



**Gli impianti  
a pavimento radiante**

**I rischi di autocombustione  
negli stoccaggi di cereali**

**Il terremoto in Abruzzo**

**La firma elettronica  
e digitale**



Positioning Instruments

## Rete Regionale Stazioni Fisse GPS TOPCON

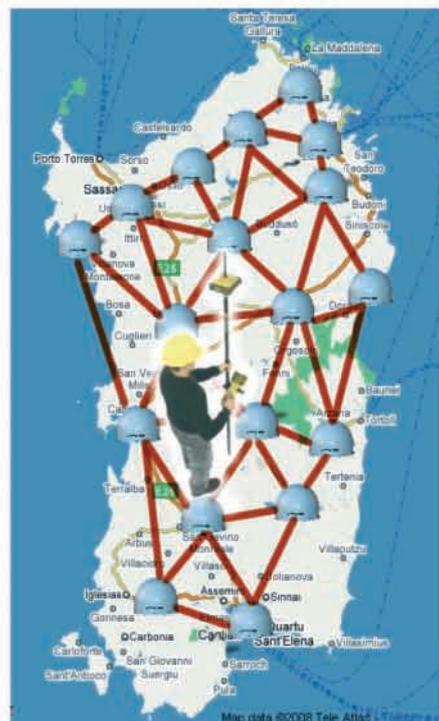
In  
Sardegna ora il  
GPS è alla portata  
di tutti!!!



La GEOMARKE ha installato dal 2007 una rete di 18 Stazioni Permanente GNSS per la distribuzione dei dati di posizionamento a copertura Regionale.

La rete fornisce servizi di correzione in tempo reale, fruibili da tutti gli utilizzatori GPS TOPCON sul territorio regionale.

Con un solo ricevitore (Rover) e connessione tipo GSM o GPRS (Internet) l'utente può accedere al servizio e ridurre tempi e costi del proprio lavoro per soddisfare ogni tipo di esigenza di rilievo senza preoccuparsi delle dispendiose operazioni di georeferenziazione e trasformazione di coordinate.



## Laser Scanner TOPCON GLS-1000

Topcon Europe Positioning è lieta di presentare il suo nuovo scanner laser per il settore geodetico e per l'ingegneria civile. Lo scanner Topcon GLS-1000 si usa come una stazione totale ma offre una soluzione completa per la scansione. Offerto ad un prezzo conveniente, elimina il problema dell'investimento in un laser scanner, offre misurazioni affidabili e apre un intero nuovo campo di possibilità. Il Topcon GLS-1000 offre ai suoi utenti nuove opportunità per incrementare la propria produttività e le proprie possibilità di mercato.

Lo scanner GLS-1000 è facile da usare e funziona come un dispositivo indipendente, eliminando il problema di dover usare laptop, cavi e batterie pesanti. È stato sviluppato internamente da Topcon e specificamente progettato per l'uso sul campo. Pertanto, è in grado di funzionare anche in cantieri con condizioni lavorative difficili e di forte luminosità poiché non è necessario utilizzare un PC, grazie alla memoria e alle batterie interne. Lo scanner GLS-1000 è stato progettato per garantire la facilità d'uso agli esperti del settore: si usa come una stazione totale e viene consegnato in una valigetta, per garantirne la facilità di trasporto. È possibile raccogliere rapidamente e facilmente i dati di principale interesse in numerosi tipi di ambienti. Dagli architetti agli ingegneri civili, ai professionisti del CAD, in tutti i campi, i cantieri di lavoro trarranno vantaggio dall'uso dello scanner GLS-1000 di Topcon.



 **TOPCON**

GEOMARKE SNC - Via Montegrappa, 41 - 60123 - Ancona - Tel. +39 071 33301  
Fax +39 071 36391 - { HYPERLINK "http://www.geomarke.it" } - E-mail:

Ing. **Silvio Serpi**  
silviopasquale@tiscali.it

Nel concludere questa esperienza, durata oltre 17 anni, mi rammarico per le iniziative che non ho potuto intraprendere e per quelle che non ho potuto condurre a compimento, nonostante l'impegno profuso, spesso al limite delle mie possibilità.

Lascio con la certezza che altri colleghi sapranno fare meglio, nell'interesse della nostra "categoria".

Anche se la formazione culturale mi induce già a rivolgere l'attenzione verso il prossimo impegno, in questa occasione non posso evitare di voltarmi indietro.

Ripensando a questi diciassette anni, mi è gradito ringraziare sentitamente tutti i colleghi che mi hanno sostenuto, aiutato e guidato, nel Consiglio dell'Ordine, nelle Commissioni, nei Gruppi di lavoro, anche con un semplice consiglio o con un incoraggiamento.

Non posso fare a meno di ringraziare la Segreteria dell'Ordine per la sua impagabile collaborazione.

Non posso dimenticare i colleghi e gli amici che non potranno leggere queste po-



che righe, e che voglio ricordare con e per Voi: Alberto, Ugo, Cesare, Daniele, Peppino, Carlo e Giampiero.

Nell'estate del 2005 sono stato il testimone privilegiato di un evento irripetibile per la nostra categoria e per la Provincia di Oristano: il 50° Congresso Nazionale degli Ordini degli Ingegneri d'Italia.

Io c'ero, ma c'eravate anche Voi tutti, e molti di Voi hanno partecipato con un apporto determinante, insostituibile, diventando i protagonisti di una formidabile esperienza organizzativa.

Per queste ragioni, ma soprattutto per la stima che ho in Voi, sono certo che coloro che si candideranno alla guida dell'Ordine degli Ingegneri sapranno operare bene ed in pochi anni formeranno dei validi ricambi.

A Voi colleghi chiedo di sostenere ed aiutare il prossimo Consiglio, così come avete sempre fatto con me.

