di Processo)	TT
Onde Guidate	GW

regolamento qualifica del personale NDT industriale

■ **CIVILE** basato su un regolamento Bureau Veritas che si ispira alla ISO 9712 ed alle indicazioni delle NTC2008 come da procedura IND-REG-02_NDT regolamento qualifica del personale NDT civile.

SETTORI D'IMPIEGO E PRODOTTI NDT

Fabbricazione di metalli; Prova pre-servizio e in servizio di attrezzature, impianti e strutture; Manutenzione ferroviaria; Aerospaziale; Fabbricazione ed esercizio di attrezzature, impianti e strutture; Fabbricazione ed esercizio di attrezzature, impianti, strutture e veicoli ferroviari; Civile e patrimonio artistico; Ecologia; Trasporti; Ricerca.

Sono numerosi i settori nei quali norme tecniche, dette ar-

monizzate, forniscono ai prodotti la conformità ai requisiti essenziali di una direttiva europea.

Norme sulle Ndt rientrano nei mandati che la Commissione Europea ha dato al CEN in settori quali le attrezzature a pressione (Direttiva 97/23/CE), i recipienti semplici a pressione (Direttiva 87/404/CEE) e gli impianti a fune adibiti al trasporto di persone (Direttiva 2000/9/CE). Diversi sono gli Organi Tecnici che hanno il compito di elaborare norme del settore Ndt e sono suddivisi in due gruppi:

■ **Organi Tecnici per Norme Metodologiche** (ad es. CEN/TC 138)

■ **Organi Tecnici per Norme di Prodotto** (ad es. CEN/TC 121/SC 5 per i giunti saldati). Inoltre, si fa presente che il Consiglio Nazionale delle Ri-

METODI CIVILI

Metodo	Simbolo
Ultrasonore	UT
Sonore	SO
Sclerometriche	SC
Magnetometriche	MG
Chimiche in sito	CH
Di permeabilità	PB
Del potenziale di corrosione delle armature	PZ
Di estrazione	ES
Delle tensioni residue	TR
Di penetrazione	PE
Monitoraggi strutturali di quadri fessurativi	MO
Esame visivo delle opere	VT
Georadar	GR
Prove con martinetti piatti	MP
Prove di carico	PC

cerche nella CNR-DT 200/2004 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Consolidamento Statico mediante utilizzo di Compositi Fibrorinforzati" (Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p. e strutture murarie) indica espressamente, nel paragrafo 4.8.4. "Qualifica degli operatori per l'esecuzione delle prove", che i profili professionali preposti alle prove devono corrispondere ai livelli di qualifica in conformità alla UNI EN 473 e UNI 45013.

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni al paragrafo 11.3.4.5 per le modalità di esecuzione dei controlli distruttivi e non distruttivi relative alle strutture metalliche saldate si definisce che tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO

473:2008 almeno di secondo livello (ora da leggeri ISO 9712).

Ed inoltre nelle opere di ingegneria civile la turbata sensibilità nazionale scaturita dalle recenti tragedie verificatesi in concomitanza di eventi naturali, ha di fatto posto all'ordine del giorno in modo drammatico il tema della sicurezza delle costruzioni ad uso abitativo e strategico in area sismica. In particolare gli eventi calamitosi insegnano che anche le strutture in calcestruzzo armato possono essere vulnerabili se mal progettate o realizzate con materiali di scarsa qualità e con una non corretta disposizione delle armature, sia principali che secondarie (staffe di confinamento).

Strutture che se non correttamente realizzate non possiedono l'adeguata duttilità e tanto

meno soddisfano i principi di gerarchia delle resistenze.

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, al capitolo 11 "Materiali e prodotti per uso strutturale" paragrafo 11.2.6 "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera", si indica che per la modalità di determinazione della resistenza definita "strutturale" si potrà fare riferimento alle norme del set UNI EN 12504-1 (prove a compressione); - 2 (indice sclerometrico); - 3 (forza di estrazione); - 4 (propagazione impulsi ultrasonici), nonché alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008)*.

