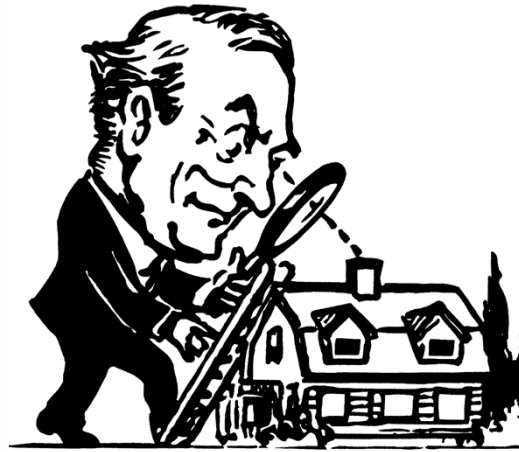


LA DIAGNOSTICA IN EDILIZIA



Studio Tecnico Diagnostico

LA DIAGNOSTICA IN EDILIZIA

Per disciplina **DIAGNOSTICA** si intende l'insieme delle tecniche strumentali atte a determinare quali-quantitativamente indicatori atti a definire lo stato di conservazione di un materiale o più in generale di un manufatto. Il contenuto della stessa è eminentemente tecnico e comprende la conoscenza delle strumentazioni, delle relative tecniche di applicazione e dei criteri interpretativi atti a definire lo stato degli elementi indagati ovvero la Diagnosi. La **DIAGNOSTICA EDILE** è da considerarsi come una parte del più ampio settore della **DIAGNOSTICA**, questa nasce principalmente nel settore della Medicina ed ha come obiettivo principale la definizione della conoscenza e dello stato delle patologie del corpo umano.

Analogamente con proprie metodologie si può definire il compito della Diagnostica edile per il campo generale dell'edilizia. Come per il settore della medicina l'obiettivo della diagnostica è quello di giungere alla formulazione di una diagnosi rispettando l'integrità dell'elemento da indagare ovvero applicando il principio della

NON INVASIVITA'

Pertanto vengono previste applicazioni di

TECNICHE NON E/O LIMITATAMENTE NON DISITRUTTIVE

al fine di evitare la perdita del manufatto in accertamento. Occorre tuttavia rilevare che per motivi di taratura e calibratura in laboratorio è talvolta necessario prelevare dei campioni del materiale da indagare. Ovviamente come tutte le discipline analitiche il legame con lo sviluppo della tecnologia è inscindibile in quanto è proprio con lo sviluppo di nuove strumentazioni che la D.E: ha potuto raggiungere risultati più elevati qualitativamente nella definizione della diagnosi.

Il termine QUALITA' è ovviamente entrato anche nel settore della D.E. fino a definire i criteri di affidabilità delle indagini conoscitive, vedi le

Norme statunitensi FEMA e ASTM SONO LE PRIME AD AVERE RECEPITO TALE INDICAZIONE CON LA 273 definendo un FATTORE K TRA 0,75 E 1 per differenti livelli di conoscenza

Oppure con un

Sistema di Garanzia di Qualità SGQ atto attraverso un'analisi dei rischi di non qualità a ridurre al minimo le incertezze nel processo di conoscenza

per QUALITA'

nel processo conoscitivo Diagnostico si intende l'insieme delle entità che permettono di soddisfare esigenze espresse ed implicite.

Per GARANZIA DI QUALITA'NELLA DIAGNOSTICA SI INTENDE

Che devono essere presenti :

Organizzazione delle misure necessarie

Dimostrazione che le misure siano state applicate

Ciò porta alla definizione di un

SISTEMA DI GARANZIA DI QUALITA'(SGQ)

In cui devono essere presenti i seguenti requisiti

QUALITA' SERVIZIO/PRODOTTO

GARANZIA : PROVA DI QUANTO PRODOTTO

GESTIONE : PIANIFICAZIONE E COMPREDENTI TECNICHE E STRUMENTI DI ATTUAZIONE DELLE AZIONI SVOLTE ALLA QUALITA

Questi parametri sono alla base del funzionamento di un Laboratorio Prove sui materiali e comunque di una società diagnostica e sono richiesti dal Ministeri e organi competenti come requisito di affidabilità

Negli SGQ di definiscono i

LIVELLI DI GARANZIA DI QUALITA' (LGQ)

Livello 1 PREDIAGNOSTICO

Basato su ispezioni visive o indagini puntuali con strumentazioni diagnostiche semplici per accertare la buona esecuzione ed il corretto utilizzo del fabbricato.

Questo livello permette di elaborare una prediagnosi sufficiente ed un protocollo di indagini più approfondito da sviluppare.

Livello 2 PROGRAMMA DI AZIONI SISTEMATICHE

Mediante definizione di indagini obbligatorie, raccomandabili, opzionali con definirne di strumenti, metodologie accurate da applicare.

Questo Livello permette al termine della sua applicazione di poter giungere ad un'adeguata conoscenza del manufatto e quindi di procedere ad una Diagnosi approfondita ed ad un'azione progettuale successiva e ad indagini ancora più specialistiche.

LIVELLO 3 PREVEDE AZIONI SISTEMATICHE DOCUMENTATE IMPERATIVE

Da applicarsi obbligatoriamente su parti specifiche per definire problematiche complesse

NORME E QUALITA' NEL PROCESSO DIAGNOSTICO

LE NORME in generale in tema di GQ non fanno riferimenti specifici al

PROCESSO DI CONOSCENZA DEL FABBRICATO

Ad eccezione della FEMA 273 che si riferisce anche se con principi generali al

PROGETTO DI CONOSCENZA DEI MANUFATTI EDILIZI IN PARTICOLARE A QUELLI IN ZONA SISMICA

A livello Europeo si segnalano in tal senso i casi di

FRANCIA dove dal 1978 vige L'ASSICURAZIONE PER LA COPERTURA DEI LAVORI DI RIPARAZIONE OBBLIGATORIA PER TUTTI GLI EDIFICI

SPAGNA dove nel 1991 il Consiglio delle Opere Pubbliche , Urbanistiche e Trasporti ha emanato il CONTROLLO DI QUALITA' SULLE COSTRUZIONI a recepimento della Norma Europea ISO 900

In Italia dal 1999 dopo significativi casi di crolli di edifici residenziali (Lecce, Roma, Napoli) è stato approvato il

FASCICOLO DEL FABBRICATO (D.L. 15.11.1999)

Purtroppo fermo in Senato cui sono seguiti ulteriori disegni di legge non ancora giunti al termine della fase di approvazione Legislativa nonostante gli ultimi eventi calamitosi vedi Terremoto dell'Emilia Romagna in cui sono apparse evidenti molte carenze prestazionali costruttive che si sarebbero potute verificare con controlli in fase di esecuzione e di collaudo

La diagnostica avrebbe sicuramente e potrà in futuro fornire risposte importanti in tal senso

Un contributo fondamentale alla qualità delle prove strumentali l'ha fornita la Normativa in un non recente passato

UNI EN ISO 9002

In cui le prove strumentali sono considerate come un **PRODOTTO** che per essere definito tale è il risultato dei seguenti requisiti

Programmazione

Organizzazione

Controllo documenti esistenti e prodotti con le indagini

Controllo progetto conoscitivo

Controllo strumenti ed equipaggiamenti

Controllo processo diagnostico

Controllo prove in situ ed il laboratorio

Controllo delle disuniformità

Controllo dei registri

Valutazione

La norma ISO 9000 è stata oggetto di profonda revisione generale da parte del Comitato TC 176 dopo gli esiti di una verifica generale condotta su un campione di aziende certificate. Importante per le prove strumentali è il concetto scaturito da tale revisione in cui non si parla più di fornitore di un prodotto ma di organizzazione del prodotto stesso in cui vengono coinvolti più elementi. Un successivo contributo al miglioramento della qualità l'ha fornita la

LEGGE 89/106 /EEC

che si occupa principalmente dei Sistemi di Qualità, degli Enti di Certificazione nei Prodotti e nei Servizi nel settore delle Costruzioni nella quale si fa preciso riferimento a possibili armonizzazioni di

STANDARD EUROPEI DI QUALITA'

In particolare per i Laboratori di Prove e gli Enti Ispettivi devono rispettare condizioni importanti quali

Disponibilità di personale e dei mezzi necessari
Competenza Tecnica ed Integrità del personale
Imparzialità nel condurre le prove e i successivi rapporti e certificati
Segretezza Professionale
Stipula di Assicurazione

Di rilievo sono ancora gli aspetti che sottolinea tale Normativa ovvero i requisiti essenziali per le opere edili :

Resistenza meccanica e stabilità
Sicurezza in caso di Incendio
Igiene, salute e ambiente

Un ulteriore sviluppo alla DIAGNOSTICA EDILE lo ha apportato la

LEGGE QUADRO N. 109/1994 per i Lavori Pubblici

e le successive

Legge 216/95 e Legge 415/98

in cui le Indagini diagnostiche sono previste principalmente in fase di Progetto Preliminare e soprattutto viene disciplinato il settore degli interventi sui Beni Culturali dove un elemento come la **Diagnostica in Situ** trova una sua chiara legittimazione. Un successivo contributo alla tematica degli accertamenti in situ lo fornisce la

D.L: 494/96 ss. mm. ii. sulla sicurezza nei cantieri mobili

In cui la Diagnostica viene ad assumere un'importanza fondamentale per la sicurezza degli operatori soprattutto nei cantieri di recupero nei centri storici, è' necessario oramai parlare di un vero e proprio **PROGETTO DIAGNOSTICO**

Un ulteriore ed importante elemento che rende la Diagnostica edile di sempre maggiore rilevanza è il rapporto tra

POLIZZE ASSICURATIVE E GARANZIA DI QUALITA'

in cui le Assicurazioni a fronte di riduzione dei costi assicurativi dei manufatti e del processo produttivo che li genera possono richiedere un SGQ con applicazione della Diagnostica Edile come uno degli strumenti programmatori per raggiungerla ed in fase di definizione dei successivi livelli di rischio per improvvise grandi calamità naturali.

LE ORDINANZE SISMICHE

A seguito degli eventi sismici dall'Irpinia al recente terremoto che ha interessato l'area della Lombardia con epicentro nella zona del Comune di Salò sono state emanate Normative e successivamente ordinanze il cui la Diagnostica ha assunto un ruolo preminente in particolare si hanno:

ORDINANZA PRESIDENTE DEL CONSIGLIO N. 3274 DEL 2003

ORDINANZA PRESIDENTE DEL CONSIGLIO N. 3431 DEL 2005

In riferimento alle I.D. è fondamentale il concetto di CONOSCENZA riferita a LIVELLI differenti e progressivamente più approfonditi:

Livello 1 : Conoscenza limitata

Rilievo geometrico, rilievo dei dettagli costruttivi, adozione valori usuali sui materiali, applicazione metodi di analisi lineare statica per la sicurezza

Livello 2 : Conoscenza adeguata

Oltre a quanto previsto nel livello precedente estensione delle verifiche in sito sui materiali, qualora tali verifiche fornissero risultati inferiori a quelli previsti dalle normative ulteriore estensione con prove anche su campioni di laboratorio. I risultati di tali prove potranno permettere di aumentare i fattori di confidenza sulle strutture per le verifiche relative

Livello 3 : Conoscenza accurata

Oltre a quanto sopra dovranno essere raccolti dati in sito e in laboratorio per permettere un'analisi in campo non lineare della struttura

D.M. 14.09.05 Norme Tecniche sulle Costruzioni e s.m.i.

nei quali sono ribaditi e resi cogenti in modo più ampliato le prove e le indagini sulle costruzioni esistenti e nuove. In particolare vale ricordare come citato nel D.M. del 2005 che i materiali devono essere **identificati, certificati, accettati**.

Tale decreto riprende quanto già espresso nella **L. n° 1086 DEL 05/11/1971** che istituiva l'obbligo di produrre certificati delle prove su alcuni dei materiali impiegati, ovvero conglomerato e acciaio (barre e profili), e nel quale veniva formalizzato il concetto di collaudo strutturale.

Tale Legge era già stata modificata con i DD.MM. del 9 e 16/01/1996 sul collaudo statico delle Opere in Cemento Armato e Struttura Metallica che seguivano la **L. n° 64 dello 02/02/1974** e prevedevano la loro applicazione per il Collaudo Statico delle Opere in Cemento Armato Normale e Precompresso e le Strutture Metalliche.

NTC 2008 E SS.MM. II

E' l'apparato Normativo che aggiorna e ridefinisce completamente integrandolo il Settore delle Norme Tecniche delle Costruzioni suddivisa in 11 capitoli con relativi allegati oggi integrati con la Circolare applicativa e già oggetto di una profonda revisione e aggiornamento che dovrebbe portare a breve ad una nuova emanazione aggiornata nel 2012

Raccoglie e integra tutte le Normative emesse sui processi costruttivi dal punto di vista analitico sia per le strutture che per i materiali rendendo cogenti nuovi sistemi di calcolo progettazione strutturale Metodo agli stati limite Metodo tensioni ammissibili

IL TECNICO DELLA DIAGNOSTICA

Non esiste allo stato attuale una Scuola Nazionale di formazione di Tecnici per tale settore.

Il profilo formativo normalmente ha inizio durante o dopo la scuola superiore, in particolare per Periti industriali, edili e Geometri.

Durante la formazione scolastica diverse materie affrontano elementi che sono propri della cultura del Tecnico della Diagnostica, successivamente ai titoli di Diploma vi sono corsi a carattere regionale o cofinanziati dall'Unione Europea che prevedono lo sviluppo delle tematiche della D.E.

Attualmente nei corsi di Laurea triennale e successivi biennali possono essere previsti appositi profili formativi nel settore della D.E. specialmente nelle Facoltà di Ingegneria, Geologia, Architettura, Conservazione dei Beni Culturali e in minor percentuale Fisica e Chimica.

A livello internazionale esistono in altri paesi europei (vedi **Francia**) appositi corsi di Laurea in Prove non Distruttive ed è nata recentemente la Confederazione Mondiale delle Prove non Distruttive che è formata dalle rispettive associazioni nazionali delle Prove non Distruttive.

Il ruolo di tale associazione è via via divenuto più rilevante e importante non solo nella promozione del settore, ma come strumento di dialogo principale con gli Enti preposti e con tutti i Soggetti.

Uno dei settori maggiormente sviluppati dall'Associazione Italiana è proprio quello della formazione mediante costituzione del **Centro Italiano di Coordinamento Prove Non Distruttive** cui è demandato il compito di certificare al massimo livello di competenza per ogni singola prova, ovvero il terzo, gli operatori che ne fanno richiesta.

E' stato infatti appositamente predisposto un percorso formativo per coloro che intendono certificare la propria attività nel settore delle prove non distruttive in edilizia che comprende 3 livelli di conoscenza il terzo dei quali da autonomia organizzativa al Tecnico per organizzare, sviluppare e interpretare i dati scaturiti dalle prove.

A livello aziendale esiste come già citato sopra il sistema di **Certificazione di Qualità** secondo le **Norme UNI EN ISO**.