Un cordiale abbraccio a Voi tutti.  
*Silvio Serpi*



## In questo numero

- 1 Editoriale** Ing. **Silvio Serpi** Presidente dell'Ordine
- 3 Gli impianti a pavimento radiante**  
Una soluzione che può garantire risparmio e comfort. L'evoluzione delle caratteristiche tecniche e delle regole di installazione Ing. **Enrico Piano**
- 14 Il terremoto in Abruzzo**  
Resoconto di un collega che ha operato nella zona del sisma Ing. **Fabio Sassu**
- 21 Intervento di stabilizzazione della chiesa di S.Maria delle Grazie (Madonna di Pettino) sita in loc. Pettino - L'Aquila** Ing. **Fabio Sassu**
- 25 I rischi di autocombustione negli stoccaggi di cereali** Ing. **Luciano Cadoni**
- 30 La firma elettronica e digitale**  
Uno strumento per il professionista ed un servizio per il cliente Avv. **Alessandra Sebastiana Etzo**
- 35 Istituto Italiano dei Castelli** Ing. **Carlo Caboni**

### In Copertina

Villanovaforru: complesso nuragico "Genna Maria"  
Foto aerea di **Francesco Cubeddu**

Foto terremoto: **Fabio Sassu e Antonio Angotzi**

Bollettino  
dell'Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Oristano  
**Professione  
Ingegnere**

**Direttore Responsabile**  
Ing. Carlo Pau

**Hanno collaborato:**  
Ing. Mauro Amendola, Ing. Eloisa Siddi, Ing. Fabio Sassu, Ing. Luciano Cadoni e Ing. Carlo Caboni

**Stampa**  
Prima Tipografia Mogorese di Claudio Pia  
Tel. 0783 991976 - info@ptmeditrice.com

Autorizzazione Tribunale di Oristano  
n. 03/94 del 4.7.1994

**Sede Redazione**  
Via Canepa, 3 - 09170 Oristano  
Tel. 0783 310060 Fax 0783 217389  
www.ording.or.it  
segreteria@ording.or.it

**Consiglio dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Oristano**  
*Presidente:* Ing. Silvio Serpi  
*Segretario:* Ing. Mario Loche  
*Tesoriere:* Ing. Francesco Pibi  
*Consiglieri*  
Ing. Carlo Pau  
Ing. Giovanni Piras  
Ing. Michele Scanu  
Ing. Giorgio Bravin  
Ing. Giancarlo M. Meloni  
Ing. Jr. Angelo Camedda

**Concessionario pubblicità:**  
A.S.D. c/o Ordine degli Ingegneri  
Via Canepa, 3 - 09170 Oristano

Chiuso in data 16/7/2009 - Tiratura 850 copie

Il Consiglio Direttivo dell' Ordine degli Ingegneri giunge alla fine del suo mandato. Le elezioni sono previste per i primi giorni di Settembre prossimo, per cui suggerisco di controllare nell'ultima decade di Agosto le comunicazioni che verranno per posta e pubblicate sul sito internet. Sul Bollettino non intendo fare bilanci di un'attività che ci ha visto impegnati per parecchi anni. L'ultimo periodo è stato molto intenso per le tante problematiche emerse (incarichi al ribasso che hanno in un certo senso dequalificato la categoria, crisi che ha coinvolto il mondo delle progettazioni). Sono state avviate tante azioni e rivendicazioni per la tutela della professione, e fra queste, anche grazie alla spinta e ai suggerimenti dei colleghi, ricorsi a bandi non legittimi, azioni per incarichi non in linea con gli affidamenti contemplati dal Codice degli appalti. Sono stati ottenuti anche alcuni risultati e, fra questi, l'Autorità di Vigilanza dei contratti pubblici, con recentissima deliberazione, la n°45/2009, ha ritenuto inopportuni gli incarichi diretti per le collaborazioni. La Federazione degli Ordini professionali da tempo ha avviato uno stretto rapporto con le autonomie locali per addivenire a regole certe in quanto la Normativa, poco chiara, non dà la possibilità ai professionisti di ambire ad incarichi decorosi di progettazione e dei servizi ingegneristici in genere. E intanto le offerte economiche anche quelle meno importanti sotto i 20.000 Euro giungono al 50 % di ribasso (in taluni casi 73%) e a volte vengono aggiudicate a Colleghi del Continente i quali sostengono sicu-



mente maggiori spese vista la lontananza. Indecoroso!

Speriamo che al prossimo Congresso Nazionale in Abruzzo, piuttosto che continuare a piangerci addosso si giunga invece a trovare la forza, anche politica, di eliminare i disastri che il decreto Bersani ha creato alla categoria. La conseguenza è, anche per il futuro, che se l'onorario è scarso, la qualità è pessima di sicuro. L'Ordine ribadisce l'importanza della salvaguardia della dignità professionale, unico concreto baluardo della qualità e del decoro professionale.

Il nuovo Consiglio e tutti gli iscritti troveranno la sede quale la nuova casa propria, nel vero senso della parola. L'acquisto dei locali di Via Canepa, così come vi è stato già comunicato, ha rappresentato uno sforzo che ci vede ora soddisfatti per un'operazione finanziaria giusta, che nel breve periodo ci tornerà vantaggiosa sotto tutti gli aspetti per non dover dipendere da affitti e di avere disponibilità di spazi adeguati.

Ritornando alle prossime elezioni per la nuova rappresentanza del Direttivo Provinciale, un augurio per un proficuo lavoro ai nuovi Consiglieri che verranno eletti, per le azioni da compiere al di sopra di ogni interesse e con un unico comune denominatore: la tutela della professione degli Ingegneri, dagli junior a quelli della sezione A.

**Carlo Pau**

# Gli impianti a pavimento radiante

Ing. **Enrico Piano**

e-mail: enrico.piano@fontenergy.it

Una soluzione che può garantire risparmio e comfort. L'evoluzione delle caratteristiche tecniche e delle regole di installazione

## Cenni storici sugli impianti a pavimento

L'impianto a pavimento radiante ha radici storiche antiche. Già ai tempi dei Romani venivano realizzati sotto le ville romane cunicoli di convogliamento di aria e fumi caldi prodotti in queste stesse strutture sotterranee. Si trattava del cosiddetto "Hypocaustum".

I primi ad avere l'intuizione di riscaldare la struttura con un sistema ad acqua anziché ad aria furono alcuni progettisti inglesi all'inizio del '900. Un impianto con tubazioni annegate nel massetto fu realizzato per riscaldare il palazzo Royal River a Londra nel 1909.