VOLONTARIETÀ E COGENZA: ESEMPIO SULLE STRUTTURE METALLICHE

L'azienda ha la possibilità di partecipare a forniture di enti o grandi aziende nazionali od estere che, sempre più spesso, indicano nei capitolati la certificazione EN 1090 del produttore come requisito essenziale per la fornitura di carpenterie metalliche.

La certificazione EN 1090 dell'azienda è un'alternativa al rilascio, da parte del Servizio Tecnico Centrale, dell'Attestato di Denuncia Attività per i centri di trasformazione degli acciai per carpenteria metallica prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 (NTC2008). L'azienda è così sgravata da pratiche burocratiche con le autorità ministeriali. L'attività di certificazione è infatti eseguita da un organismo

Le saldature: qualifiche e controlli non distruttivi

ing. Elena Benzeni*
p.i. Umberto Ricciardi*

In questi mesi è stato affrontato diverse volte il tema della marcatura Ce delle strutture metalliche. Si è parlato dell'entrata in vigore della norma EN 1090-1, delle ripercussioni che la sua applicazione ha avuto in ambito progettuale, delle nuove prescrizioni da inserire nei capitolati, dei certificati da richiedere alle carpenterie in fase di accettazione dei materiali in cantiere, nonché delle problematiche legate al collaudo.

La rivoluzione normativa che sta interessando le strutture metalliche, però, non riguarda solo la EN 1090-1 o la prossima revisione delle Norme tecniche delle costruzioni (Dm 14/01/2008), ma anche il mondo delle saldature: le qualifiche dei saldatori, le certificazioni Iso 3834 delle ditte che eseguono saldature, i controlli da effettuare.

QUALIFICHE DEI SALDATORI

In base al cap. 11.3.4.5 del Dm 14/01/2008, gli operatori che eseguono saldature strutturali devono essere qualificati da un organismo accreditato Uni Cei En Iso/Iec 17024, però le norme di qualifica citate sono superate. I paragrafi due e tre attualmente vigenti vanno letti come segue: "I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma

Uni En Iso 9606-1 da parte di un ente terzo. I saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa".

I patentini in corso di validità ed emessi secondo la norma Uni En 287-1 rimangono validi fino alla naturale scadenza. La frase delle norme tecniche relativa alla deroga a quanto previsto dalla norma Uni En 287, invece, deve essere considerata nulla in quanto la Uni En Iso 9606-1 recepisce già questa richiesta. "Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma Uni En Iso 14732. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati (Wpqr) secondo la norma Uni En Iso 15614".

QUALIFICHE DELLE DITTE CHE ESEGUONO SALDATURE

Per le ditte che eseguono le saldature rimane l'obbligo di implementare un sistema di gestione delle saldature conforme alla norma Uni En Iso 3834 (per la parte pertinente 2, 3 o 4) con dei distinguo: ■ caso a), *saldature eseguite in officina coperta da marcatura Ce secondo la Uni En 1090-1*. Non sussiste l'obbligo della certificazione Iso 3834 da parte di un organismo terzo indipendente. Il controllo della

corretta applicazione del sistema di gestione delle saldature è ricompreso nella valutazione o sorveglianza En 1090-1 eseguita da organismo notificato;

■ caso b), *saldature eseguite in officina non coperta da marca-*



tura Ce secondo la Uni En 1090-1 (lavorazioni in outsourcing). In questo caso il sistema di gestione delle saldature deve essere certificato da un organismo terzo indipendente; ■ caso c), *saldature eseguite in cantiere*. Come sopra: il sistema di gestione delle saldature deve essere certificato da un organismo terzo indipendente.