In particolare occorre rilevare che le normative nazionali di cui sopra, a partire dalla Legge 1086 del 1971 hanno istituito i Laboratori Ufficiali (che costituiscono la rete nazionale dei Laboratori per le prove stabilite nelle rispettive normative) che sono Certificati da apposito **Ispettorato Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

Pertanto in conclusione il profilo formativo del Tecnico della D.E. può essere sviluppato sia a livello di singolo che a livello di Società o Laboratorio Ufficiale e non.

Si può concludere quindi che la formazione di una figura opportunamente preparata a svolgere D.E. è in questi anni oggetto di forti innovazioni e miglioramenti, ma che non sussiste un unico e preciso iter di qualificazione.

RAPPORTO CON LE ALTRE FIGURE PROFESSIONALI DELL'EDILIZIA

Il compito del Tecnico di D.E. va interpretato come quello di una figura squisitamente tecnica in grado di svolgere correttamente le prove e le indagini che vengono richieste con opportuna conoscenza delle strumentazioni e dei criteri di interpretazione dei risultati delle prove.

Nei confronti dei Progettisti, Direttori Lavori, Responsabili di Patrimoni Immobiliari a livello manutentivo e non assume il ruolo di un Tecnico Specializzato che dovrebbe saper fornire risposte analitiche sulle singole indagini che viene a svolgere sui materiali e sui manufatti sia in sito che in laboratorio e un ruolo di formatore per figure dello stesso tipo.

Purtroppo la Normativa Nazionale non prevede il riconoscimento di una figura di questo tipo ad eccezione del Tecnico di Laboratorio che ha come suo riferimento superiore normalmente una figura in possesso di Laurea Tecnica.

.....IL MONDO NUOVO DELLE COSTRUZIONI...

Oggi di particolare importanza dal punto di vista tecnico è la figura del Direttore Lavori che esistono nella conduzione attuale due figure ben distinte:

quello che assume il ruolo di dirigere e verificare i Lavori Architettonici e quella per i Lavori Strutturali

Compito di entrambe è di interagire al meglio delle singole competenze al fine della corretta edificazione dell'opera

In particolare siamo al compimento di processi di Certificazione dei Materiali che attraverso il BTE in alcuni casi (Benestare Tecnico Europeo) devono poter essere oggetto di apposita marchiatura a Norma CE o marchio di Conformità Europeo

Questo requisito è già di fondamentale importanza ma lo sarà ancora (fine 2012) di più al termine della fase di completamento di tale istruttoria per tutti i materiali

Il ruolo della Diagnostica è di fondamentale importanza proprio per il Direttore lavori nella fase di accettazione del materiale

Messa in opera

Collaudo

In tutte le fasi sopraindicate sarà proprio la presenza di una CONSOCENZA Tecnica specifica delle tecniche Diagnostiche, specialmente quelle non distruttive che potrà fornire delle risposte analitiche sul comportamento di materiali e strutture prima durante e post opera con i controlli manutentivi che devono essere eseguiti secondo quanto contenuto e adottato nelle NTC

TIPOLOGIE DI DEGRADO DEI MATERIALI

DEGRADO DA UMIDITA'



DEGRADO DEL CEMENTO ARMATO



DEGRADO DEL LEGNO



INDAGINI DIAGNOSTICHE
CONTENUTO DI UMIDITA'
NEI MATERIALI

METODO AL CARBURO DI CALCIO

DESCRIZIONE DEL METODO

Il metodo al carburo di calcio permette di determinare la presenza di umidità in un materiale attraverso la reazione chimica tra il carburo di calcio (CaC_2) e l'acqua (H_2O) in esso contenuta: il gas che si sviluppa (acetilene C_2H_2) è direttamente proporzionale all'acqua contenuta nel materiale e misurandone la quantità si determina la percentuale di umidità.



METODO TERMOGRAVIMETRICO

DESCRIZIONE DEL METODO

Questo metodo si basa sulla determinazione del grado di umidità presente nel materiale mediante determinazione della differenza di peso espressa in percentuale tra campione bagnato ed asciutto attraverso essiccamento in termobilancia.

La quantità minima di riferimento è pari a quella di almeno 10 g. di materiale



METODO PER RESISTIVITA' ELETTRICA

DESCRIZIONE DEL METODO

Lo strumento GANN Hydromette RTU 600 funziona secondo il metodo della misurazione della resistività elettrica basandosi sul fatto che più un materiale è umido più facilmente conduce corrente elettrica. A seconda del materiale che si intende analizzare esistono varie sonde.



CARATTERISTICHE
CHIMICO FISICHE DEI
MATERIALI

DETERMINAZIONE DELLA PRESENZA DI SALI (CLORURI, SOLFATI E CARBONATO DI CALCIO)

ANALISI QUANTITATIVA

DESCRIZIONE DEL METODO

Il test per i cloruri viene effettuato sciogliendo una piccola parte del campione (0,5 g) in 5 ml di acqua distillata e facendo poi reagire tale soluzione con 3 diversi reagenti : N,N-dimethylacetamide, acido nitrico, nitrato di mercurio.

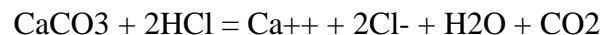
A seconda del reagente utilizzato la soluzione vira di colore, misurando le quantità necessarie per effettuare tali viraggi si determina la presenza di cloruri nel materiale..

Il test per i solfati viene effettuato immergendo una cartina indicatrice in una soluzione contenente 0,5 g di materiale sciolti in 5 ml di acqua distillata.

Anche in questo caso il cambiamento di colore della cartina è indice della presenza di solfati nel materiale analizzato.

Per l'analisi del contenuto di carbonato di calcio (CaCO₃) è utilizzato un calcimetro Dietrich Fruling cat. D570.

Il metodo si basa sulla reazione del carbonato di calcio presente nel materiale sottoposto ad analisi con l'acido cloridrico (HCl):



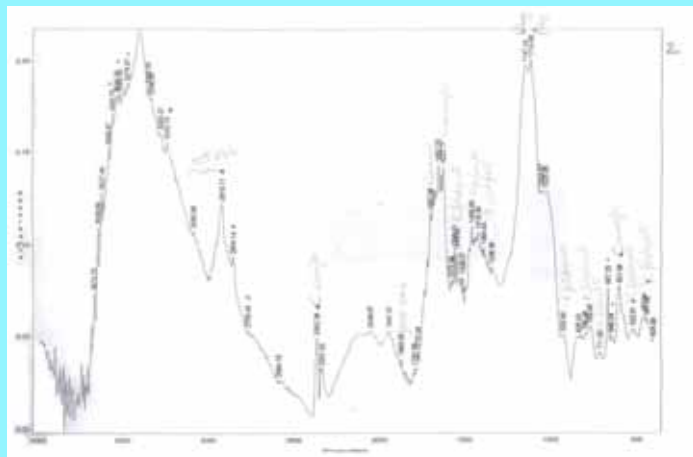
La quantità di anidride carbonica (CO₂) che si sviluppa è proporzionale al contenuto di carbonato di calcio e quindi misurando il volume del gas che si sviluppa si risale al contenuto percentuale di CaCO₃.



SPETTROFOTOMETRIA ALL'INFRAROSSO FT-IR

DESCRIZIONE DEL METODO

Questa tecnica strumentale è basata sulla spettrometria infrarossa classica. Si tratta di una tecnica recente creata grazie alla computerizzazione del laboratorio strumentale. Contrariamente agli spettrometri tradizionali in questa apparecchiatura non si ha un monocromatore a dispersione, ma viene utilizzato l'interferometro di Michelson, il quale produce nel corso di una speciale scansione l'interferogramma della sostanza in esame. Quest'ultimo è trasformato dal calcolatore collegato allo strumento in un tradizionale spettro infrarosso mediante trasformata di Fourier. Una sorgente luminosa ad incandescenza emette un raggio luminoso nel campo dell'IR, tale raggio giunge ad uno specchio semiriflettente che lo divide in 50% ad uno specchio fisso ed un 50% allo specchio mobile. I raggi riflessi da questi specchi sono inviati un'altra volta allo specchio semiriflettente il quale ricongiunge i due raggi e li invia al rivelatore. Anche se i due raggi hanno raggiunto il rivelatore congiunti essi hanno fatto un diverso *cammino ottico*: a seconda della differenza del cammino ottico dei due raggi si creano delle interferenze costruttive o distruttive che creano un segnale al rivelatore proporzionale alla differenza di cammino ottico dei due raggi e quindi dalla posizione dello specchio mobile in quell'istante.



ANALISI QUALITATIVA

DESCRIZIONE DEL METODO

Un'indagine qualitativa sulla carbonatazione del calcestruzzo può essere eseguita sottoponendo il materiale all'indagine con fenolftaleina, tale sostanza, mantenuta normalmente in soluzione alcolica all'1%, in presenza di materiale fortemente basico vira di colore e diventa viola, mentre in condizioni neutre o acide resta incolore.

I campioni (carote) vengono quindi irrorati di fenolftaleina e valutando la tipologia della reazione si conosce lo stato del materiale, la zona che resta incolore ha un alto contenuto di anidride carbonica e quindi risulta carbonatata.



Carota dopo prova alla fenolftaleina

PERMEABILITA' PER ASSORBIMENTO

DESCRIZIONE

Le strutture in cls semplice o armato risultano sempre più o meno porose e quindi permeabili ai liquidi e ai gas.

La conoscenza di tale parametro è perciò molto importante per determinare la durabilità del materiale e i tipi di degrado a cui può essere soggetto.

I principali fattori che possono determinare un'alta permeabilità sono :

- *rapporto acqua/cemento (a/c)* : troppa acqua nell'impasto provoca la formazione di pori capillari tanto più grandi quanto più elevato è il rapporto a/c con conseguente aumento del ritiro;
- *compattazione del calcestruzzo* : il calcestruzzo al momento del getto deve essere adeguatamente compattato per impedire che rimangano dei vuoti, dei vespai, ecc.;
- *condizioni di maturazione* : la maturazione dello strato più esterno del cls per effetto di un'elevata velocità di essiccamento favorisce la formazione di porosità negli strati più esterni compromettendo il copriferro e quindi i ferri d'armatura.

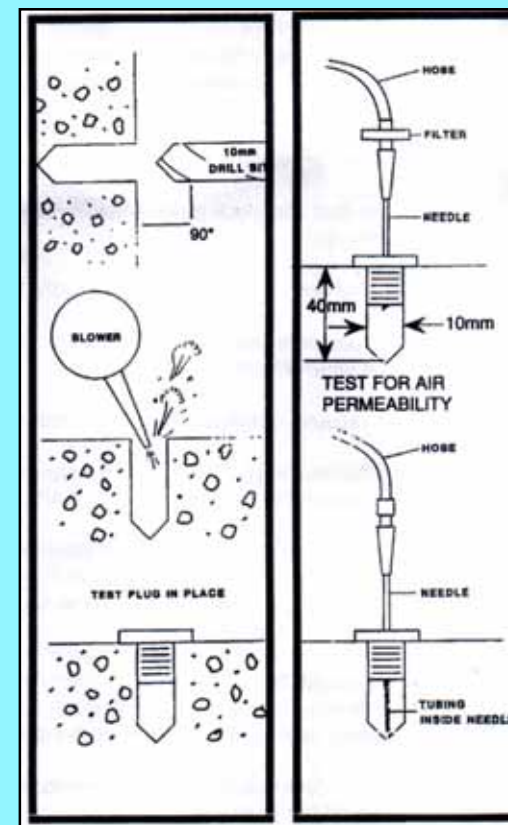


PROVA DI PERMEABILITA' ALL'ARIA : METODO DI FIGG

DESCRIZIONE

La porosità del calcestruzzo è un elemento importantissimo per la valutazione delle sue qualità meccaniche e chimico-fisiche e per determinare il livello di rischio di degrado causato dai gas presenti nell'atmosfera.

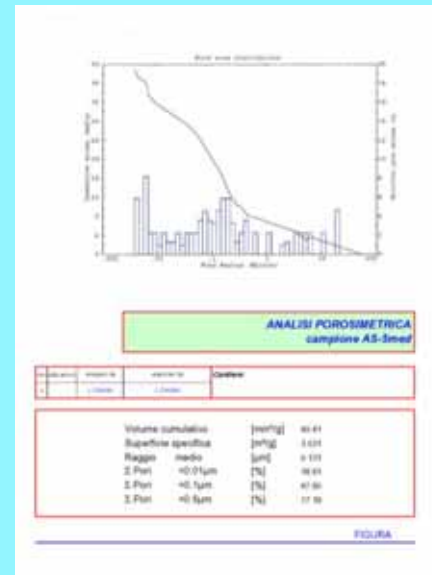
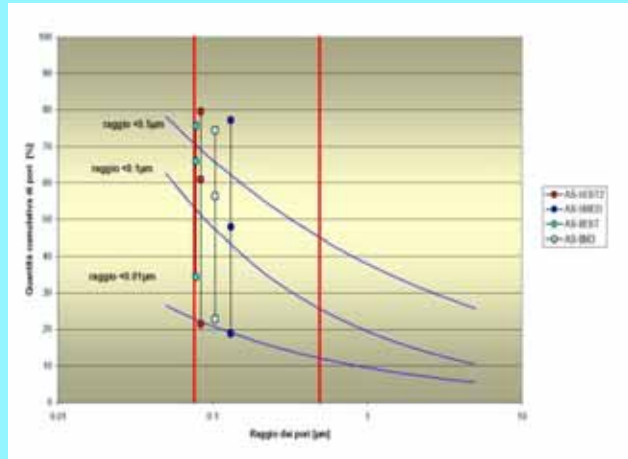
Il metodo di Figg permette di valutare la permeabilità all'aria del calcestruzzo in sito in maniera immediata.



POROSIMETRIA AL MERCURIO

DESCRIZIONE

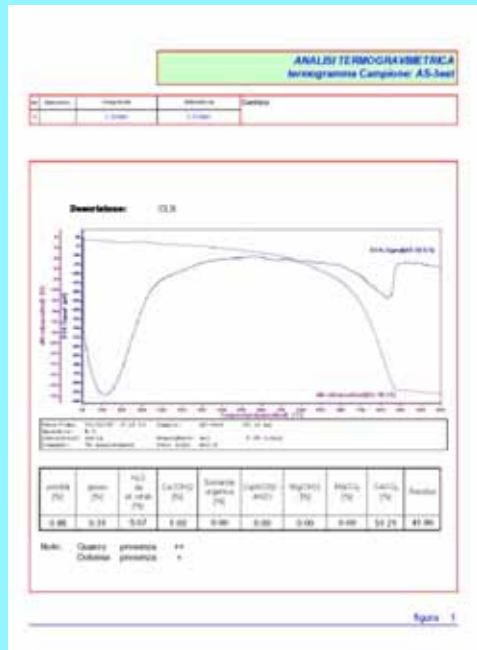
I materiali anche quelli che appaiono più compatti, sono dotati di porosità, una frazione del loro volume è occupata da piccole cavità che possono essere dovute a gas rimasto intrappolato, o a fessure da ritiro originatesi durante l'indurimento, o a spazi intergranulari. Il volume totale di tutte queste cavità rapportato al volume totale rappresenta la porosità del materiale, l'indice dei vuoti è dato dal rapporto tra i due volumi. Le dimensioni di tali cavità variano tra qualche centesimo di micron e qualche micron, esse sono osservabili al microscopio e il loro volume può essere calcolato con buona approssimazione mediante la porosimetria al mercurio, una tecnica che si basa sulla misurazione della pressione in corrispondenza della quale un certo volume di mercurio è forzato all'interno dei pori, con tale tecnica si riesce anche a risalire alle dimensioni dei pori.