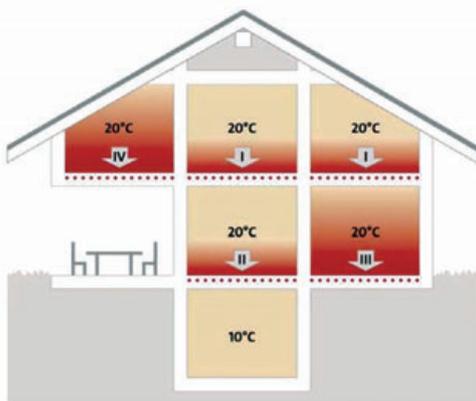
**Omissis**

## Descrizione dell'impianto

Si tratta di un impianto di riscaldamento che consiste in anelli chiusi di tubazione (generalmente in materiale plastico) entro cui circola l'acqua calda prodotta dal generatore di calore; questi circuiti sono annegati nel massetto portante del pavimento dei locali da riscaldare e vengono alimentati da uno o più collettori di distribuzione.

La posizione dei collettori è fondamentale per il buon funzionamento dell'impianto e deve essere più centrale possibile rispetto alla planimetria degli ambienti.

La posa della tubazione avviene dopo la stesura del pannello di appoggio, il quale deve avere caratteristiche termiche tali da garantire il rispetto delle esigenze di isolamento imposte dalla normativa sugli impianti a pavimento. Ciò si ottiene con elevato spessore se il pannello è costituito di un materiale dalle scarsa capacità isolanti; con spessore ridotto se il pannello è di elevata qualità. La normativa UNI EN 1264 parte 4 prevede:



## Isolazione verso il basso secondo UNI EN 1264-4

cosa c'è sotto?	Resistenza termica R <sub>t</sub> [m <sup>2</sup> K/W] secondo UNI EN 1264-4	spessore minimo richiesto in mm per		
		poliuretano in sandwich con doppio foglio in alluminio $\lambda_p=0,025$ W/m <sup>2</sup> K	polistirene espanso $\lambda_p=0,035$ W/m <sup>2</sup> K	fibra di legno $\lambda_p=0,040$ W/m <sup>2</sup> K
locali riscaldati (caso I)	0,75	19	26	30
locali freddi e terreno (caso II e III)	1,25	31	44	50
t. esterna $\geq 0^\circ\text{C}$ (caso IV per sud Italia)	1,25	31	44	50
$-5^\circ\text{C} < t. \text{ esterna} < 0^\circ\text{C}$ (caso IV per centro e nord Italia)	1,5	38	53	60
$-15^\circ\text{C} < t. \text{ esterna} < -5^\circ\text{C}$ (caso IV per nord Italia)	2	50	70	80

Gli spessori di tabella derivano dalla conducibilità termica  $\lambda_p$  dichiarata dal produttore secondo gli standards stabiliti dalle normative europee di riferimento.

Gli spessori di tabella derivano dalla conducibilità termica  $\lambda_p$  dichiarata dal produttore secondo gli standards stabiliti dalle normative europee di riferimento.

È chiaro, quindi, che al momento della stesura dell'impianto a pavimento devono essere disponibili spessori che tengano conto di:

- ingombro del pannello isolante secondo UNI EN 1264-4;
- diametro della tubazione;
- spessore del massetto;
- spessore della pavimentazione.

Tali spessori devono considerarsi al netto della posa delle tubazioni idrauliche e/o elettriche e, quindi, escludendo lo strato di livellamento che viene normalmente fatto per la copertura di queste tubazioni.

Lo spessore del pannello può variare da un valore minimo di 19 mm ad un valore massimo di 80 mm a seconda della qualità del pannello isolante e della severità delle condizioni di temperatura sottostanti ai locali da riscaldare.

La tubazione che poggia sul pannello isolante può avere diametri variabili. L'impianto funziona con presta-

## Gli impianti a pavimento radiante

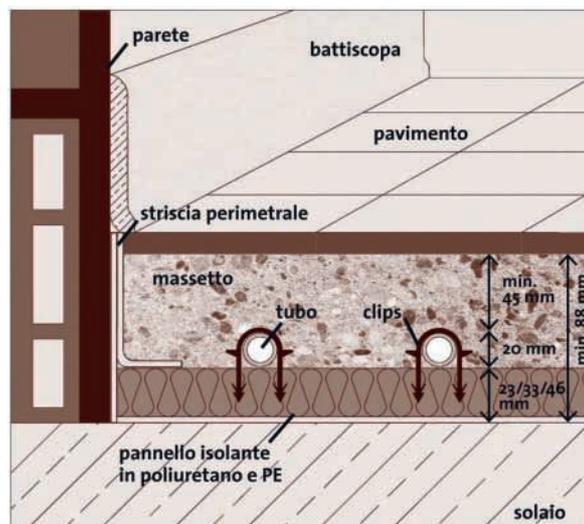
zioni migliori se il diametro è maggiore perché una sezione di passaggio maggiore per l'acqua calda dell'impianto comporta minore difficoltà per la stessa nel percorrere l'impianto e, quindi, minore spesa energetica nel funzionamento della pompa e minore rischio di erosione meccanica della tubazione.

Il massetto dovrà avere spessore minimo pari a 45 mm sopra la tubazione dell'impianto o, comunque, sopra il punto più alto del sistema per garantire la resistenza meccanica necessaria per sopportare i pesi sovrastanti. È possibile ridurre tale spessore utilizzando massetti autolivellanti le cui prestazioni meccaniche siano garantite dai produttori.

Infine, occorre considerare lo spessore della pavimentazione. Normalmente lo spessore è inferiore a 15 mm.

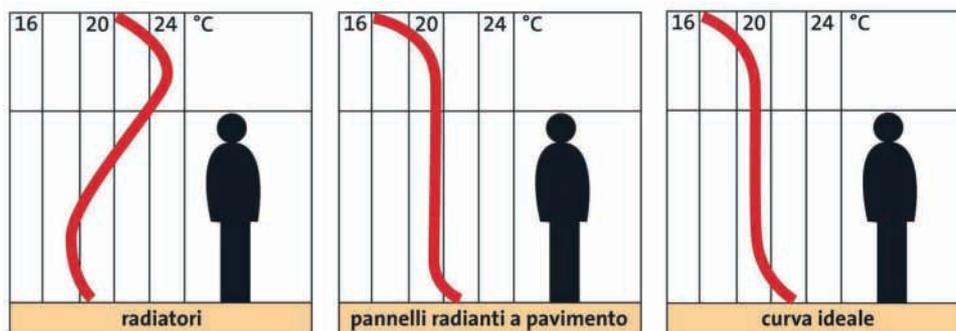
La fattibilità dell'impianto è quindi legata alla disponibilità dello spessore totale necessario:

- 19-80 mm di pannello isolante a seconda della qualità dell'isolante e delle condizioni sottostanti;
- 18-20 mm per tubazione di veicolo dell'acqua a bassa temperatura;
- 45 mm sopra tubo per massetto di sostegno alla pavimentazione;
- 15 mm di pavimentazione.