CONTROLLI SULLE SALDATURE

Le principali difettosità rilevabili in una saldatura sono: cricche generate da sforzi di ritiro o da fessurazioni del materiale; microcricche di origine metallurgica o meccanica; cavità, soffiature e fori di varie dimensioni, talvolta passanti; inclusioni costituite da scorie intrappolate nel metallo fuso; mancanza di fusione tra metallo base e metallo depositato; penetrazione non com-

pleta; difetti di forma e dimensionali; altri difetti diversi. Per evidenziare i difetti di saldatura si può ricorrere sia a metodi non distruttivi che distruttivi. I metodi non distruttivi possono essere sia superficiali - esame visivo, magnetoscopico, con liquidi penetranti - sia volumetrici: esame radiografico e ultrasonoro.

ESAMI NON DISTRUTTIVI SUPERFICIALI

Esame visivo. Sia le Norme tecniche delle costruzioni, sia la norma En 1090 prevedono che i controlli visivi vengano fatti sul 100% delle saldature e si usano per rilevare difetti superficiali come ad esempio la mancanza di allineamento. Questi esami consentono di rilevare solo difetti macroscopici superficiali; sono però un ottimo strumento per pianificare i più opportuni metodi strumentali di indagine da applicare. Rif. Uni En Iso 17637:2011, En 970.

Controllo con liquidi penetranti, metodo diretto. Questo controllo rileva la presenza di difetti di tipo superficiale. Il liquido penetra per capillarità all'interno delle fessure, successivamente viene richiamato in superficie utilizzando particolari polveri che lasciano una traccia cromatica. Prima di applicare il liquido si deve procedere alla pulizia della superficie, meccanica (spazzolatura, sabbatura, getti

d'acqua ad alta pressione) o chimica (prodotti adeguati). Dopo la pulizia si procede all'asciugatura e all'applicazione del liquido penetrante attraverso nebulizzazione, pennello, umettazione o immersione. A seconda del materiale da analizzare varia il tempo di penetrazione. Si rimuove il liquido in eccesso e si applica il rivelatore. Il metodo è economico e facile da utilizzare, ma presenta diversi limiti: non è adatto in caso di superfici difficilmente accessibili, rileva solo difetti superficiali non chiusi. Inoltre se il difetto è troppo grande il lavaggio asporta il liquido penetrante e l'interpretazione dei risultati non è univoca. Con questo metodo è possibile rilevare cricche, sovrapposizioni, piegature e mancate fusioni affioranti. Rif. Uni En Iso 3452-1, En 571-1

Controllo magnetoscopico, metodo diretto. Con questo metodo si possono rilevare difetti superficiali o poco profondi, sia aperti che chiusi. Non è applicabile a materiali porosi ed è poco sensibile a difetti sferici. Il pezzo viene opportunamente magnetizzato e cosparso con una polvere magnetica: secca per la ricerca di difetti poco profondi, umida per difetti superficiali. Quando c'è una imperfezione/difetto, questo causa un'interruzione delle linee di flusso magnetico, con la conseguente disposizione della

Controlli non distruttivi in cantiere

notificato (Bureau Veritas, per esempio) che è in grado in tempi rapidi di rispondere alle esigenze dell'azienda.

ESTRATTO DA NTC 2008: 11.3.4.5 PROCESSO DI SALDATURA

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base. Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 (ora in edizione 2014) e il livello B per strutture soggette a fatica. L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa

polvere lungo la geometria del difetto. È un metodo più costoso rispetto ai liquidi penetranti, ma più affidabile e meno influenzato dalla manualità dell'operatore. Rif. Uni En Iso 17638, En 1290.