INDAGINE TERMOGRAVIMETRICA

DESCRIZIONE

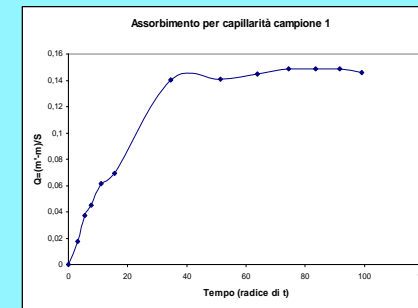
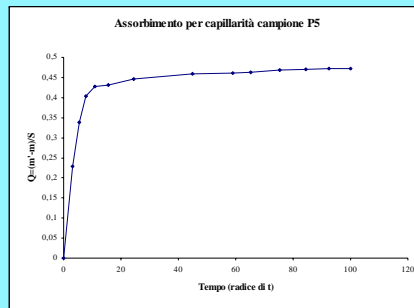
L'acqua contenuta all'interno del calcestruzzo è di 2 tipi fondamentali, quella "evaporabile" dovuta all'umidità ambientale e che si trova nelle cavità del materiale e quella "non evaporabile" che è quella di struttura e che quindi si trova legata strutturalmente ai vari composti che compongono la pasta cementizia. La differenza fondamentale tra le 2 tipologie è che quella "evaporabile" viene eliminata dal materiale già a temperature inferiori ai 100° C, mentre la "non evaporabile" viene eliminata solo a partire da temperature superiori a tale valore in quantità via via crescenti proporzionali alle temperature raggiunte. Per conoscere le quantità presenti delle 2 tipologie e valutare l'effetto delle alte temperature su di esse viene quindi eseguita un'indagine termogravimetrica sia sui campioni "sani" che su quelli interessati dall'incendio. Tale indagine permette quindi di rilevare le trasformazioni indotte all'interno del materiale dall'incendio. Oltre alla quantità d'acqua dovuta a umidità viene quindi rilevata anche quella strutturale legata ai composti del silicio (silicati idrati), inoltre si rilevano tra gli altri le presenze di gesso, carbonato di calcio, idrossidi di calcio e magnesio e sostanze organiche.



PROVA DI ASSORBIMENTO PER CAPILLARITA'

DESCRIZIONE

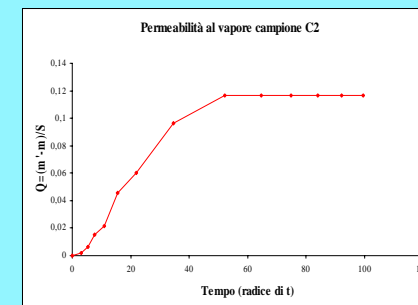
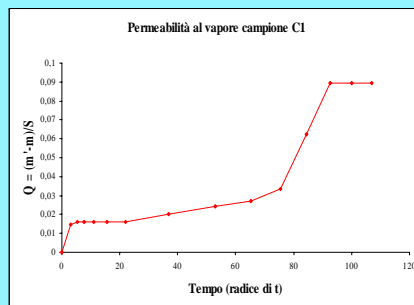
La prova viene eseguita in ambiente controllato avendo come riferimento la norma UNI 9526 relativa alla *Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità*. Le prove vengono eseguite in apposite cellette posizionando i campioni sopra dei filtri di Wratten immersi per metà in acqua distillata. Le pesate sono state effettuate con una bilancia di precisione con lettura al centesimo di grammo.



PROVA DI PERMEABILITA' AL VAPORE

DESCRIZIONE

Tali prove vengono eseguite avendo come riferimento il Doc. Normal 21/85 e la norma UNI 9233 in cui la permeabilità al vapore d'acqua è definita come "Densità di flusso di vapore". I campioni di materiale prelevati in situ sono adeguatamente preparati per permetterne l'alloggiamento nelle celle di prova, la superficie degli stessi è spianata e resa il più regolare possibile.

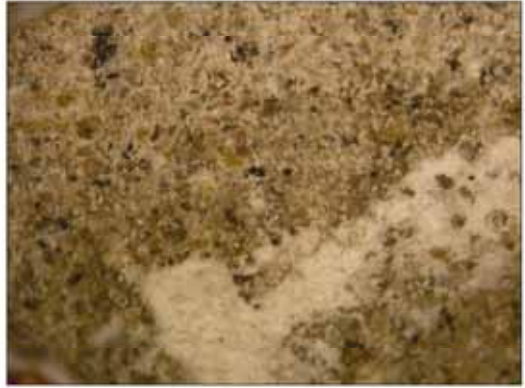


ANALISI MINERALOGICO PETROGRAFICA

DESCRIZIONE

Si effettua sui materiali (es. intonaci, malte) per individuarne i componenti e valutarne le caratteristiche. L'analisi viene eseguita mediante studio al microscopio ottico stereoscopico in luce riflessa. La descrizione dei campioni viene fatta seguendo le indicazioni NORMAL 12/83²

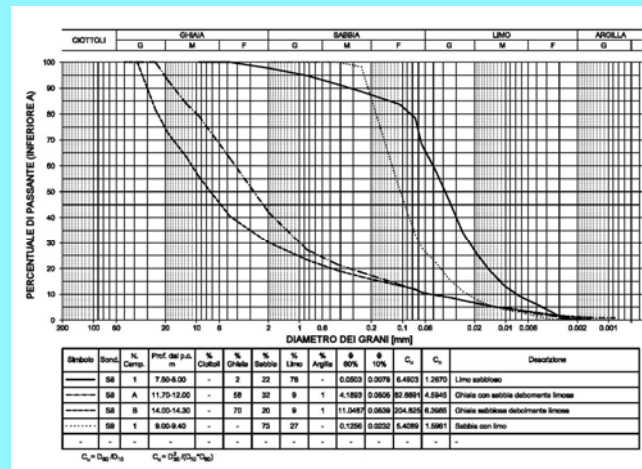


ANALISI MALTE ED INTONACI		SCHEDA N°
Scheda di rilevamento		2
OGGETTO: Via Pia 24 (Savona)		
TIPO DI ANALISI: <i>Analisi al microscopio ottico in luce riflessa</i>		
DATA DEL RILEVAMENTO: 18/12/2008		
ZONA: Campione SA		
ANALISI MALTA AL MICROSCOPIO (10X)		
		
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Si tratta di un campione di intonaco con spessore complessivo non determinabile, finito con tinta a calce bianca. L'arriccio si presenta con un rapporto elasti/matrice medio-alto ed un legante costituito da calce bianca aerea, mentre l'aggregato, costituito essenzialmente da quarzo con scisti subordinati, si presenta scarsamente classato, con dimensioni massime dei granuli di mm 1, sfericità bassa ed arrotondamento dei granuli subarrotondato.		
DATAZIONE L'aggregato evidenzia caratteristiche mineralogico-petrografiche e tessiturali tipiche di una sabbia dei depositi plio-quaternari del savonese, utilizzata nel centro storico di Savona per malte ed intonaci dalla seconda metà del XVIII secolo alla fine del XIX secolo.		

ANALISI GRANULOMETRICA

DESCRIZIONE

Lo scopo di tale analisi è quello di raggruppare, in diverse classi di grandezza, le particelle costituenti terreni o altri materiali (es. intonaci, malte) e di determinare successivamente le percentuali in peso secco del campione iniziale. Il campione viene esaminato previa essiccazione in forno termostatico a 100°C e disaggregazione completa degli aggregati di malta residui. La norma di riferimento è la ASTM D 421, ossia con procedura a secco.



RILIEVO DEL PH SUPERFICIALE

DESCRIZIONE

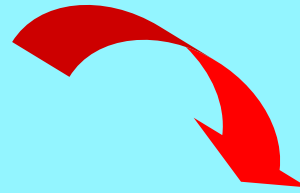
Il rilievo del pH superficiale è stato eseguito con un phmetro digitale modello HD 8602 che si basa sul metodo di misurazione potenziometrico.

Il pH viene quantizzato mediante la misurazione della differenza di potenziale tra due elettrodi posti a contatto della superficie dell'elemento da analizzare.

La misurazione del pH sulle superfici in cls è importante perché può evidenziare la presenza di un attacco acido al materiale, attacco che sarebbe gravemente nocivo per il calcestruzzo.

In condizioni normali il pH del cls è circa 11, valore che è indice di un'elevata basicità che protegge i ferri delle armature favorendo la formazione sulle stesse di un ossido protettivo.

Un attacco acido, dovuto per esempio a piogge acide o a gas inquinanti presenti nell'aria, causa una diminuzione del pH e un conseguente deterioramento dell'ossido protettivo, fatto che provoca una veloce corrosione dei ferri.



DETERMINAZIONE DEL POTENZIALE ELETTRICO DEI FERRI DI ARMATURA (UNI 9535)

DESCRIZIONE DELLA PROVA

La prova viene eseguita utilizzando uno strumento digitale di misura CAT. E 50, di tipo portatile, con visore a cristalli liquidi e funzionamento a batteria.

La misurazione si basa sul fatto che il ferro del calcestruzzo, in presenza di soluzioni saline, si comporta come semielemento galvanico; si possono quindi produrre nella struttura delle circuitazioni che innescano il fenomeno galvanico, con asportazione e ossidazione (e quindi corrosione) del ferro.

Valutando il potenziale elettrico (E) del ferro si può stabilire con una precisione maggiore del 90% se è in atto o meno il fenomeno della corrosione.



INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

- per $E > -0,2$ Volt ci sono il 90% di probabilità che il ferro delle armature sia integro
- per $-0,35 \text{ Volt} < E < -0,2 \text{ Volt}$ si ha incertezza sul valutare il fenomeno della corrosione
- per $E < -0,35$ Volt ci sono il 90% di probabilità che l'armatura metallica si stia corrodendo

CARATTERISTICHE
MECCANICHE DEI
MATERIALI

INDAGINE SCLEROMETRICA SU LEGNO ESEGUITA CON PILODYN 6J STANDARD

DESCRIZIONE DELLA PROVA

Le prove vengono eseguite utilizzando il pilodyn 6J standard per il legno, tale strumento permette di valutare il livello di degrado e la riduzione della sezione resistente degli elementi lignei.



INDAGINE CON PENETROMETRO DA LEGNO RESI F 400

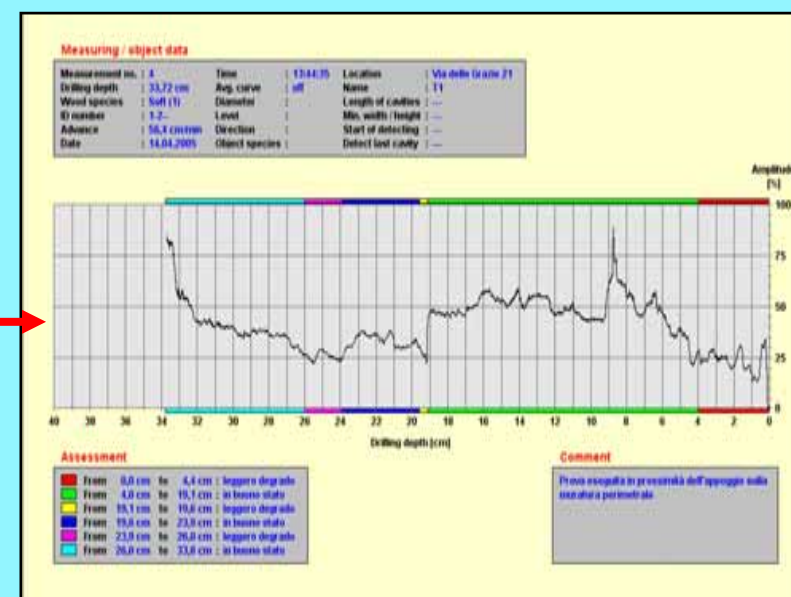
DESCRIZIONE

Lo strumento permette di valutare le variazioni di densità tra legno “sano” e legno “degradato” e quindi di effettuare una diagnosi di aree di decadimento interne del materiale ligneo in esame.

La resistenza opposta alla perforazione del legno dipende principalmente dalla densità dello stesso e rappresenta uno dei valori caratteristici più importanti del materiale, permettendo di trarre conclusioni sulla qualità del legno in una particolare sezione.

In particolare il Resi misura la resistenza opposta dal legno alla perforazione eseguita con un ago sottile (3 mm).

A mano a mano che si fora il legno i dati vengono meccanicamente evidenziati su una striscia di carta chimica (scala 1:1) e parallelamente registrati nella centralina elettronica di acquisizione dati di cui è dotato lo strumento, tali dati possono poi essere scaricati su pc ed elaborati con apposito software.



INDAGINE SCLEROMETRICA SU CALCESTRUZZO

Determinazione indice sclerometrico secondo UNI EN 12504-2

DESCRIZIONE DELLA PROVA

L'indagine viene eseguita utilizzando uno sclerometro da calcestruzzo modello C181N.

La norma di riferimento per tale prova è la UNI 12504-2, è opportuno far notare che in essa è specificato che tale metodo da solo non è sufficiente per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo, ma ne fornisce una stima con una precisione del 15-20% perché influenzata dalla non omogeneità e isotropicità del materiale.

Lo strumento utilizzato è munito di un'asta che una volta premuta contro la superficie da analizzare, carica una molla.

Quando l'asta è completamente all'interno dello strumento, si sgancia una massa che colpisce l'asta stessa e attraverso questa il calcestruzzo.

Per reazione l'asta trasmette alla massa il contraccolpo o rimbalzo che è tanto maggiore quanto più duro e compatto è il calcestruzzo.

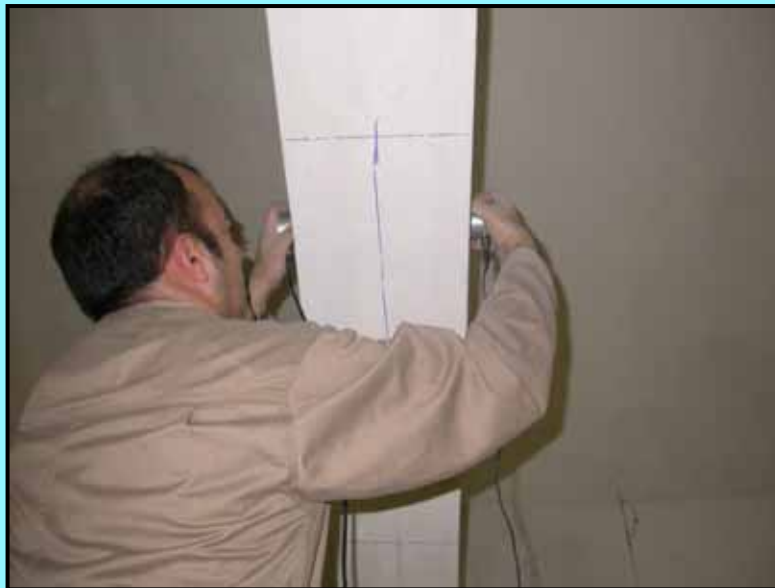


INDAGINE ULTRASONICA

Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde secondo UNI 12504-4

DESCRIZIONE

Per l'indagine ad ultrasuoni è utilizzato lo strumento cat. E 46, con una frequenza in uscita di 1,5 KW. Le prove sono eseguite sia in direzione **trasversale** (*metodo diretto*) che in direzione **longitudinale** (*metodo indiretto*) sulle superfici.