### Comfort ambientale

Come evidenziato dalla curva ideale riportata nell'immagine sottostante, per poter assicurare in un locale condizioni di benessere termico si devono mantenere zone leggermente più calde a pavimento e più fredde a soffitto. Gli impianti che meglio si prestano ad offrire tali condizioni sono quelli a pavimento radiante, sia grazie alla specifica posizione (a pavimento) dei pannelli, sia grazie al fatto che essi cedono calore principalmente per irraggiamento, evitando così il formarsi di correnti convettive d'aria calda a soffitto e fredda a pavimento. Se si traccia il profilo di temperatura di un locale riscaldato con impianto a radiatori e di un altro locale riscaldato con impianto a pavimento, si può vedere che in quest'ultimo caso la curva meglio si approssima a quella del benessere ideale.



L'aria uniformemente alla stessa temperatura impedisce che si inneschino fastidiosi moti convettivi che causano la circolazione delle polveri negli ambienti riscaldati a radiatori. Eliminare i moti convettivi significa garantire una maggiore igiene ed un ambiente più salubre, in quanto non vi è movimento di polveri che

## Gli impianti a pavimento radiante



provoca spesso fastidiose allergie.

Avere temperatura dell'aria limitata è di notevole vantaggio per il comfort degli occupanti, in primo luogo perché aria meno calda è anche meno secca e ciò va a beneficio del sistema respiratorio. Infatti, proprio l'eccessivo riscaldamento dell'aria è causa di infiammazioni alle mucose nasali, di laringiti e bronchiti, nonché di allergie, in quanto un certo grado di umidità è necessario per far funzionare correttamente le mucose del sistema respiratorio, le quali rappresentano un primo filtro naturale agli attacchi esterni.

### **Omissis**

### **Pannelli isolanti**

L'isolante utilizzato nei pannelli di un sistema di riscaldamento a pavimento deve avere una serie di caratteristiche che vanno ben oltre la semplice elevata resistenza termica richiesta.

L'isolante deve avere buone caratteristiche meccaniche. Il pannello in cui è fornito deve essere sufficientemente robusto per evitare che si sfaldi e si rompa durante la posa in cantiere. Deve avere, inoltre, una elevata resistenza alla compressione in modo da assorbire senza cedimenti né incrinature i carichi cui è sottoposto il pavimento del locale occupato. Non deve deteriorarsi nel tempo: deve avere, quindi, buona stabilità termica e chimica. Questo significa che l'isolante deve mantenere le sue buone caratteristiche termiche e meccaniche anche se sottoposto per lungo tempo a temperature superiori a quella ambiente. Tali caratteristiche non devono variare a causa di reazioni con materiali circostanti.

Anche il calore specifico deve essere più contenuto possibile per evitare che il pannello diventi un accumulatore di calore e faccia innalzare la temperatura dell'isolante più del dovuto.

Visto che la presenza di acqua nel pannello ne comprometterebbe sia le caratteristiche meccaniche (deterioramento del materiale), sia quelle termiche (l'acqua ha una conduttività termica circa 25 volte più elevata dell'aria), un buon pannello isolante deve avere un'ottima resistenza all'acqua. Infine, sarebbe bene che l'isolante abbia caratteristiche di non infiammabilità, o, per lo meno, di autoestinguibilità, e non fosse nocivo alla salute. Infatti, essendo i pannelli isolanti stesi sul pavimento dell'intero edificio da riscaldare, se essi fossero costituiti di materiali infiammabili sarebbero fonte di facile propagazione di eventuali incendi innescatisi. La non tossicità si motiva in fase di posa o eventuali manutenzioni: materiali nocivi minaccerebbero la salute degli operatori che si trovano a maneggiarli.



### **Tubazione**

#### **Caratteristiche della tubazione nei sistemi radianti**

Il tubo è un altro elemento fondamentale dell'impianto a pannelli radianti. In questo tipo di impianto le tubazioni di veicolo del fluido termovettore devono avere una serie di caratteristiche.

Innanzitutto, devono possedere ottime caratteristiche meccaniche in modo da evitare che possano rompersi o deformarsi durante la loro vita, dato che ciò potrebbe compromettere il normale funzionamento dell'impianto.

In particolare, devono avere elevata resistenza allo shock termico, cioè devono resistere senza rompersi agli sforzi che si sviluppano quando sono sottoposte a brusche variazioni di temperatura. Infatti, quando il tubo inizialmente freddo viene attraversato dall'acqua calda si generano in seno al tubo stesso degli sforzi



## Gli impianti a pavimento radiante

causati dal fatto che il materiale all'interno del tubo si dilata più rapidamente, a causa dell'aumento di temperatura, di quanto non riesca a fare il materiale all'esterno. Se il materiale fosse fragile il valore di tali tensioni potrebbe raggiungere facilmente quello di rottura.

I materiali plastici risultano avere elevati carichi di rottura, non trattandosi di materiali fragili, e moduli elastici inferiori a quelli dei metalli. Quindi, hanno valori di resistenza allo shock termico che ben si prestano alle applicazioni richieste. Elevata resistenza allo shock termico si ottiene anche con elevata conduttività, requisito richiesto anche per favorire la cessione del calore del fluido verso l'esterno in modo da non offrire un'ulteriore resistenza termica allo scambio e non compromettere, quindi, la resa dell'impianto.

Anche il comportamento a *creep* è importante. Sarebbe auspicabile che il tubo si deformasse elasticamente se sottoposto a lungo termine ad una sollecitazione, in modo che, una volta che questa cessa, il tubo riprenda l'aspetto iniziale e non sia deformato permanentemente.