ESAMI NON DISTRUTTIVI VOLUMETRICI

Esame radiografico, metodo diretto. Si usano raggi X o gamma. Attraversando il materiale i raggi vengono assorbiti e la loro quantità varia in funzione dello spessore. Utilizzando una pellicola sensibile posta alla fine del pezzo è possibile impressionarla dalle onde residue. Lo sviluppo della lastra permette di individuare, mediante macchie scure o più chiare, difetti come cavità, discontinuità, fessure. Non è un metodo molto costoso ed è anche abbastanza semplice, ma sono necessarie particolari protezioni dalle radiazioni per gli operatori. Inoltre richiede un tempo di sviluppo e pertanto non fornisce risultati immediati. È applicabile a geometrie semplici e ha limiti di spessore (max 180 mm con i raggi X). Rif. Uni En Iso 5579, En 1435.

Esame ultrasonoro, metodo indiretto. Il metodo ad ultrasuoni sfrutta le proprietà di propagazione delle onde elastiche nei materiali. Vengono generati ultrasuoni, le onde si propagano nel pezzo da esaminare con la stessa frequenza del generatore e una velocità che è funzione del materiale. La presenza di difetti provoca riflessioni, diffrazioni e deviazioni

NDT - PROVE NON DISTRUTTIVE / ISPEZIONI E VERIFICHE DELL'AFFIDABILITÀ E DELLE PRESTAZIONI DI IMPIANTI INDUSTRIALI, IMPIANTI DI GENERAZIONE DI ENERGIA, RAFFINERIE E IMPIANTI PETROLCHIMICI. STRUTTURE CIVILI

- RoIM - Risk Oriented Inspection and Maintenance (API 581 - RIMAP)
- SIL - Safety Integrity Level (IEC 61508 / 61511)
- Progettazione strutturale
- Analisi di componenti
- Valutazione dell'integrità strutturale
- Analisi a fatica e dei guasti
- Analisi delle vibrazioni
- Metallurgia
- Analisi della corrosione
- Collaudo dei materiali
- Analisi di sicurezza
- Resistenza e affidabilità
- Durata degli impianti

e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione. Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004. (da leggersi EN 17635). Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 (da leggersi ISO 9712) almeno di secondo livello.

PASSAGGIO CONCETTUALE SULLA PRESTAZIONE... ORA E NEL TEMPO

Una delle novità salienti introdotte dall'avvento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 è che, come anche in altri settori (impianti, ingegneria dell'antincendio, ecc), si assiste al passaggio da un sistema normativo di tipo prescrittivo ad un sistema di tipo prestazionale, ovvero basato non sull'obbligo di adozione di misure tecniche, ma sul raggiungimento dei risultati. L'applicazione di norme prestazionali impone un maggiore sforzo e responsabilità per il Progettista, per il Direttore dei lavori ed il Collaudatore, sia in fase di collaudo che di esercizio dell'opera per verificare, secondo periodicità definite, la rispondenza ai requisiti e livelli di funzionalità e

prestazioni di progetto.

ATTORI PRINCIPALI «IN CANTIERE»: IL CAMBIAMENTO

L'approfondimento ingegneristico delle varie fasi e figure professionali coinvolte nella "filiera delle costruzioni", prevede:

■ il controllo di accettazione dei materiali forniti per la realizzazione delle opere (calcestruzzo, acciaio per strutture in c.a. e acciaio per la carpenteria metallica); le verifiche strutturali per la definizione dei livelli di conoscenza e il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera mediante indagini non distruttive (prova magnetometrica, sclerometrica e prova ultrasonora) e determinazione della profondità di carbonatazione;

■ la Direzione dei Lavori e la Direzione di cantiere; il collaudo statico (compiti e doveri del Collaudatore) e la progettazione, esecuzione ed interpretazione dei risultati sperimentali ottenuti dalle prove di carico statiche.