METODOLOGIA SONREB

DESCRIZIONE

Tale metodo si basa sulla combinazione dei dati delle indagini sclerometrica e ultrasonica, i cui vantaggi sono i seguenti :

- annullamento dell'influenza dell'umidità e del grado di maturazione del calcestruzzo dai risultati perché essi hanno un effetto opposto sui valori della velocità di propagazione dell'onda ultrasonica e sull'indice di rimbalzo
- riduzione, rispetto all'indagine ultrasonica, dell'influenza della granulometria dell'inerte, del dosaggio e del tipo di cemento e dell'eventuale additivo utilizzato per il getto
- riduzione, rispetto all'indagine sclerometrica, dell'importanza della differenza di qualità tra strati superficiali e profondi del calcestruzzo

Il metodo viene applicato determinando per ogni area di prova la velocità di propagazione dell'onda ultrasonica in m/s determinata in base alla Norma UNI 12504-4 (V) e l'indice di rimbalzo dello sclerometro ottenuto secondo la Norma UNI 9189/88 (I), da tali valori si può ricavare la resistenza a compressione del calcestruzzo facendo uso di una curva di correlazione analitica (Raccomandazione RILEM 43 CND) con una precisione di stima del 15% che è la seguente:

$$R = 7,695 \times 10^{-11} \times I^{1,4} \times V^{2,6}$$

Nella formula la velocità dell'onda ultrasonica da considerare è quella rilevata per via diretta.

INDAGINE CON PACOMETRO

DESCRIZIONE

L'indagine viene eseguita utilizzando un Pacometro al fine di rilevare la posizione dei ferri di armatura (fino ad una profondità di circa 9 cm).

Tale strumento basandosi sul principio di induzione di impulsi elettromagnetici permette la localizzazione dei ferri d'armatura nelle strutture in cemento armato..

La tecnica utilizzata fornisce letture molto stabili ed è insensibile alle interferenze elettriche e agli effetti delle variazioni termiche.

Oltre alla localizzazione dei ferri lo strumento permette la determinazione del diametro dei ferri d'armatura (da 6 mm a 45 mm) e la misurazione dello strato di copriferro (da 5 mm a 104 mm).



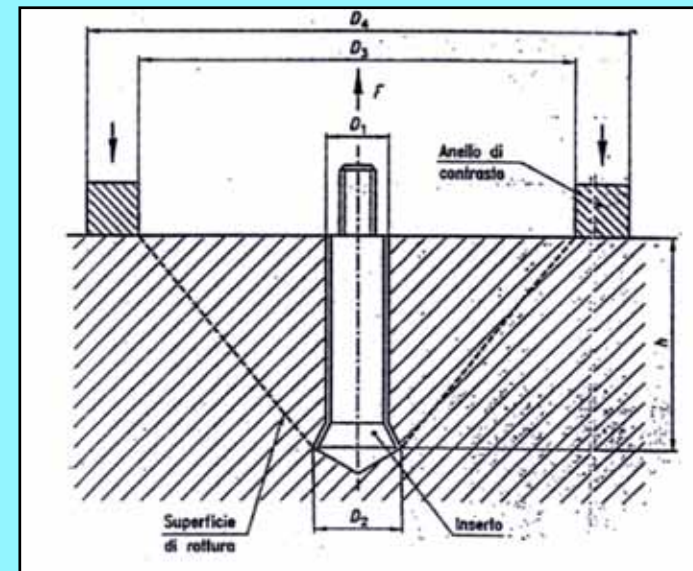
PROVA DI PULL-OUT

(Calcestruzzo indurito : Determinazione della forza di estrazione mediante inserti ad espansione geometrica e forzata – UNI 10157)

DESCRIZIONE

La prova di pull out è un metodo d'indagine non distruttiva finalizzato alla valutazione della resistenza a compressione media del calcestruzzo.

L'attrezzatura è composta da un martinetto, in alluminio, per l'estrazione degli appositi tasselli preparati per questa metodologia e da una pompa idraulica manuale dotata di un manometro di lettura con fondo scala di 250 bar.



INDAGINE SONICA SULLE MURATURE

Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde secondo UNI 12504-4

DESCRIZIONE

Per l'indagine sonica delle murature è utilizzato uno strumento modello S.Q.S. V3, lo strumento è dotato di 2 sonde, una emittente (martello sonico) e una ricevente che permettono la misurazione della velocità di propagazione all'interno del materiale delle onde sonore, dato che permette la valutazione di alcune proprietà meccaniche dello stesso.



INDAGINE SCLEROMETRICA SULLE MURATURE

Determinazione indice sclerometrico secondo UNI EN 12504-2

DESCRIZIONE DELLA PROVA

L'indagine viene eseguita sui materiali costituenti le varie tipologie murarie quali malte, mattoni, elementi lapidei utilizzando degli sclerometri specifici per i vari materiali indicati.

Lo sclerometro misura la resistenza alla compressione e l'omogeneità del materiale, il martello dello sclerometro colpisce il materiale con un'energia predefinita e costante, la massa rimbalza in funzione della durezza e il valore dell'indice di rimbalzo è indicato su una scala graduata, tale indice permette la valutazione qualitativa del materiale.

La norma di riferimento per tale prova è la UNI EN 12504-2, è opportuno far notare che in essa è specificato che tale metodo da solo non è sufficiente per la determinazione della resistenza a compressione, ma ne fornisce una stima con un errore del 15-20% perché influenzata dalla non omogeneità e anisotropicità del materiale.



CAROTAGGI E PROVA A COMPRESSIONE SU CAROTE UNI 12504-1

DESCRIZIONE

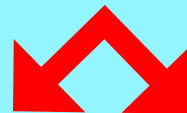
Per l'esecuzione di tali prove è utilizzata una carotatrice DD100 munita di una tazza diamantata con diametri variabili da $\varnothing 50$ a $\varnothing 200$ (diametro esterno).

La carotatrice viene fissata alle superfici mediante una piastra di ancoraggio collegata ad una pompa aspirante che creando un vuoto d'aria garantisce la perfetta aderenza tra piastra e supporto evitando la perforazione della struttura per l'inserimento di tasselli d'ancoraggio.



PROVA DI ROTTURA A COMPRESSIONE

Dopo l'estrazione le carote vengono tagliate e spianate per essere sottoposte alla prova di rottura a compressione, da cui si ricava il valore della resistenza del materiale.



PROVA DI ADERENZA

DESCRIZIONE DELLA PROVA

La prova viene effettuata con martinetti che basandosi sul metodo del pull-off permettono la misura della forza necessaria al distacco dei materiali di rivestimento. La superficie da sottoporre alla prova viene preventivamente pulita con dei solventi sgrassanti e quindi resa leggermente ruvida con della carta abrasiva, su di essa vengono quindi applicati utilizzando un adesivo epossidico (araldite) dei dischi metallici opportunamente sagomati. Completata la presa dell'adesivo viene effettuato lo strappo dei dischi dalla superficie con l'apposito strumento e dopo un'attenta valutazione delle tipologie di distacco viene determinata la forza di aderenza.



PROVE CON MARTINETTI PIATTI

MARTINETTO PIATTO SINGOLO (Rilievo dello stato di sollecitazione della muratura)

La prova viene eseguita facendo riferimento alle seguenti normative :

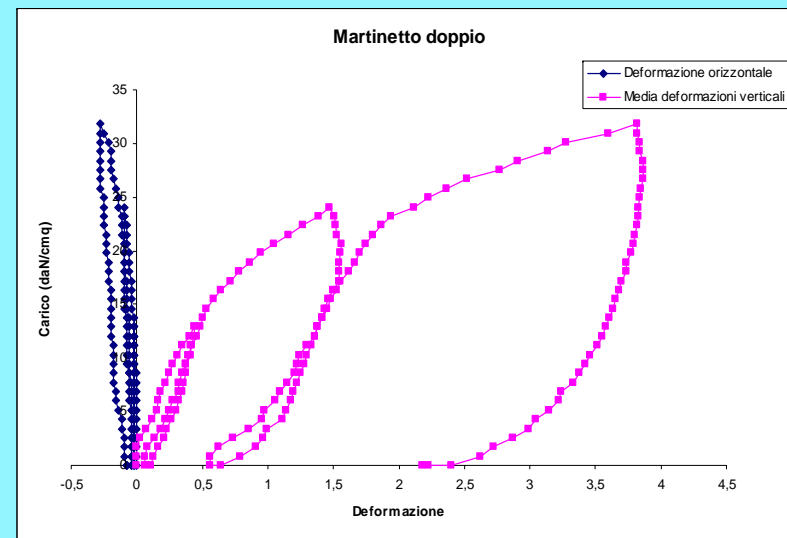
ASTM C 1196-91 – In situ compressive stress within solid unit masonry estimated using flat jack measurements;
RILEM Lum 90/2 Lum.D.2. – In situ stress based on the flat jack.

La prova viene eseguita su pannelli murari privi di intonaco, su di essi è individuata una zona in cui eseguire un taglio mediante una sega a catena, a cavallo di tale zona vengono preventivamente posizionate delle basi deformometriche in modo da poter misurare con un deformometro digitale con lettura al millesimo di mm.



MARTINETTO PIATTO DOPPIO (Analisi del comportamento tenso deformativo)

La prova viene eseguita successivamente a quella con martinetto singolo eseguendo un taglio parallelo al primo sul medesimo pannello murario ad una distanza di circa 50 cm in modo che una porzione omogenea di muratura risulti compresa tra i due tagli. Anche nel secondo taglio viene inserito un martinetto ed entrambi vengono collegati alla medesima pompa a mano dotata di manometro di precisione e trasduttore di pressione collegato ad una centralina di acquisizione a sua volta collegata ad un computer dotato di apposito software di gestione. Sulla porzione muraria compresa tra i 2 martinetti vengono quindi posti dei sensori elettronici (normalmente n°3 in posizione verticale e n° 1 in posizione orizzontale) anch'essi collegati alla centralina e quindi al pc, in modo da acquisire in continuo le sollecitazioni applicate e le relative deformazioni indotte nella muratura sia in direzione orizzontale che verticale.



ENDOSCOPIE

DESCRIZIONE

Per le endoscopie si utilizza un endoscopio flessibile modello Light Scope dotato di visione sia diretta che a 90° con sorgente luminosa a fibra ottica continua.

Lo strumento ha un diametro di soli 7 mm il che permette il suo inserimento anche in cavità di dimensioni molto ridotte, al fine di ottenere immagini e/o filmati di quanto analizzato all'oculare dello strumento è stata applicata una microtelecamera Color DSP CCD modello LCL-211H ad alta risoluzione.



VIDEOENDOSCOPIE

DESCRIZIONE

Per l'esecuzione dell'indagine vengono eseguiti dei fori di dimensioni variabili nelle strutture, all'interno di foro viene effettuata un'indagine con una telecamera per videoispezioni di condotti e cavità collegata ad un visore e acquisitore immagini digitale modello AV320 della Archos.



PROVE DI CARICO

STRUMENTAZIONE

Sistema digitale a 5 sensori per collaudo delle strutture modello 58-C0299/A munito di una centralina di acquisizione dati Datalogger MPD-80 a 8 canali modello 58-E0056/A, il tutto collegato a una stampante Dot Matrix Printer modello iDP-562. I sensori sono composti da una struttura telescopica tubolare alla base della quale è posto il sensore, che per mezzo di un sistema a molla, può lavorare per compressione o per trazione. Le caratteristiche di tale sensore sono :

- Altezza minima :1100 mm
- Altezza massima :3100 mm
- Corsa del sensore : ± 50 mm
- Risoluzione :0,01 mm
- Peso netto :1,7 Kg

Ogni sensore è collegato con apposito cavo alla centralina di acquisizione dati che permette il collegamento di 8 sensori.

Ogni canale della centralina può essere configurato con un proprio fondo scala, unità di misura, intervallo di acquisizione dati, punto di azzeramento e modo di output.

Tutti i dati possono essere monitorati in tempo reale e restituiti su stampante e/o computer in funzione del ritmo di acquisizione, ciò permette di valutare istantaneamente gli effetti dei carichi applicati sulle strutture in esame.



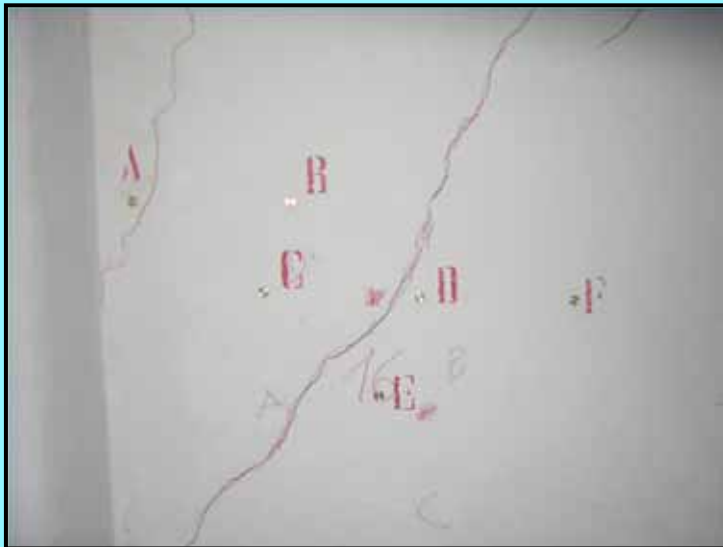
CARICO

Il carico di prova può essere ottenuto con un serbatoio flessibile “a cuscino” per collaudo solai in tessuto poliestere extraforte rivestito con plastomeri, con sacchi di cemento o simili e utilizzando un martinetto oleodinamico agente su profilati metallici per la distribuzione del carico.