Inoltre, alle tubazioni per il riscaldamento è richiesto di resistere agli attacchi chimici e di non essere corrodibili, in modo da mantenere le loro caratteristiche termiche e meccaniche invariate nel tempo.

Infine, devono essere facili da manovrare e installare. Devono, cioè, essere leggeri ed avere un'elevata flessibilità.

### **Tubazioni in polietilene** **Omissis**

#### **La barriera a ossigeno**

Secondo la normativa UNI EN 1264-4 le tubazioni devono essere protette dal passaggio di ossigeno in quantità superiore a 0,1 g/mc al giorno per evitarne l'invecchiamento provocato proprio da questa molecola. Questo significa che nelle tubazioni in plastica deve essere sempre presente un film in materiale plastico resistente al passaggio dell'ossigeno. Infatti, un tubo in polietilene privo di barriera a ossigeno è interessato da una diffusione all'ossigeno per il 98%. Ciò si traduce in 3-4 g/mc al giorno in un tubo del diametro di 18 mm percorso da acqua a 40 °C. Ecco perché tutte le tubazioni in materiale plastico sono rivestite da un film di EVOH il quale garantisce appunto il rispetto della normativa.

Avere tale strato esternamente alla tubazione porta, però, ad alcuni inconvenienti: innanzitutto, il fatto che si trovi esteriormente non lo tutela dalle inevitabili abrasioni cui è sottoposto in cantiere e questo porta la tubazione stessa al rischio di essere esposta in taluni punti ad un maggiore deflusso di ossigeno. In secondo luogo, avere la barriera ad ossigeno all'esterno compromette la malleabilità tipica del polietilene portando a rendere difficile la realizzazione delle curve più strette.

Sono state studiate, pertanto, tubazioni con barriera ossigeno nello spessore del tubo stesso. Si ottiene in questo modo una tubazione multistrato con barriera EVOH completamente inserita nel materiale di base del tubo e mantenuta aderente allo stesso mediante dei polimeri di adesione. Avere barriera a ossigeno interna porta a numerosi altri vantaggi.

Da test effettuati sul tubo, il comportamento meccanico dello stesso è migliorato, in primo luogo perché la resistenza a pressione risulta essere maggiore, in secondo luogo perché riacquista completamente le dimensioni di origine se riscaldato fino a 90 °C e successivamente raffreddato.

L'entità stessa della deformazione è minima rispetto a quella di un'analoga tubazione ma con barriera ossigeno esterna: si dilata dello 0,3% a 50 °C e dello 0,7% a 90 °C, contro lo 0,4% e l'1,1% del tubo con barriera esterna.

Infine avere la barriera EVOH all'interno porta a migliorare la resistenza alla penetrazione dell'ossigeno: 0,01 g/mc al giorno, dieci volte superiore a quanto richiesto dalla normativa.

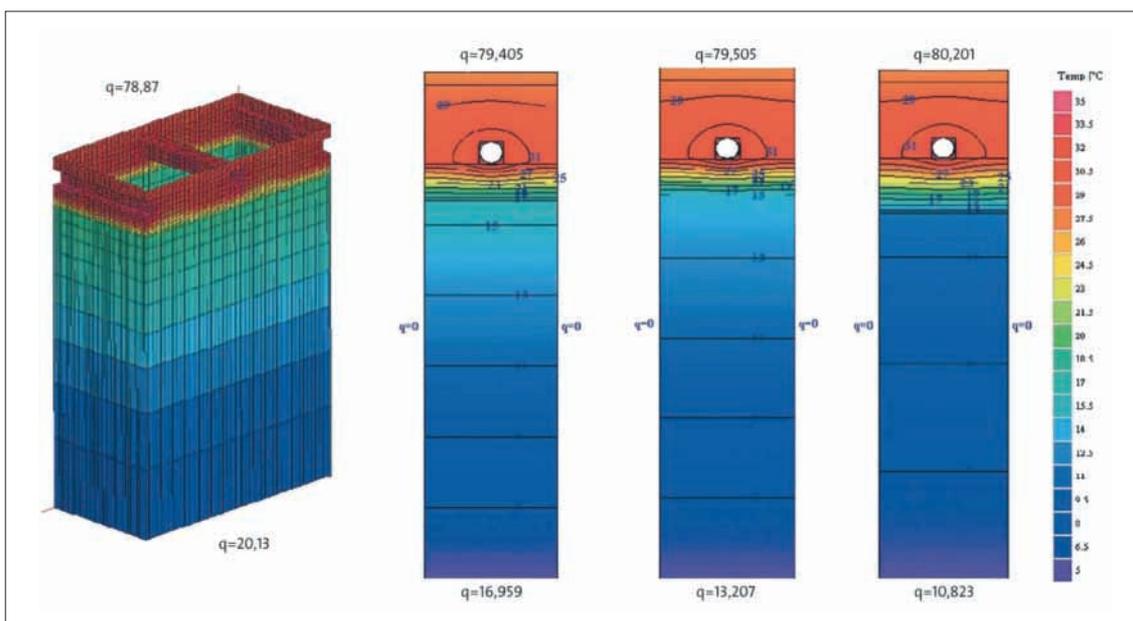
### **Accoppiamento tubazione – pannello isolante**

#### **Influenza del pannello isolante sulle prestazioni dei sistemi radianti**

Un indice di qualità dei sistemi a pavimento radiante è dato dal tipo di accoppiamento tubazione – pannello isolante. Maggiori sono i punti di contatto tra il tubo e il pannello isolante, minore è la resa dell'impianto, ossia la capacità di cedere calore all'ambiente da riscaldare. L'incastro della tubazione in un pannello isolante bugnato comporta una riduzione di resa rispetto all'aggancio del tubo su un pannello piano. Lo dimostrano i grafici sottostanti, i cui valori sono stati desunti dai dati ricavati mediante uno studio numerico effettuato dal Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova su alcuni tipi di sistemi radianti. Da sinistra abbiamo:

