

# **MASTER IN MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLE OPERE INFRASTRUTTURALI E CIVILI**

## **DESCRIZIONE DEL CORSO**

Il master comprende una serie di lezioni sui metodi di controllo Non Distruttivi e Semi-Distruttivi tradizionali e innovativi, applicati per la diagnostica di opere infrastrutturali e civili.

Gli argomenti trattati sono suddivisi in 3 Sezioni e 6 Moduli.

La prima sezione è dedicata alla Caratterizzazione dei Materiali: Calcestruzzo e Muratura.

La seconda tratta le ispezioni visive e il censimento delle strutture e delle Infrastrutture.

La terza è relativa alle nuove tecniche per l'ispezione: il Drone, la Termocamera e il Laser Scanner.

## **OBBIETTIVI E FINALITA'**

Formare i tecnici rispetto alle modalità di controllo esistenti per la caratterizzazione dei materiali e l'analisi e la classificazione del livello di sicurezza delle strutture esistenti, ricorrendo anche a tecniche innovative che permettono di eseguire i controlli in modo più veloce, accurato ed efficiente.

## **MODALITA' DI SVOLGIMENTO E DURATA**

Sessione E-Learning attiva dal momento dell'Iscrizione, Sessione pratica in Aula a Modena presso il Centro Esame Progetto PSC in Via del Lavoro, 5 a Solignano Nuovo (MO) nei giorni:

- Prima sezione: *Caratterizzazione dei Materiali*. Lunedì 11 Novembre e Martedì 12 Novembre 2019 dalle 9:00 alle 13:00 e dalle 14:00 alle 18:00.
- Seconda sezione: *Ispezioni Visive e Censimento*. Mercoledì 20 Novembre e Giovedì 21 Novembre 2019 dalle 9:00 alle 13:00 e dalle 14:00 alle 18:00.
- Terza sezione: *Nuove Tecnologie per l'Ispezione Visiva*. Martedì 26 Novembre e Mercoledì 27 Novembre 2019 dalle 9:00 alle 13:00 e dalle 14:00 alle 18:00.

## **Ore totali di lezione: 48**

Docenti:

- Prima sezione: Caratterizzazione dei Materiali. Docente: Guido Tronca.
- Seconda sezione: Ispezioni Visive e Censimento. Docente: Leone Francesco.
- Terza sezione: Nuove Tecnologie per l'Ispezione Visiva. Docente: Andrea Timpani (Termocamera) Curuni Michele (Laser Scanner); Losi Andrea (Drone).

(CV in Allegato).

## ARGOMENTI DEL CORSO

- **Lunedì 11 Novembre 2019: Caratterizzazione del Calcestruzzo.**  
*Docente: Guido Tronca*

IL CEMENTO. Il cemento. Il controllo sui cementi secondo la normativa vigente (riferimento alla UNI EN). Gli aggregati. Il controllo sugli aggregati econdo la normativa vigente (riferimento alla UNI EN e UNI 8520). Il calcestruzzo. Il confezionamento. Le fasi di presa e indurimento. Cenni sui calcestruzzi speciali. Cenni sui calcestruzzi leggeri. Il calcestruzzo armato. Identificazione delle classi omogenee dei calcestruzzi in opera. Valutazione della resistenza caratteristica del calcestruzzo mediante prova a compressione.

NORMATIVA. L'uso delle tecniche sperimentali non distruttive per la valutazione dello stato di consistenza degli edifici. L'importanza dei livelli di competenza dei Tecnici che operano nell'ambito dei CND. Compiti doveri e responsabilità del personale certificato di I e II livello. Sistema di qualificazione e certificazione del personale secondo il regolamento interno Bureau Veritas. Aspetti peculiari delle prove non distruttive. Le NTC 2008: le responsabilità. La denuncia dei lavori. Le prove cogenti e quelle facoltative. La relazione a strutture ultimate. Il collaudo statico. I laboratori ufficiali e autorizzati. I cementi (portland, pozzolancio, d'altoforno e composito): proprietà e normativa (UNI EN 197). Gli aggregati: proprietà e normativa (UNI EN 12620 e UNI EN 8520-2). Il calcestruzzo fresco e indurito. Valutazione delle proprietà meccaniche del calcestruzzo. Variazioni dimensionali del calcestruzzo. La corrosione dei ferri nel cemento armato. Durabilità del calcestruzzo (UNI 11104 e UNI EN 206-1).

ULTRASUONI: FUNZIONAMENTO E SCOPI DELL'INDAGINE. Introduzione agli Ultrasuoni. Cenni sulle basi fisiche del metodo. Tipi di onde ultrasonore (onde longitudinali, trasversali, superficiali e di Lamb). Parametri delle onde ultrasonore. L'impedenza acustica. La pressione acustica. L'intenistà acustica. Cenni sull'attenuazione. La velocità di propagazione. La frequenza e la lunghezza d'onda. Calibrazione. Strumentazione Ultrasuoni: apparecchiatura e principali funzioni. Principio base del metodo. Applicazioni nel settore delle costruzioni. Limiti e vantaggi del metodo. Sicurezza e prestazioni attese. Durabilità.