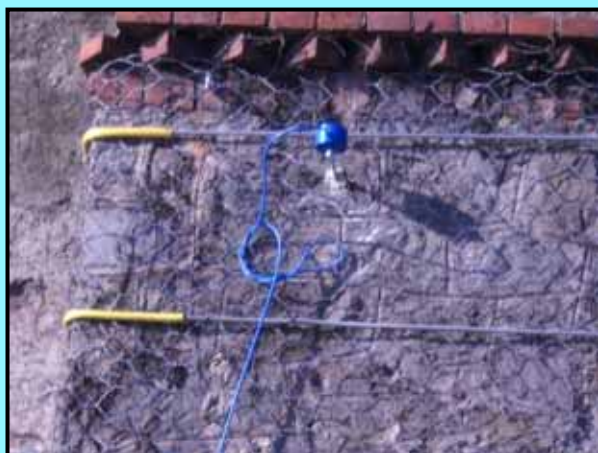
MONITORAGGIO STRUTTURALE

Un sistema di monitoraggio strutturale è composto o da basi deformometriche sia bidimensionali che tridimensionali applicate a cavallo delle lesioni per verificare i movimenti dei lembi delle stesse o da sensori elettronici collegati a centraline di acquisizione dati.



MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

Per questo monitoraggio è utilizzato un sensore di tipo elettrolitico biassiale ad alta precisione. L'inclinometro viene posizionato sulle strutture mediante tassellatura, per l'acquisizione dei dati il sensore è collegato mediante cavo schermato ad una centralina di acquisizione che offre la possibilità di monitorare anche la temperatura ambientale.



INDAGINI GEOLOGICHE

Per valutare lo stato di un edificio o di qualunque altra struttura è fondamentale inquadrare l'elemento nel contesto fisico in cui è ubicato e con cui si relaziona.

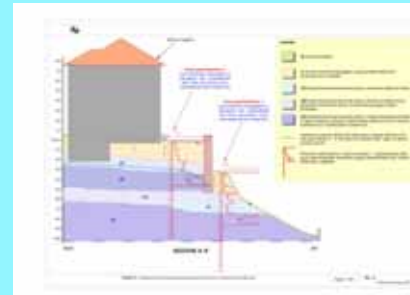
Preliminarmente alle prove in sito viene quindi eseguita una caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica del sito e sulla base dei dati raccolti si dimensiona la successiva campagna di indagini che può prevedere prove sui terreni di tipo diretto/semidiretto o indiretto.

Le prime sono essenzialmente costituite da:

- **Sondaggi superficiali e sondaggi geognostici**
- **Prove penetrometriche dinamiche e statiche**
- **Analisi di laboratorio (granulometrie, contenuto salino, peso specifico, umidità ecc.)**
- **Indagini ecometriche**

Per le indirette si hanno :

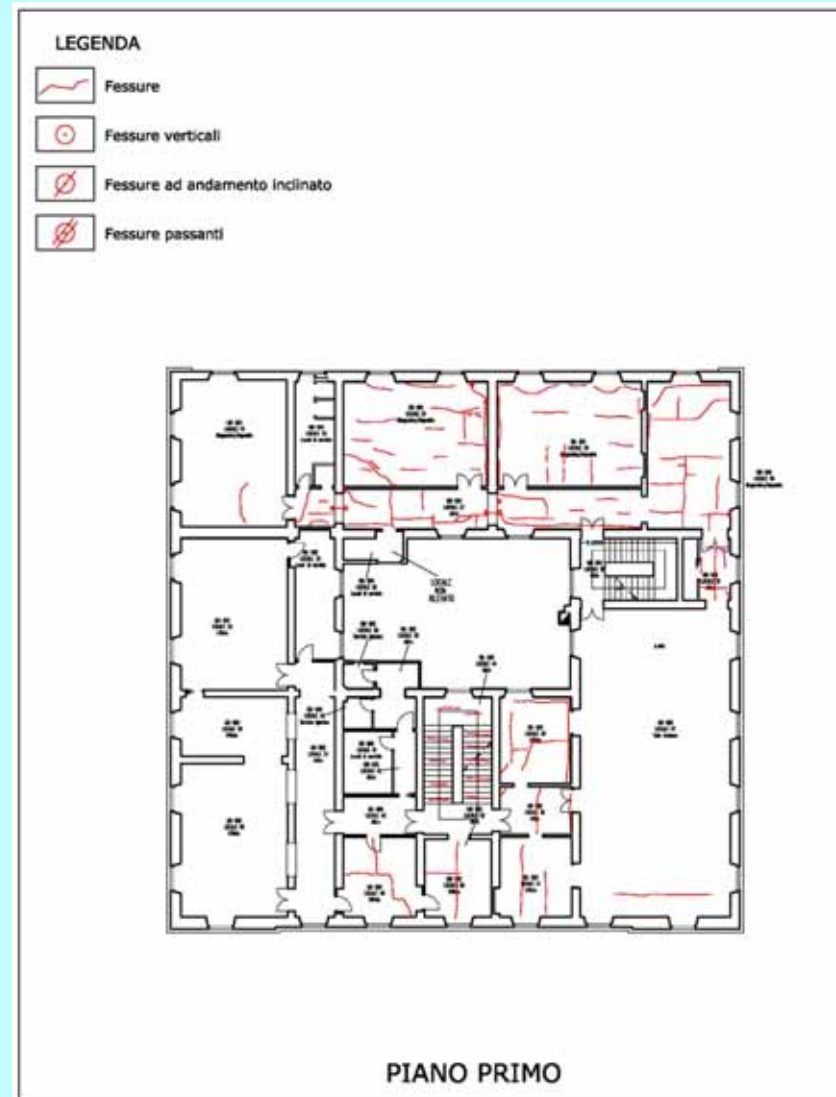
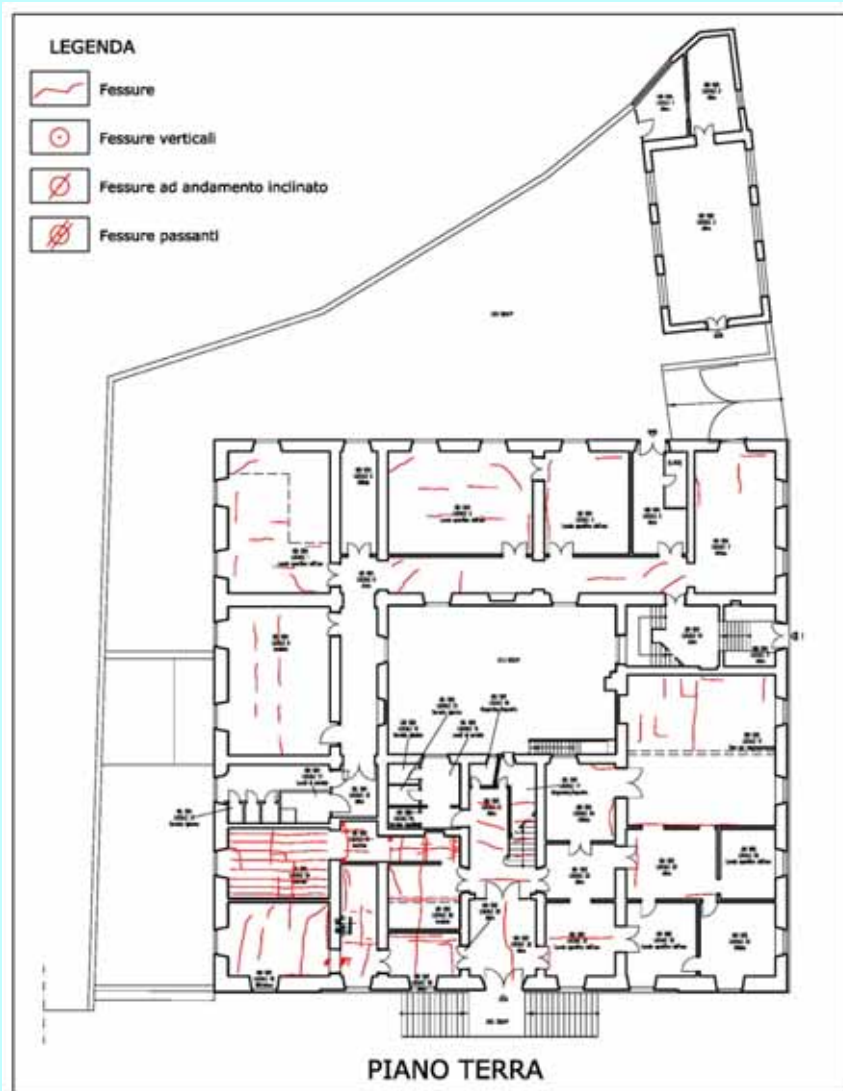
- **Indagini geoelettriche**
- **indagini con georadar**
- **indagini sismiche**



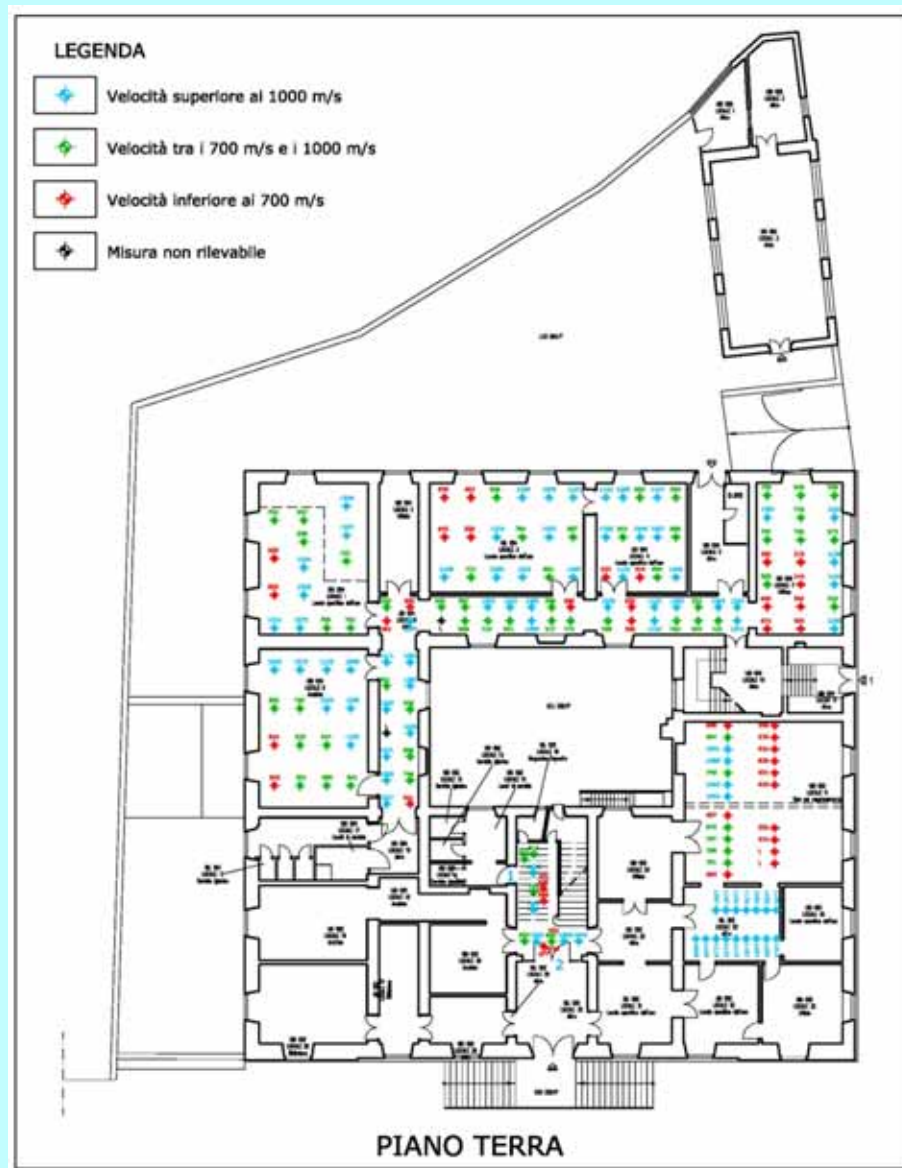
PROVE DI CARICO



RILIEVO DEL QUADRO FESSURATIVO



INDAGINE ULTRASONICA



RILIEVO UMIDITA' CON METODO RESISTIVITA' ELETTRICA





PROVA DI RESISTIVITA' ELETTRICA					
Manufatto : Soffitti in canniccio		Località :		Data :	
Strumento : Hydromette GANN RTU 600		Rilevatori : Stagno		Pagina : 1	
PUNTO	T. ARIA (°C)	U. ARIA (%)	T. SUP. (°C)	U. SUP. (IND.)	MATERIALE
Locale 57A piano 2°	23,6	58,5	23,2	39,4 43,0 39,9 42,1 (secco)	intonaco soffitto
Locale 57B piano 2°	23,3	57,6	23,1	37,0 41,1 38,7 38,1 (secco)	intonaco soffitto
Locale 57C piano 2°	23,3	58,5	23,1	36,0 37,4 39,6 39,4 (secco)	intonaco soffitto
Locale 56A piano 2°	22,9	57,3	22,8	36,6 39,7 38,6 34,0 (secco)	intonaco soffitto
Locale 56B piano 2°	22,9	58,8	23,1	35,0 31,9 35,3 36,5 (secco)	intonaco soffitto


INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA



Località: Via Poli, 12 - Ge Pontederiva Locale n° 19 - piano primo	Tipo sondaggio: Indagine videoendoscopica
Identificazione: soffitti in cartongesso	N° sondaggio: VE1
Tecnica: inserimento telecamera in fori eseguiti nei soffitti	Data: 21/06/2010



DESCRIZIONE:
Altezza solaio fino al tavolato: 28,0 cm
1) Intonaco: 2,5 cm
2) Cartongesso: 0,5 cm
3) Travi lignee: 25 cm



INDAGINI SU ELEMENTI LIGNEI DEI SOFFITTI



INDAGINE PILODYN

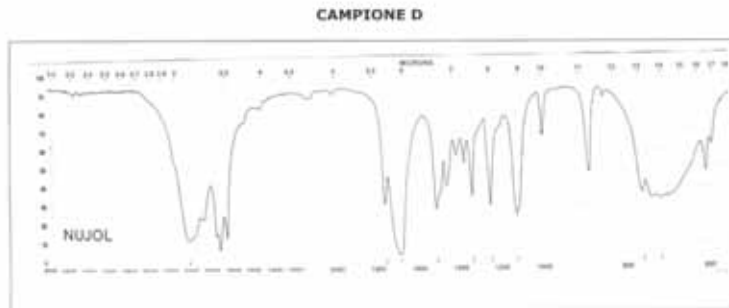


MISURA UMIDITA' LEGNO



MISURA UMIDITA' CANNICCIO

ANALISI SPETTROFOTOMETRICA SU CAMPIONI DI MALTA



Dall'analisi spettrofotometrica è stato possibile individuare i picchi caratteristici di minerali e residui rocciosi (feldspati) con calcari e ferro/manganese ossidati.
Si riconosce dalla forma dei picchi la componente amorfa, attribuibile a calcite e argille.
Dall'analisi dello spettro si riconoscono i picchi:

CALCITE

2420.6 cm^{-1}
1624.8 cm^{-1}
1454.2 cm^{-1}
611.3 cm^{-1}
443.5 cm^{-1}

ARGILLE

3550.6 cm^{-1}
3403.6 cm^{-1}
1350.2 cm^{-1}
832.7 cm^{-1}

OSSIDI DI FERRO E MANGANESE

1328.8 cm^{-1}
780.6 cm^{-1}
544.4 cm^{-1}
403.6 cm^{-1}

GESSO

1005.93 cm^{-1}
1082.67 cm^{-1}
1635.83 cm^{-1}
2363.29 cm^{-1}
3467.17 cm^{-1}
3544.08 cm^{-1}

PLAGIOCLASI

3467.17 cm^{-1}
1149.37 cm^{-1}
1114.66 cm^{-1}
803.31 cm^{-1}
462.82 cm^{-1}

FELDSPATI

3467.17 cm^{-1}
1285.50 cm^{-1}
1034.62 cm^{-1}
657.84 cm^{-1}
462.83 cm^{-1}

Tramite il metodo di Kubelka-Munk, è stato possibile un'analisi semi-quantitativa:

CaCO ₃	37%
Argille	25%
Ossidi di Fe e Mn	24%
Altri (K.felds., Plag., Gesso)	14%



• INDAGINI TERMOGRAFICHE

Qualsiasi oggetto ad una temperatura superiore allo zero assoluto (-273,15 gradi Celsius o 0 gradi Kelvin) emette radiazioni nella frequenza dell'infrarosso (calore) che i nostri occhi non sono in grado di percepire. La termografia all'infrarosso può essere definita come l'arte di rappresentare uno scenario "termico", inquadrato grazie all'ausilio di telecamere all'infrarosso (Termocamere), tramite un'immagine in scala di grigi o a colori che consenta di leggere i valori della temperatura di tutti i suoi pixel.