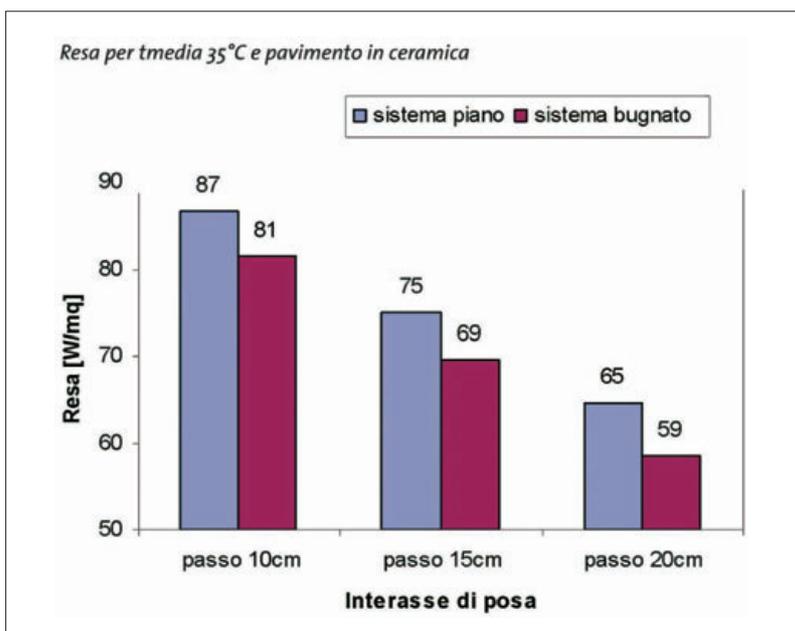
## Gli impianti a pavimento radiante

- sistema a lastra bugnata in polistirene espanso, spessore 20/50 mm ( $t_{\text{acqua}}$ : 35 °C);
  - sistema a lastra piana in polistirene espanso, spessore 30 mm ( $t_{\text{acqua}}$ : 34 °C);
  - sistema a lastra piana in schiuma poliuretanicca rigida a cellule chiuse, spessore 33 mm ( $t_{\text{acqua}}$ : 34 °C);
  - sistema a lastra piana in schiuma poliuretanicca rigida a cellule chiuse, spessore 46 mm ( $t_{\text{acqua}}$ : 34 °C).
- Per tutti i sistemi si è ipotizzato un rivestimento in ceramica.



Come si evince dai grafici, per ottenere il medesimo risultato (circa 80 W/mq di irraggiamento verso l'alto) si hanno dispersioni verso il basso notevolmente differenti, passando da 20,13 W/mq per il sistema a lastra bugnata in polistirene (rendimento complessivo del sistema: 79,67%) a 10,823 W/mq per il sistema a lastra piana in schiuma poliuretanicca (rendimento complessivo: 88,11%).

Limitandoci al confronto tra un sistema a lastra piana e un sistema a lastra bugnata, entrambi in polistirene e con il medesimo spessore, si hanno le seguenti differenze di resa, al variare dell'interasse di posa:



## Gli impianti a pavimento radiante

Il fatto che la resa di un sistema a pavimento radiante dipenda fortemente dalla geometria dello stesso è desumibile anche consultando la norma UNI EN 1264-2, la quale propone delle formule semplificate di calcolo delle curve di resa per sistemi con geometria ben specifica e invita i produttori che forniscono sistemi con geometria diversa a determinare sperimentalmente le curve di resa.

Poiché la curva di resa del corpo scaldante costituito dal pavimento radiante ha influenza sull'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, che deve essere riportato sull'attestato di certificazione (o qualificazione) energetica, il progettista ha diritto di pretendere le curve di resa documentate e garantite dal produttore dei sistemi a pavimento radiante.

Un altro fondamentale indice di qualità è dato dall'"importanza" del pannello isolante. Un sistema radiante ha basso indice di qualità se il pannello ha scarsa capacità isolante. Come già affermato in precedenza, la normativa UNI EN 1264 regolamenta con chiarezza questo settore, prescrivendo il rispetto di valori minimi di resistenza termica con riferimento al pannello isolante dell'impianto a pavimento. Rispettare la normativa significa limitare le perdite di calore verso il basso dell'impianto a pavimento. Lo dimostrano gli esempi di simulazioni numeriche riportati sopra.

A seconda del tipo e dello spessore del pannello isolante, la distribuzione di calore dentro il solaio cambia, provocando maggiore perdita di calore verso il basso se il pannello isolante è poco efficace. Nei risultati delle simulazioni del caso particolare citato, si nota che migliore è il pannello isolante, minore è la perdita verso il basso, con conseguente risparmio nelle spese di gestione. Adottare sistemi di impianto con pannelli isolanti che non rispettano la UNI EN 1264-4 significa realizzare un impianto non a regola d'arte, nonché con maggiori spese di gestione.

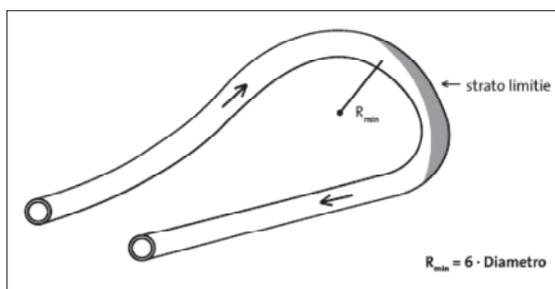
### **Influenza del diametro della tubazione sulle prestazioni del sistema radiante**

Un ulteriore indice di qualità sta nella "pesantezza" del sistema. Più il sistema è "pesante" e maggiore è l'accumulo termico, ossia maggiore è la capacità del sistema di trattenere il calore e rilasciarlo in ambiente solo quando serve senza richiedere energia aggiuntiva in caldaia. Un sistema con massetto tradizionale e tubazione avente diametro pari a 20 mm ha elevato indice di qualità. Infatti, maggiore è il diametro della tubazione, maggiore è il contenuto d'acqua dell'impianto e ciò garantisce un accumulo termico ancora più elevato (100 m di tubo da 20 mm hanno un contenuto d'acqua di 20,1 litri; 100 m di tubo da 18 mm hanno un contenuto di 15,4 litri). Inoltre, utilizzare una tubazione da 20 mm consente di realizzare, a parità di perdite di carico, anelli di lunghezza maggiore. Ciò si traduce in minori attacchi al collettore e minore ingombro dello stesso.