ULTRASUONI: TECNICHE DI MISURA E PROVA SONREB. Metodo di trasmissione diretta o per trasparenza. Metodo di trasmissione semi-diretta. Misura del tempo di propagazione. Condizioni superficiali del campione. Temperatura ed umidità dell'ambiente. Lunghezza del percorso, forma dei campioni, frquenza naturali dei trasduttori. Presenza di armature. Individuazione e controllo dei difetti. al tecnica di misurazione SONREB (Sonic Rebound) per determinare la resistenza media a compressione del calcestruzzo combinando velocità ultrasonica V, con l'indice di rimbalzo S ottenuto con prove sclerometriche, compensando gli errori di entrambe le prove da effettuare nelle stesse zone di indagine.

PRELIEVO DI CAMPIONI di Calcestruzzo per la comparazione dei risultati ottenuti attraverso le prove non distruttive, tecniche di comparazione.

### ESERCITAZIONE PRATICA

Esercitazione pratica nell'utilizzo dello strumentazione e nell'individuazione dei cedimenti. Raccolta ed elaborazione dati secondo la procedura. Produzione di istruzioni operative e report.

- **Martedì 12 Novembre 2019: Caratterizzazione della Muratura.**  
*Docente: Guido Tronca*

MURATURE. Cenni sulle tipologie murarie: muratura in pietra naturale e in laterizi. Cenni sulle caratteristiche dei materiali di base: inerti, laterizi, malte. Cenni sulle caratteristiche meccaniche delle malte e dei laterizi. Caratterizzazione meccanica delle murature costituite da elementi resistenti artificiali e naturali: cenni sulla resistenza caratteristica a compressione, cenni sulla resistenza caratteristica a tagli.

CND e NTC 2018. L'uso delle tecniche sperimentali non distruttive per la valutazione dello stato di consistenza degli edifici. L'importanza dei livelli di competenza dei Tecnici che operano nell'ambito dei CND. Compiti doveri e responsabilità del personale certificato di I e II livello. Sistema di qualificazione e certificazione del personale secondo UNI EN ISO 9712:2012 e il regolamento interno BUREAU VERITAS. Aspetti peculiari delle prove non distruttive. Le NTC 2008: le responsabilità. La denuncia dei lavori. Le prove cogenti e quelle facoltative. La relazione a strutture ultimate.

STRUMENTAZIONE. Tipi di martinetti di prova. Basi di misura. Misura con trasduttori induttivi. Misure con deformometro. Pompa idraulica.

PROVE CON MARTINETTI PIATTI: PROCEDURA. Prove con martinetto singolo: identificazione e preparazione della superficie di prova. Tecniche di posizionamento delle basi di misura. Modalità di esecuzione del taglio. Predisposizione del martinetto. Esecuzione della prova. Prove con martinetto doppio: identificazione e preparazione della superficie di prova. Tecniche di posizionamento delle basi di misura. Modalità di esecuzione del taglio. Predisposizione ed inserimento dei martinetti. Esecuzione della prova.

PROVA PENETROMETRICA SU MALTA: PROCEDURA.

APPLICAZIONE DELLE INDAGINI. Scopo delle indagini. Procedura di esecuzione delle indagini. Elaborazione dati.

ESERCITAZIONE PRATICA

Valutazione di casi reali. Esercitazione attraverso simulacri. Produzione di istruzioni operative e report.

- ***Mercoledì 20 Novembre 2019: Indagine Visiva delle Opere.***  
*Docente: Francesco Leone*

NORMATIVA. L'uso delle tecniche sperimentali non distruttive per la valutazione dello stato di consistenza degli edifici. L'importanza dei livelli di competenza dei Tecnici che operano nell'ambito dei CND. Compiti doveri e responsabilità del personale certificato di I e II livello. Sistema di qualificazione e certificazione del personale secondo la UNI EN ISO 9712:2012 e il regolamento interno BUREAU VERITAS. Aspetti peculiari delle prove non distruttive. Le NTC 2008: le responsabilità. La denuncia dei lavori. Le prove cogenti e quelle facoltative. La relazione a strutture ultimate.

DOCUMENTI PRELIMINARI E INDAGINE VISIVA. Acquisizione e analisi della documentazione progettuale e, in assenza della stessa, esecuzione dell'analisi dell'evoluzione temporale dell'impatto strutturale dell'edificio attraverso: testimonianze dirette e indirette di ex-proprietari, proprietari, utilizzatori pregressi; confronto con eventuale documentazione storica ottenuta da archivi comunali e storici. Esecuzione di indagine visiva per il rilevamento di interventi che abbiano palesemente indebolito la struttura originale. Ricorrere all'utilizzo dell'abaco dei degradi per individuare difettologie strutturali e non strutturali dell'edificio.