La termografia, inizialmente utilizzata unicamente per applicazioni militari, ha trovato dall'inizio degli anni sessanta molteplici applicazioni nei campi industriali e civili quali ad es: manutenzione predittiva (elettrica e meccanica), building (edile, restauro, risparmio energetico etc.) medicale, ricerca e sviluppo etc.

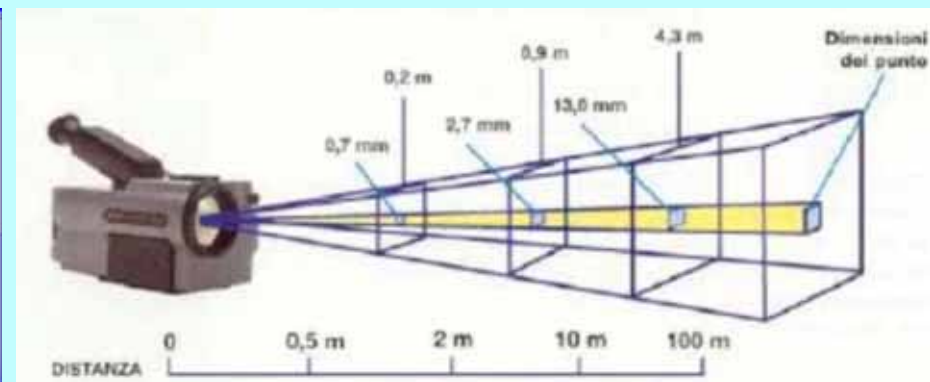
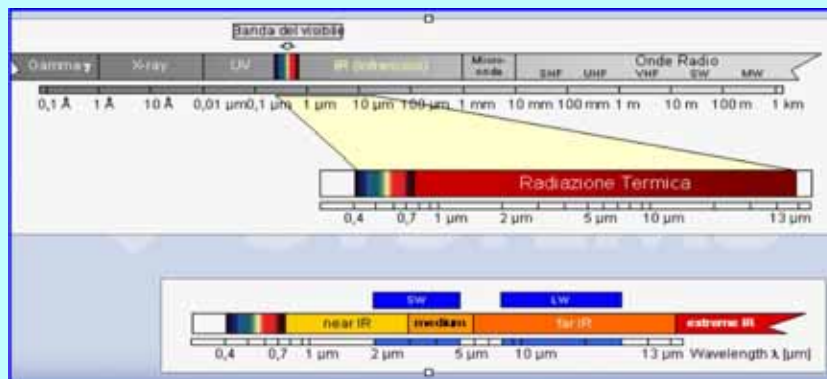




Figura 2, locale 11, soffitto verso la parete A, parte a sinistra

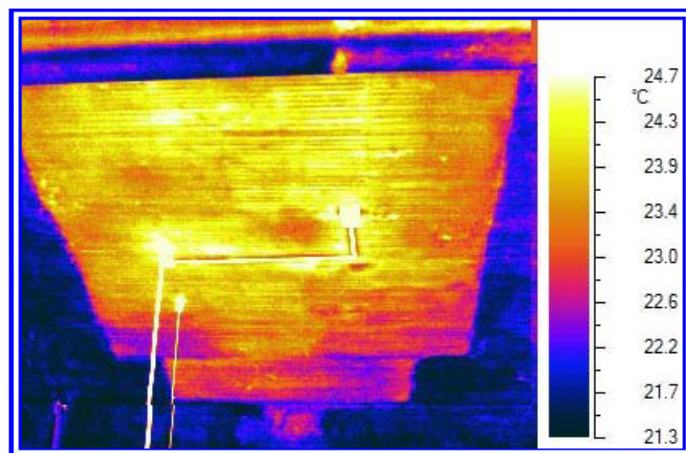


Figura 3, mosaico dei termogrammi del locale 11, soffitto verso la parete A, parte a sinistra

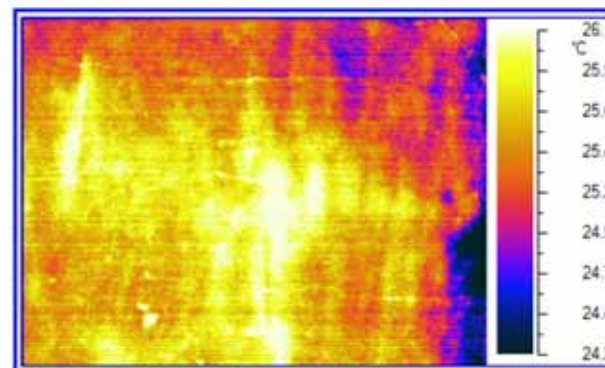


Figura 20, termogramma del soffitto, locale 18

La struttura del soffitto appare evidente all'infrarosso termico, si tratta di incamiciato. La distribuzione delle temperature superficiali, sia pur non omogenea per il riscaldamento non perfettamente uniforme, non risulta indicativa della presenza di difetti di adesione della finitura.

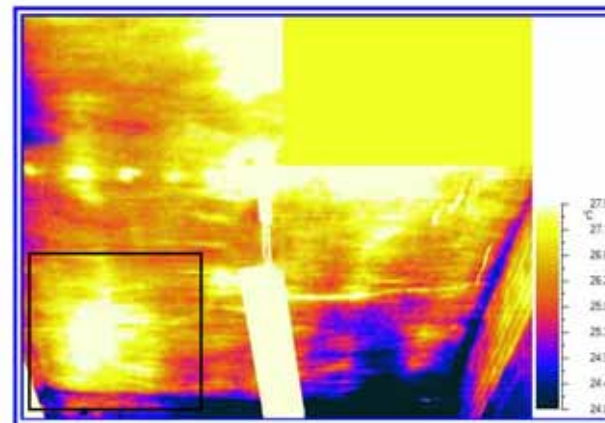


Figura 21, mosaico dei termogrammi, locale 18, soffitto verso la parete B

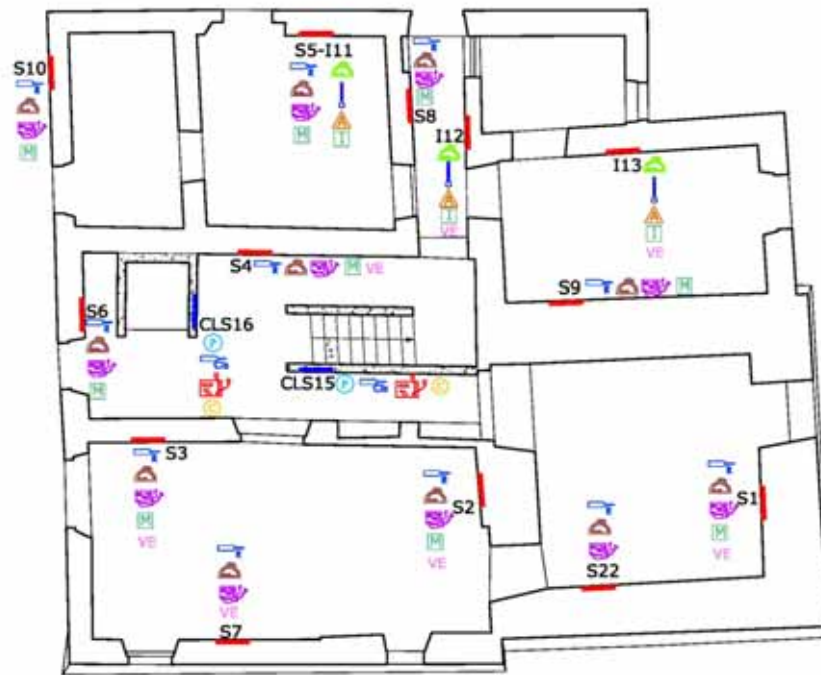
Nel mosaico dei termogrammi si rileva una zona, nel riquadro, che potrebbe essere interessata da distacco della finitura. Nelle immagini seguenti sono stati isolati alcuni termogrammi che riprendono la stessa zona da diverse angolature.

**INDAGINI DIAGNOSTICHE
PER LA VERIFICA SISMICA
DELL'EDIFICIO "VILLA TORRIGLIA" - GENOVA**



LEGENDA INDAGINI:

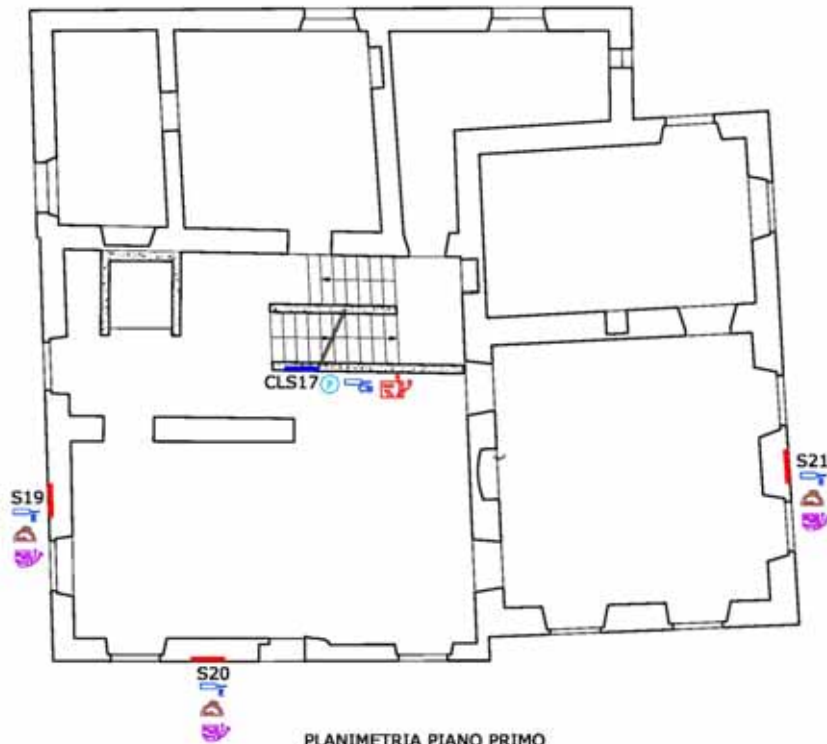
 Sclerometrie roccia	 Indagine ultrasonica
 Sclerometrie intonaco	 Carotaggi
 Sclerometrie malta	 Prelievo campione malta-intonaco
 Indagine sonora	 Indagine videoendoscopica
 Pascometrie	 Permeabilità all'acqua (Karsten)
 Sclerometrie calcestruzzo	 Prova di aderenza



PLANIMETRIA PIANO TERRA

LEGENDA INDAGINI:

 Sclerometrie roccie	 Indagine ultrasonica
 Sclerometrie intonaco	 Carotaggi
 Sclerometrie malta	 Prelievo campione malta-intonaco
 Indagine sonora	 Indagine videoendoscopica
 Pascometrie	 Permeabilità all'acqua (Karsten)
 Sclerometrie calcestruzzo	 Prova di aderenza



PLANIMETRIA PIANO PRIMO

PARTE MURARIA : INDAGINE SCLEROMETRICA



INDAGINE SCLEROMETRICA													
Prove non distruttive - determinazione dell'indice sclerometrico secondo UNI													
Committente:				Manufatto:				Località di prova:					
				Villa Torriglia				Prato (GE)					
Tipo strumento:				Rilevatore/i:				Data:					
sclerometri				Stagno									
Elemento:						Materiale:			Pagina				
pannelli murari						pietra - malta			1				
Punti	Risultati delle battute sclerometriche										Media	Dev. S.	Stima Rck [Mpa]
S1 malta	20	28	18	16	27	27	16	18	25	25	22,0	4,853	media
S1 lapideo	57	48	49	52	49	52	57	50	52	48	51,4	3,340	>60
S2 malta	15	20	15	15	20	15	10	15	25	10	16,0	4,595	scarsa
S2 lapideo	52	48	50	46	44	46	42	54	44	44	47,0	3,916	52,0
S3 malta	7	15	15	10	20	12	8	10	10	15	12,2	3,994	scarsa
S3 lapideo	46	42	38	41	37	40	45	45	46	40	42,0	3,333	45,0
S4 malta	20	20	20	20	20	30	25	30	20	25	23,0	4,216	media
S4 lapideo	40	38	46	38	37	40	35	46	46	40	40,6	4,033	43,0
S5 malta	30	35	30	35	25	30	30	35	40	30	32,0	4,216	soddisfacente
S5 lapideo	44	49	45	46	40	43	38	37	46	42	43,0	3,801	46,0

PARTE MURARIA : INDAGINE SONICA



PARTE MURARIA : MISURA UMIDITA' METODO TERMOGRAVIMETRICO



MISURA UMIDITA' PONDERALE			
Strumento: Termobilancia MARK 160	Rilevatore/i: Stagno	Data: 19/08/2011	
Manufatto: Villa Torriglia	Zona prelievo: S1	Pagina: 1	

N° Campione: 1	Materiale: malta muratura	Peso Campione (g): 12,072
--------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

1° CICLO	Temperatura (°C): 100	Durata: 1h 30'
PERDITA UMIDITA' (%):	8,14	
RESIDUO SECCO (%):	91,86	
PERDITA/RESIDUO (%):	8,86	
PESO INIZIALE/RESIDUO (%):	108,86	

2° CICLO	Temperatura (°A):	Durata:
PERDITA UMIDITA' (%):		
RESIDUO SECCO (%):		
PERDITA/RESIDUO (%):		
PESO INIZIALE/RESIDUO (%):		

3° CICLO	Temperatura (°C):	Durata:
PERDITA UMIDITA' (%):		
RESIDUO SECCO (%):		
PERDITA/RESIDUO (%):		
PESO INIZIALE/RESIDUO (%):		