Un'altra motivazione trova giustificazione nell'azione meccanica dell'acqua. A parità di portata, una sezione di passaggio minore si traduce in una velocità dell'acqua superiore e quindi in un'azione di erosione meccanica dell'acqua maggiore. Velocità dell'acqua elevate possono preoccupare presso la curvatura centrale dove inizia il rientro della tubazione a chiusura della chiocciola.

Per quanto riguarda invece il settore industriale, l'elevata resistenza termica opposta da uno spessore di massetto sovrastante la tubazione non indifferente, per le esigenze di irrobustimento del massetto, suggerisce di utilizzare un diametro di 25 mm. Le ampie superfici a disposizione, le quali consentono di realizzare una posa a serpentina con passi elevati, rendono possibile l'utilizzo di una tubazione a diametro elevato, la quale sarebbe altrimenti improponibile per la difficoltà di maneggiamento.

Pertanto è fondamentale garantire nelle varie esigenze l'impianto più adatto allo scopo, con la resa maggiore possibile, e pertanto è necessario ricercare materiali per la tubazione che consentano di maneggiare facilmente diametri maggiori.



### **La termoregolazione**

La regolazione degli impianti radianti può seguire due principi:

- climatica, ossia con adeguamento continuo alla situazione di temperatura esterna;
- a punto fisso, ossia con temperatura di mandata fissata indipendentemente dalle condizioni esterne.

## Gli impianti a pavimento radiante

### Regolazione climatica

La regolazione climatica è il sistema di regolazione più efficiente e consente il maggior risparmio energetico: la temperatura di mandata all'impianto viene regolata in modo automatico in funzione della temperatura esterna, garantendo sempre le migliori prestazioni di comfort e di gestione. Per ottenere questi risultati si utilizza una centralina elettronica digitale alla quale sono collegate due sonde di temperatura (una di mandata all'impianto e una esterna) ed un servomotore che aziona la valvola miscelatrice. La centralina elabora il segnale della sonda esterna e, in base al codice climatico più indicato per quel tipo di edificio, determina il valore ideale della temperatura di mandata, lo confronta con il valore reale misurato dalla sonda di mandata e, se necessario, agisce sulla valvola miscelatrice.

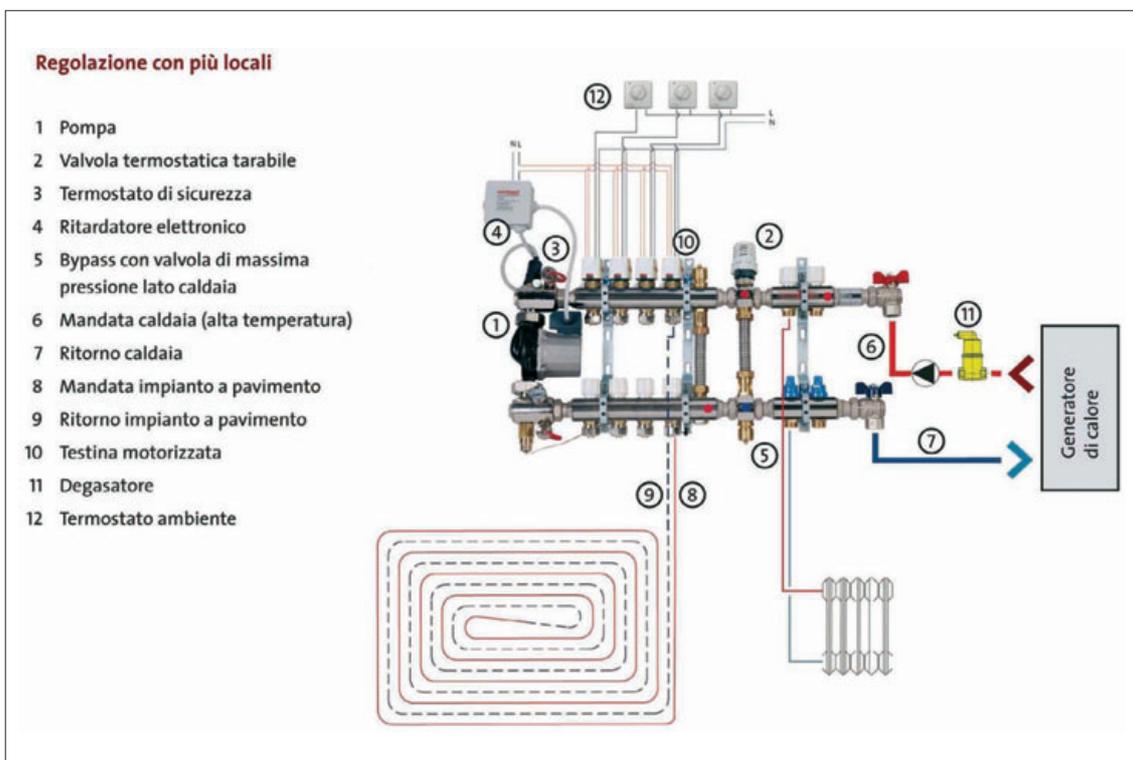
È possibile impostare la centralina in modo da garantire la temperatura desiderata in un programma orario e settimanale. Al di fuori degli orari programmati la centralina consente di impostare un funzionamento a temperatura minima, che permette di ottimizzare il risparmio energetico.

Alla centralina elettronica è possibile collegare anche una sonda ambiente. In questo modo la curva climatica viene influenzata dalla temperatura ambiente perfezionando il comfort in ambiente e offrendo all'utilizzatore la possibilità di interagire con la programmazione oraria senza dover accedere alla centralina elettronica che spesso si trova in centrale termico.

Qualora si desideri avere zone indipendenti come gestione oraria e temperatura di alimentazione, è consigliabile un kit di termoregolazione climatica per ogni zona. Se l'interesse, invece, è solo di mantenere una temperatura ridotta in alcuni locali senza sofisticate impostazioni orarie (per esempio, camere, taverne, studi, ecc.) la soluzione più comoda ed economica consiste nel prevedere termostati ambiente con relative testine elettrotermiche per quei locali.

### Regolazione a punto fisso

La regolazione a punto fisso è il sistema di regolazione più economico. Consiste nel garantire all'impianto una temperatura del fluido di mandata costante ed il cui valore viene impostato manualmente.