ATTORI PRINCIPALI «IN CANTIERE»: LE AZIONI

Infine, si constata che sempre più spesso le stazioni appaltanti pubbliche (regioni, province, comuni, ecc...) richiedono, come titolo preferenziale per la partecipazione ai bandi, di essere dotati di personale tecnico Qualificato e Certificato da appositi Organismi secondo le prescrizioni impartite dalla UNI EN ISO 9712:2012 (Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive), la figura professionale, al termine del percorso, sarà già in grado di sostenere tali esami di certificazione senza dover frequentare ulteriori percorsi formativi. Si fa presente che il Consiglio Nazionale delle Ricerche nella CNR-DT 200 R1/2012 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento statico mediante utilizzo di compositi fibrorinforzati" (Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p. e strutture murarie) indica espressamente nel paragrafo 6.3 "Qualifica de-

gli operatori per l'esecuzione delle prove" che i profili professionali preposti alle prove devono corrispondere ai tre livelli di qualifica (livello 1, 2 e 3) in conformità alla UNI EN 473 (da leggersi ISO 9712) e UNI 45013.

ATTORI PRINCIPALI «IN CANTIERE»: IDONEITÀ!

La verifica dell'idoneità tecnico-professionale delle imprese appaltatrici o dei lavoratori autonomi cui il datore di lavoro affida lavori, servizi e forniture, deve obbligatoriamente essere attuata (art. 26 comma 1 D.Lgs. n. 81/2008) anche, ma non solo, attraverso l'acquisizione del certificato di iscrizione alla Camera di Commercio, inerente i lavori affidati, e dell'autocertificazione dell'impresa appaltatrice o dei lavoratori autonomi del possesso dei requisiti di idoneità tecnico professionale, ai sensi dell'articolo 47 del DPR 445/2000. L'obbligo di verifica dell'idoneità tecnico professionale richiede il massimo di attenzione, cautela e professionalità da parte del committente tenendo conto in particolare che le modalità di cui all'art. 26 comma 1 D.Lgs. n. 81/2008 non esauriscono l'obbligo di verifica, posto che detta verifica riguarda il concetto così definito dall'art. 89 c. 1 d.lgs. n. 81/2008:

"l) idoneità tecnico-professionale: possesso di capacità organizzative, nonché disponibi-

lità di forza lavoro, di macchine e di attrezzature, in riferimento ai lavori da realizzare".

Questo significa che una mera verifica documentale è insufficiente, una verifica limitata alle modalità documentali non esonera il committente dalla responsabilità di aver scelto in modo negligente l'appaltatore che si dimostri professionalmente inadeguato e incompetente (si confronti l'art. 43 del Codice penale ai sensi del quale "il delitto: è colposo, o contro l'intenzione quando l'evento, anche se preveduto, non è voluto dall'agente e si verifica a causa di negligenza o imprudenza o imperizia, ovvero per inosservanza di leggi, regolamenti, ordini o discipline"), non esercitando il potere impeditivo che la legge attribuisce al committente che deve scegliere l'appaltatore, previa verifica dell'idoneità tecnico-professionale formale e sostanziale (art. 40 Codice penale: "non impedire un evento, che si ha l'obbligo giuridico di impedire, equivale a cagionarlo").

Dunque la verifica dell'idoneità tecnico-professionale deve estendersi alla verifica diligente e perita della effettiva capacità tecnico professionale della parte contraente di svolgere i lavori commissionati in modo sicuro, rispettosi del DUVRI o del PSC e non lesivo dell'integrità psicofisica altrui.

*Divisione Industria - Area nord
Bureau Veritas Italia

ISH

Fiera leader mondiale
Il mondo del bagno, tecnica degli edifici,
dell'energia e della climatizzazione,
energie rinnovabili

Francoforte sul Meno
10 - 14. 3. 2015

Energy

Aircontec: Where Efficiency meets Comfort.

Soluzioni sostenibili e all'avanguardia per la climatizzazione e la ventilazione degli edifici: l'area espositiva Aircontec presenta l'intera gamma dei sistemi innovativi per la ventilazione in grado di offrire non solo efficienza energetica, benessere termico e qualità dell'aria negli ambienti, ma anche maggiore comfort e igiene.

www.ish.messefrankfurt.com

visitatori@italy.messefrankfurt.com
Tel. +39 02-880 77 81



messe frankfurt