ANNOTAZIONI			
10' =	8,13%	50' =	8,14%
20' =	8,14%	1h =	8,14%
30' =	8,14%	1h 10' =	8,14%
40' =	8,14%	1h 20' =	8,14%

PARTE MURARIA : INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA



Località: Villa Torriglia - Prato (GE) Rivarolo (GE)	Tipo sondaggio: videoendoscopia								
Identificazione: murature	N° sondaggio : VE2 in S2								
Tecnica : perforazione con trapano	Data : 31/08/2011								
									
<p>VIDEOENDOSCOPIA VE2 Spessore muratura 110, profondità videoendoscopia 65 cm</p> <p>Stratigrafia</p> <table> <tr> <td>1) Muratura in pietra</td> <td>30 cm</td> </tr> <tr> <td>2) Cavità, discontinuità</td> <td>3-4 cm</td> </tr> <tr> <td>3) Muratura in pietra</td> <td>25 cm</td> </tr> <tr> <td>4) Cavità, discontinuità</td> <td>3-4 cm</td> </tr> </table>		1) Muratura in pietra	30 cm	2) Cavità, discontinuità	3-4 cm	3) Muratura in pietra	25 cm	4) Cavità, discontinuità	3-4 cm
1) Muratura in pietra	30 cm								
2) Cavità, discontinuità	3-4 cm								
3) Muratura in pietra	25 cm								
4) Cavità, discontinuità	3-4 cm								
									

PARTE IN CEMENTO ARMATO : INDAGINE PACOMETRICA



INDAGINE CON PACOMETRO					
Committente:		Manufatto: Villa Torriglia - Prato (GE)		Data:	
Elemento: setti in c.a.		Rilevatori: Stagno		Pagina: 1	
ELEMENTO	ARMATURA PRINCIPALE		STAFFE		NOTE
	N° FERRI	DIAMETRO (mm)	PASSO (cm)	DIAMETRO (mm)	
S15	4	16	20	16	
S16	5	16	20	16	
S17	5	16	20	12	
S18	5	16	20	12	

INDAGINE SCLEROMETRICA



INDAGINE SCLEROMETRICA														
Prove non distruttive - determinazione dell'indice sclerometrico secondo UNI 12504-2														
Committente: TRIDENT Immobiliare S.p.A. Corso Europa 13 - Milano				Manufatto: Villa Torriglia				Località di prova: Prato (GE)						
Tipo strumento: Sclerometro C181/N				Rilevatore/i: Stagno				Data: 17/08/2011						
Elemento: Pilastri e solaio				Materiale: Calcestruzzo				Pagina: 1						
Punti	Risultati delle battute sclerometriche											Media	Dev. S.	Stima Rck [Mpa]
	36	36	36	30	32	32	30	28	22	36	31,8			
CLS15 A	38	36	30	36	36	30	30	30	30	32	32,8	3,293	29,0	
CLS16 A	28	36	37	38	30	30	36	40	36	36	34,7	3,945	32,0	
CLS16 A'	30	30	30	38	34	30	36	28	38	38	33,2	4,022	29,5	
CLS17 A	32	32	36	36	38	30	32	30	34	30	33,0	2,867	29,5	
CLS17 A'	36	30	30	30	36	36	36	36	38	34	34,2	3,048	31,5	
CLS18 A	36	40	35	34	30	30	30	41	42	42	36,0	5,011	34,0	
CLS18 A'	40	40	40	36	36	40	30	30	30	36	35,8	4,367	34,0	

PARTE IN CEMENTO ARMATO : INDAGINE ULTRASONICA



INDAGINE ULTRASONICA						
Rilevi microsismici mediante impulsi d'onde secondo UNI 12504-4						
Dati Edificio:					Pagina: 1	
Villa Torriglia						
Rilevatore/i:					Data:	
Stagno - Costantino						
Oggetto dell'indagine:				Riferimento Disegno:		
Elementi strutturali in cls						
Strumento utilizzato:				Note:		
Tester E46 Emissione 1,5 KHz				Metodi diretto (D) e indiretto (I)		
PUNTI	Metodo	Distanza (mm)	Ritardo (ms)	Velocità (m/s)	Ed	Rck MPa
CLS15 A	D	200	47,5	4.210,5	394.050,1	
CLS15 A'	D	200	46,3	4.319,7	414.740,8	
CLS15 A''	D	200	45,2	4.424,8	435.172,9	
CLS15 B	D	200	47,1	4.246,3	400.771,6	
CLS15 B'	D	200	45,3	4.415,0	433.253,7	
CLS15 B''	D	200	46,3	4.319,7	414.740,8	
CLS15 C	D	200	45,7	4.376,4	425.702,6	
CLS15 C'	D	200	46,8	4.273,5	405.926,1	
CLS15 C''	D	200	45,9	4.357,3	422.000,9	
Media complessiva				4.327	416.262,2	53,5

CAROTAGGI



INDAGINI AI RIVESTIMENTI : INDAGINE SCLEROMETRICA



INDAGINE SCLEROMETRICA													
Prove non distruttive - determinazione dell'indice sclerometrico secondo UNI													
Committente:				Manufatto: Villa Torriglia				Località di prova: Prato (GE)					
Tipo strumento: sclerometri				Rilevatore/i: Stagno				Data: 17/08/2011					
Elemento: pannelli murari						Materiale: intonaco				Pagina 1			
Punti	Risultati delle battute sclerometriche										Media	Dev. S.	Stima Rck [Mpa]
I11 intonaco	34	25	21	25	25	20	25	30	30	30	26,5	4,403	2,2
I12 intonaco	30	30	23	22	27	30	26	25	30	30	27,3	3,164	2,4
I13 intonaco	25	30	25	25	30	35	25	35	30	35	29,5	4,378	2,7
I14 intonaco	40	40	40	36	35	45	40	45	43	46	41,0	3,742	4,5

PROVA DI TRAZIONE



INDAGINI AI RIVESTIMENTI : PERMEABILITA' ALL'ACQUA



MISURA UMIDITA'



ANALISI CONTENUTO SALINO



INDAGINE GEOLOGICA



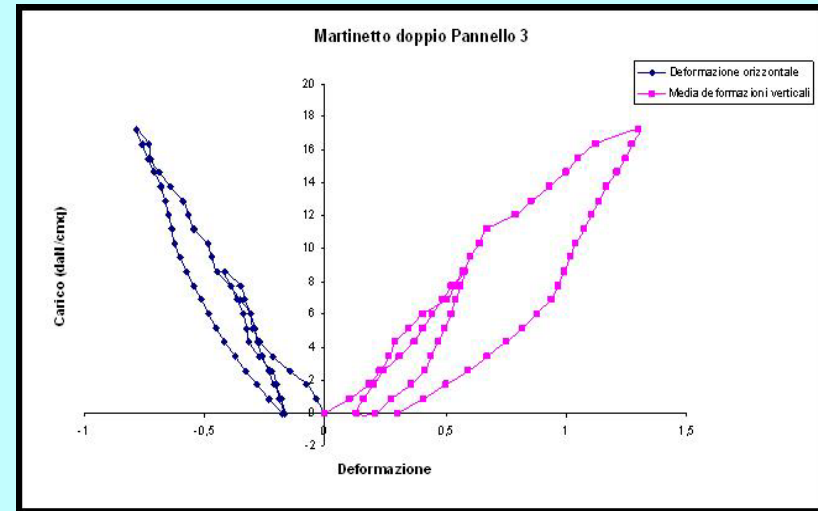
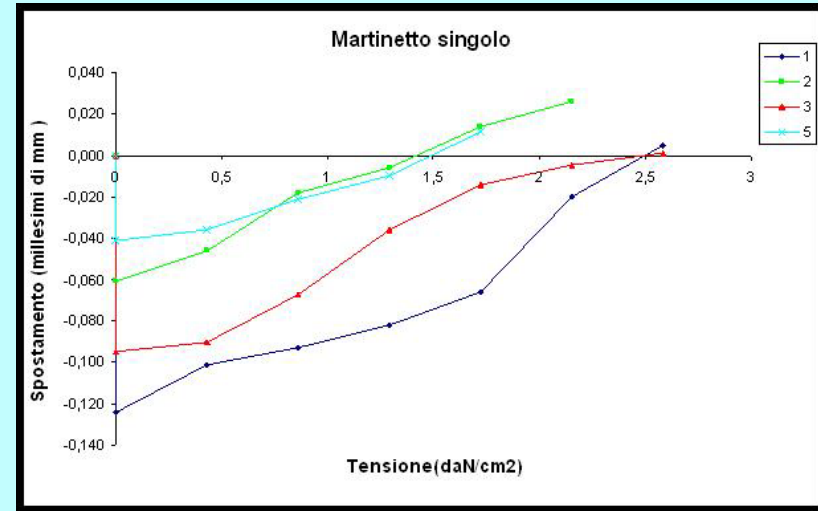
Figura 4: Esecuzione Prova 1 - Prospetto S



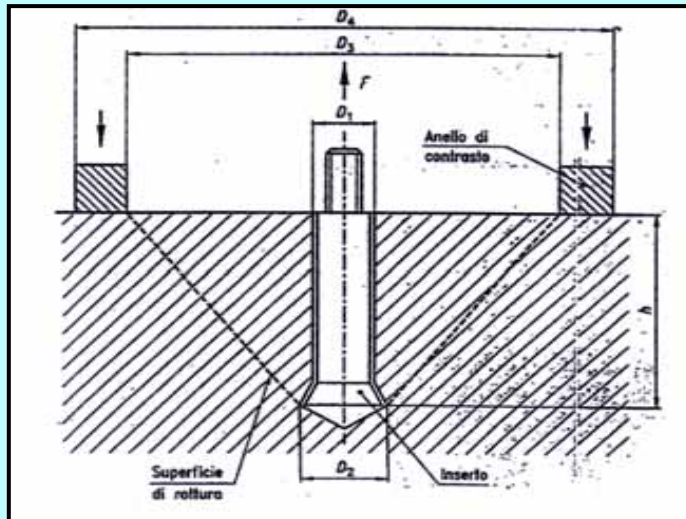
Figura 5: Esecuzione Prova 2 - Prospetto N



PARTE MURARIA : MARTINETTI PIATTI



PARTE IN CEMENTO ARMATO : PROVA DI PULL OUT



CAROTAGGI E PROVA DI ROTTURA A COMPRESSIONE



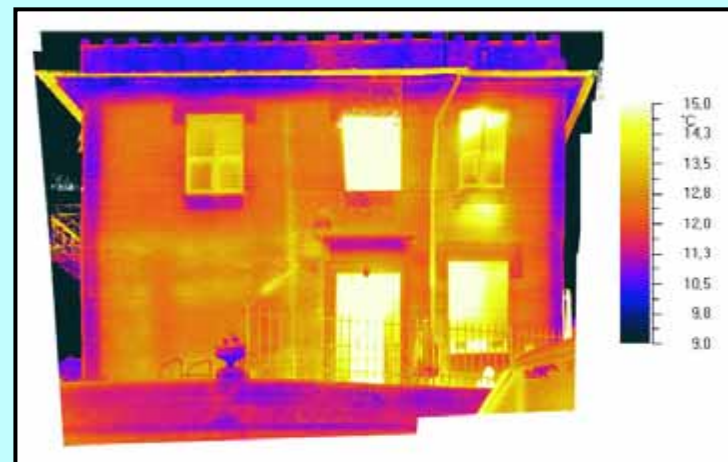
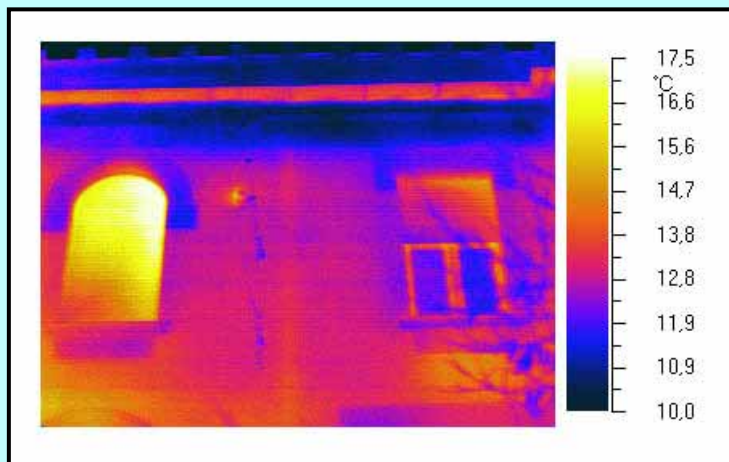
PARTE IN CEMENTO ARMATO : PROVA DI DUREZZA ARMATURE



INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA

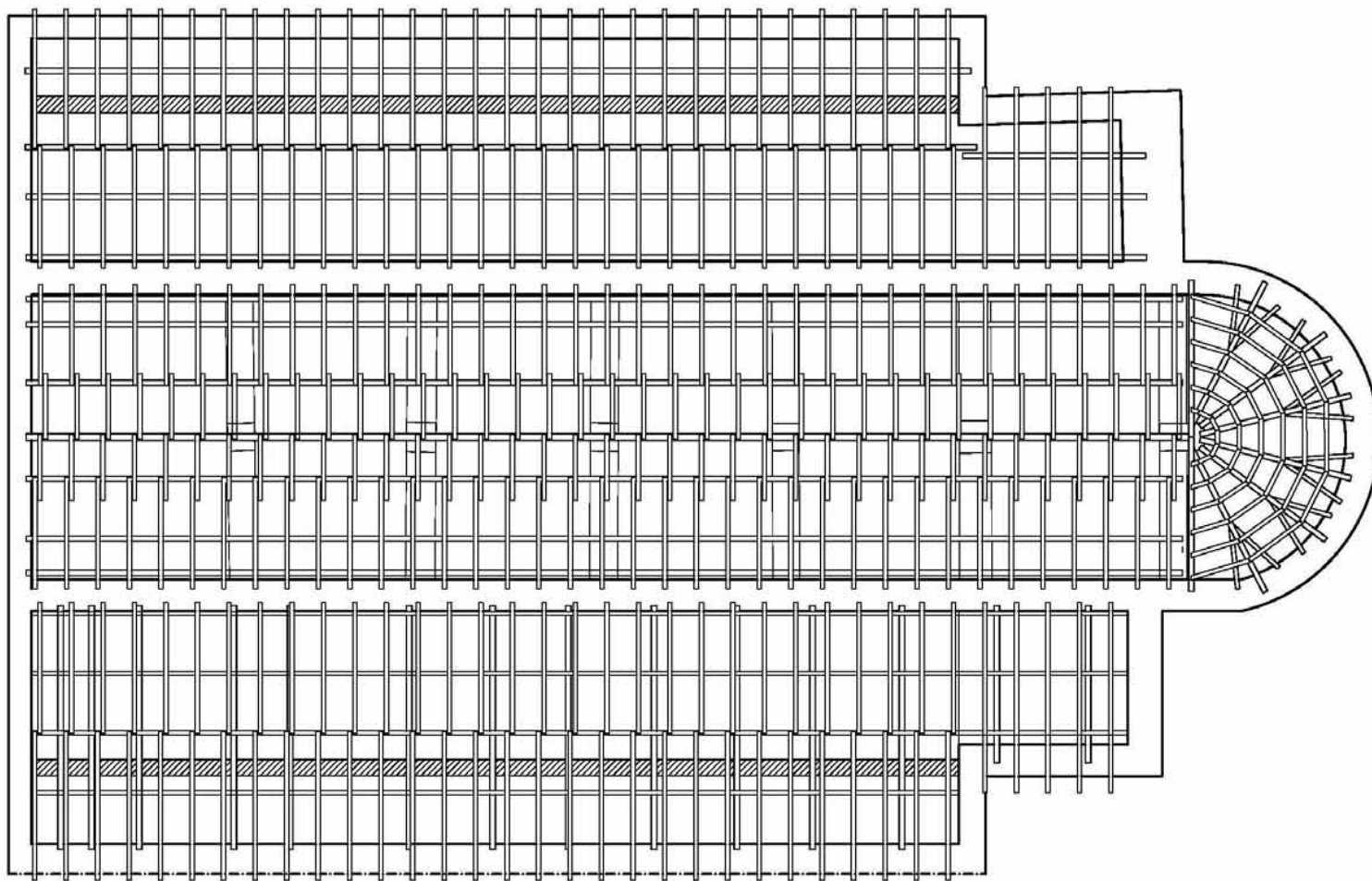


INDAGINE TERMOGRAFICA



**INDAGINI DIAGNOSTICHE E DIAGNOSI DEGLI ELEMENTI LIGNEI
DELLA COPERTURA DELLA CHIESA DI SAN MICHELE
ARCANGELO IN CELLE LIGURE (SV)**