VALUTAZIONI E APPROFONDIMENTI. Approfondimenti tecnici aggiuntivi. Valutazioni specifiche sulle criticità evidenziate. Pianificazione di un progetto di intervento di consolidamento la cui attuazione sarà propedeutica al rilascio della dichiarazione (salvo il caso in cui le NTC richiedano un collaudo ai sensi della L. 1086/71 e ss.mm.), o delle calcolazioni e verifiche che possano dimostrare l'idoneità statica dell'edificio pur in presenza delle anomalie rilevate. Indicazioni per la stesura di dichiarazione di idoneità statica.

ELABORAZIONE ED ESERCITAZIONE PRATICA

Valutazione di casi reali ed elaborazione dati. Produzione di istruzioni operative e report.

- ***Giovedì 21 Novembre 2019: Indagine Visiva delle Infrastrutture.***  
*Docente: Francesco Leone*

PONTI: UNA CLASSIFICAZIONE. Una classificazione delle opere infrastrutturali in base a materiale da costruzione, via servita, ostacolo sovrappassato e schema statico. Ponti in muratura, clacestruzzo, acciaio o a struttura mista. Ponti stradali, passerelle pedonali, ponti ferroviari e ponti canale. Vincoli progettuali

imposti dall'ostacolo da sovrappassare (corsi d'acqua, morfologia del terreno, sagoma limite). Tipologie costruttive: ponti a travata, ponti ad arco, ponti a telaio, ponti strallati e sospesi.

NORMATIVA. La normativa di riferimento, C.M. del 19/7/67, C.M. del 25/02/1991, ISTRUZIONE 44C del 1994 e NTC 2008.

CENSIMENTO DI UNA STRUTTURA. Le schede anagrafiche di acquisizione di dati in campo. Le regole per la compilazione. I dati specifici per i ponti: identificazione, dati d'ufficio, dati generali. Gestione della sicurezza nell'ispezione sul campo.

ISPEZIONE VISIVA SUL CAMPO. Le regole dell'ispezione visiva: ripetibile, rigorosa, oggettiva e numerica. Pratiche in campo delle ispezioni visive: procedure di ispezione visiva dei difetti dei ponti e compilazione delle schede di valutazione ispettiva. La catalogazione dei difetti La consultazione dei difetti. Le schede del catalogo dei difetti. Rilievo dei parametri fessurativi e difettologici: il metodo di assegnazione del voto. Esempi di valutazione dei difetti. Rilievo di ulteriori parametri per la descrizione dei difetti

USCITA SUL CAMPO.

STUDIO DELLE ANOMALIE PER ELEMENTO COSTRUTTIVO E MATERIALE COSTITUENTE. L'individuazione della causa del degrado. L'abaco dei degradi. Fenomeni di degrado fisici, chimici e biologici su materiali lapidei. Il degrado del calcestruzzo: aggressioni di tipo chimico, fisico e meccanico. La corrosione dell'acciaio.

RESTITUZIONE DEI RISULTATI. La compilazione delle schede difettologiche dei vari degradi riscontrati. L'elaborazione della relazione di ripristino attraverso una valutazione numerica (MVN) dei difetti. Analisi critica dei risultati che consenta di definire il livello di pericolosità riscontrata. In caso di pericolosità moderata programmazione di interventi di manutenzione/ripristino con relativa valutazione dei costi. Invece, nei casi più complessi o che implicano un rischio strutturale, sarà opportuno suggerire indagini sperimentali e verifiche statiche

- ***Martedì 26 Novembre 2019: Il Drone e la Termocamera.***  
*Docente: Andrea Losi*

TERMOCAMERA: normativa, tipologie di strumenti esistenti sul mercato, le applicazioni, il funzionamento, i termogrammi e i software per l'elaborazione.

DRONE: tipologie di RPAS, sensori utilizzabili, dati ottenibili, applicazioni. Normativa ENAC e regime sanzionatorio. Pianificazione volo, rotte e punti di controllo a terra. Operazioni di volo. Problematiche durante le operazioni di volo. Fotografia e software per l'elaborazione. Esportazione dati in Autocad e altri software.

USCITA SUL CAMPO.

RESTITUZIONE DEI RISULTATI. Compilazione dei report.

- ***Mercoledì 27 Novembre 2019: Il Laser Scanner.***  
*Docente: Curuni Michele*

INTRODUZIONE: Strumenti e tecnologie Hexagon: lo stato della tecnologia ad oggi statici ed in movimento. Uno sguardo al futuro...prossimo: smartcities e bim e gis. Saper leggere un datasheet. Il dato nuvola di punti: come è composto e come si legge, tecniche di unione scansioni. Come si misura su nuvola, come si estraggono misure, condivisione e web.

PRATICA: prova sul campo con RTC disposizione. Rilievo di 2/3 stazioni.

CASI E APPLICAZIONI: Il software di post elaborazione. Esempi di comandi di estrazione dati da cyclone survey e 3dreshaper (live). Presentazione casi studio.