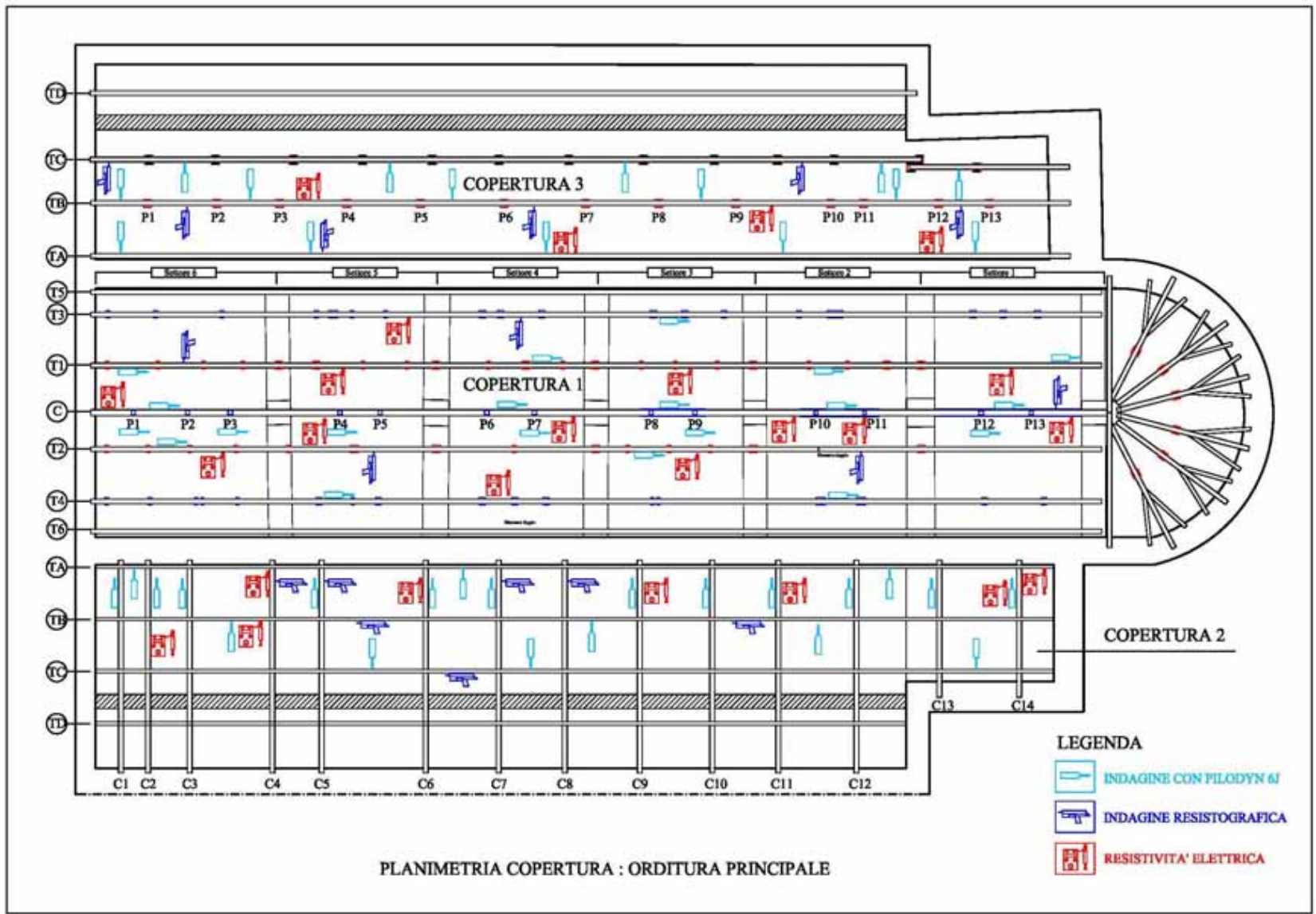




PLANIMETRIA COPERTURA : ORDITURA SECONDARIA

TECNOLOGIA DELLA COPERTURA





PLANIMETRIA COPERTURA : ORDITURA PRINCIPALE

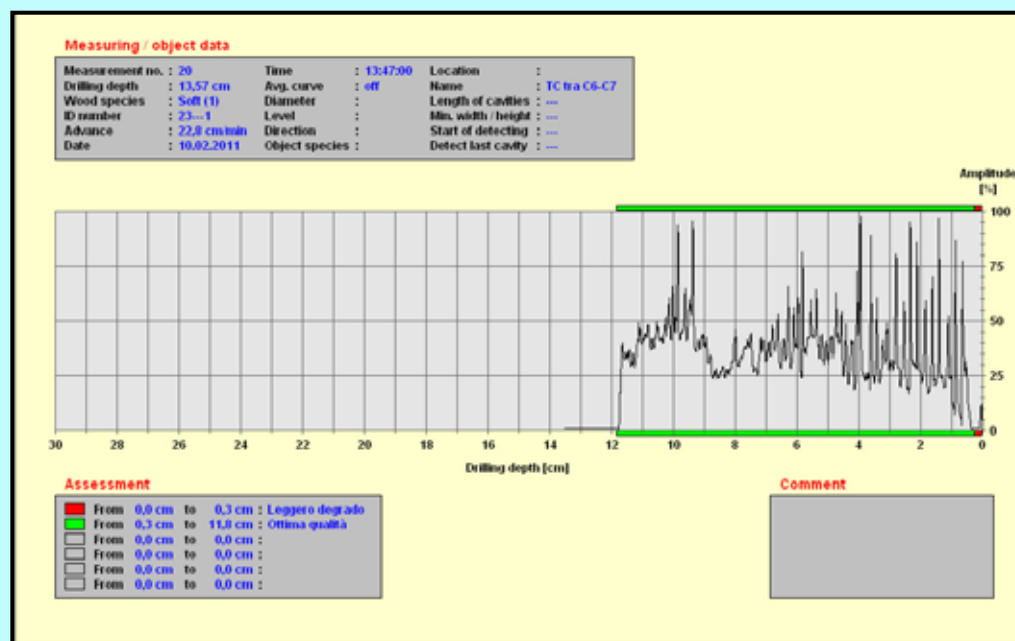
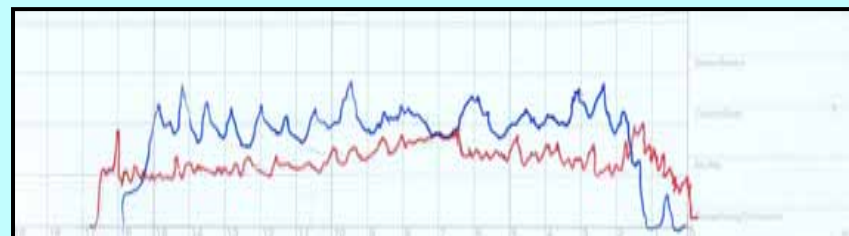
- LEGENDA**
-  INDAGINE CON PILODYN 6J
 -  INDAGINE RESISTOGRAFICA
 -  RESISTIVITA' ELETTRICA

INDAGINI DIAGNOSTICHE : PILODYN 6J STANDARD

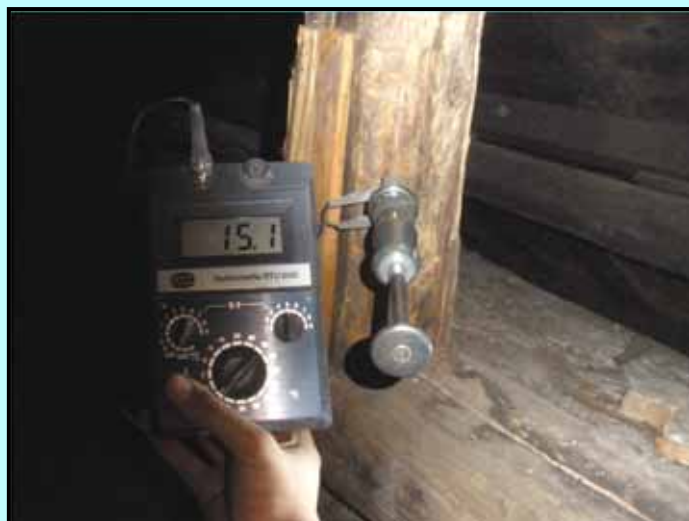


INDAGINE CON PILODYN 6J STANDARD SU ELEMENTI LIGNEI						
Manufatto : Chiesa di San Michele Celle Ligure (SV)		Committente : Parrocchi di San Michele Arcangelo Celle Ligure (SV)		Data : 9-10/02/2011		
Elemento : Travi copertura lignea Copertura Aula centrale		Rilevatori : Stagno - Costantino - Gandin		Pagina : 1		
ELEMENTO	ESSENZA LEGNOSA	DIAMETRO PUNTA	PROFONDITA' DI PENETRAZIONE			
			PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4
COPERTURA 1 - AULA CENTRALE						
Settore 6 T1	pino silvestre	2,5	10_12	10_12	12_15	12_12
Settore 6 C	pino silvestre	2,5	14_13	12_13	12_12	10_11
Settore 6 T2	pino silvestre	2,5	12_13	12_10	12_12	10_11
Settore 6 P1	larice	2,5	15	18	14	12
Settore 6 P3	larice	2,5	18	12	16	17
Settore 5 P4	larice	2,5	13	12	12	13
Settore 5 T4	pino silvestre	2,5	15	9	14	12
Settore 4 C	pino silvestre	2,5	12	11	12	12
Settore 4 T1	pino silvestre	2,5	16	13	12	13
Settore 4 P7	larice	2,5	12	13	13	12
Settore 3 T2	pino silvestre	2,5	10	12	10	10
Settore 3 T3	pino silvestre	2,5	14	12	14	13
Settore 3 C	pino silvestre	2,5	13	15	12	13

INDAGINE RESISTOGRAFICA

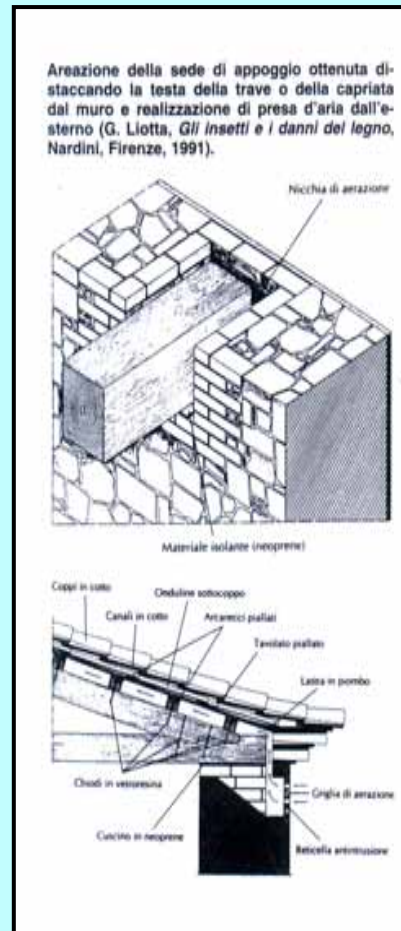


MISURA UMIDITA' CON METODO PER RESISTIVITA' ELETTRICA



PROVA DI RESISTIVITA' ELETTRICA					
Località : Chiesa di San Michele - Celle Ligure (SV)		Rilevatori : Stagno - Costantino - Gandin		Data : 9-10/02/2011	
Localizzazione punti : Elementi copertura		Materiale : Legno		Pagina : 1	
PUNTO	TEMP. ARIA (°C)	UMID. ARIA (%)	TEMP. SUPERF. (°C)	UMID. INTERNA (%)	UMID. APPOGGIO (indice)
COPERTURA 1 - AULA CENTRALE					
C settore 6	15,2	58,2	15	14	\
T2 settore 6	15,2	58,2	15	13	\
T1 settore 5	15,2	58,2	15	14,2	\
T3 settore 5	15,2	58,2	15	13,5	\
P4 settore 5	15,2	58,2	15	17	\
C settore 4	15,2	58,2	15	14,2	\
T4 settore 4	15,2	58,2	15	15	\
P8 settore 3	14,2	61,4	14	16	\
T1 settore 3	14,2	61,4	14	14,3	\
T2 settore 3	14,2	61,4	14	13,6	\
C settore 2	14,2	61,4	14	15	\
P11 settore 2	14,2	61,4	14	14,2	\
C settore 1	14,2	61,4	14	15,1	\
T1 settore 1	14,2	61,4	14	13,8	\

INDICAZIONI DI INTERVENTO



REVISIONE APPOGGI



BOCCHHE DI VENTILAZIONE
MANTO DI COPERTURA



FORI DI VENTILAZIONE
COPERTURA

PRELIEVO CUBETTI DI CALCESTRUZZO UNI 12390.1 – 12390.2 – 12350.1



VIBRATURA SU PIASTRA VIBRANTE



VIBRATURA MANUALE



SLUMP TEST (CONO DI ABRAMS) UNI 12350.2





STD



Studio Tecnico Diagnostico
di Arch. Gerolamo Stagno

Rilievi
Indagini non distruttive
Diagnosi
Servizi tecnici per il costruito

Viale B. Partigiane 16 - 16129 Genova Tel./Fax 010.585104
stdstagno@libero.it www.materiastd.it

grazie per la vostra attenzione