## Gli impianti a pavimento radiante

La compattezza di questi tipi di regolatori ne permette l'alloggiamento in cassetta collegandoli direttamente al collettore, peculiarità che ha agevolato la loro grande diffusione nel passato. Il limite maggiore di questi tipi di sistemi è la necessità da parte dell'utilizzatore, di dover regolare l'impianto ogni volta che variano le condizioni esterne.

Per ridurre o eliminare questo tipo di attività si è diffusa la consuetudine di montare sui circuiti attuatori elettrotermici comandati da termostati di zona. Il termostato confronta la temperatura impostata dall'utilizzatore con quella presente e, qualora la temperatura in ambiente superi quella impostata, toglie corrente all'attuatore che chiude il circuito. Quando tutti i circuiti sono chiusi i microinterruttori ausiliari delle testine spengono la pompa di circolazione. Nel caso in cui si ha un unico locale servito dalla termoregolazione, il termostato ambiente può essere collegato all'alimentazione della pompa: con questa soluzione quando la temperatura del termostato viene soddisfatta si interrompe la circolazione del fluido in tutti i circuiti del collettore. In ogni caso si passa da una regolazione sulla temperatura ad una regolazione sulla portata che mal si presta per l'impianto a pavimento. Infatti, i tempi di risposta dell'impianto già relativamente lunghi vengono in questo modo prolungati. Se il termostato ambiente rileva una temperatura superiore a quella impostata, significa che il massetto e il fluido sono ad una temperatura superiore rispetto a quella necessaria. Bloccando il flusso si dovrà smaltire non solo il calore del massetto, ma anche il calore immagazzinato dal fluido nei tubi con la conseguenza che la temperatura in ambiente continua a salire anche dopo l'intervento di regolazione e possono trascorrere delle ore prima che il massetto si raffreddi sufficientemente per ridurre la temperatura in ambiente. Quando poi la temperatura in ambiente è scesa fino a essere inferiore a quella voluta, il termostato dà il comando di riapertura, ma servirà un certo tempo perché il massetto e il fluido si riscaldino fino al livello tale da garantire nuovamente la temperatura ideale. Concludendo il valore di temperatura in ambiente subirà una continua oscillazione non rimanendo mai nella situazione di comfort. Inoltre con questo tipo di regolazione il generatore di calore viene fatto intervenire con un sistema ad intermittenza, che ne compromette seriamente il rendimento. Tutte le macchine a combustione, infatti, hanno un consumo superiore se vengono continuamente accese e spente, anziché fatte funzionare ad un regime medio per tutto il tempo di utilizzo (basta pensare alle automobili: il consumo è maggiore in città rispetto a quando si percorrono strade extraurbane).

**Omissis**

### Raffrescamento estivo

**Omissis**

## Procedure per la realizzazione dell'impianto a pavimento

### **Verifica preliminare del cantiere**

L'impianto a pavimento va applicato su locali intonacati e chiusi con infissi onde evitare una rapida e anomala asciugatura del massetto. Eventualmente si può valutare la copertura del massetto stesso, appena realizzato, con un foglio in polietilene per aiutare una asciugatura omogenea.

Prima di procedere all'installazione dell'impianto, devono essere verificate le condizioni di cantiere. Esso deve rispettare gli standards tecnici relativi. Deve essere già presente la barriera a vapore laddove le norme tecniche la prevedono e i passaggi di tubazioni idrauliche e/o elettriche devono essere opportunamente coperti in modo da garantire la superficie di base per la stesura del pannello isolante dell'impianto a pavimento.

Al momento della stesura dell'impianto a pavimento devono essere disponibili spessori che tengano conto di:

- ingombro del pannello isolante;
- diametro della tubazione;
- spessore del massetto (nel caso di massetto tradizionale lo spessore minimo è pari a 45 mm da garantire dal punto più alto del sistema di impianto a pavimento);
- spessore della pavimentazione.

L'ingombro dell'impianto a pavimento varia con la tipologia di sistema e con la resistenza termica da garantire per il rispetto della UNI EN 1264-4 con il pannello isolante da applicare sopra la base di supporto.

## Gli impianti a pavimento radiante

### **Posa dell'impianto**

Alla luce di quanto sopra espresso, il cantiere va verificato nelle quote a disposizione per l'impianto a pavimento. La superficie del sottofondo dovrà risultare orizzontale, non dovrà presentare avvallamenti, dovrà essere sgomberata dai calcinacci e priva di incrostazioni. Va verificato che i collettori siano posizionati laddove previsto dal progetto esecutivo e che siano correttamente montati. Le tubazioni di collegamento del collettore alla centrale termica devono essere adeguatamente isolate per migliorare il rendimento di distribuzione dell'impianto di riscaldamento. A maggior ragione deve essere prevista una guaina isolante adeguata se si intende utilizzare l'impianto anche per il raffrescamento estivo.

Va steso un foglio in polietilene come barriera vapore nei locali a contatto con il terreno o con intercapedine aerata o locali non riscaldati avendo cura di eseguire un risvolto sulle pareti di almeno 10 cm. I fogli dovranno essere sovrapposti per almeno 25 cm.

Va posata una striscia perimetrale lungo tutto il perimetro dei locali da riscaldare e attorno a tutti gli elementi della struttura che penetrano il massetto di copertura dell'impianto, come pilastri, scale, ecc. La stesura deve avvenire in modo che la posizione della striscia perimetrale non vari con il getto del massetto. Nel caso di più strati isolanti, la striscia perimetrale deve essere fissata prima della posa dello strato superiore. A massetto ultimato, la striscia perimetrale non deve essere tagliata se non dopo la posa del pavimento, così come indicato dalla UNI EN 1264-4.

A questo punto va posata la lastra isolante appoggiandola alla striscia perimetrale e accostando bene i pannelli fra loro. Il buon accostamento dei pannelli è garantito con varie metodologie a seconda del sistema adottato (linee di giunzione chiuse con apposito nastro coprigiunto, pannelli a incastro).

Sullo strato superiore del pannello isolante deve essere stesa una pellicola protettiva di polietilene con spessore pari a 0,15 mm, a meno che non sia già presente integrata al pannello stesso. Tale foglio di protezione va posato sovrapposto e deve essere risvoltato alle pareti in corrispondenza della striscia perimetrale qualora la stessa non sia dotata di doppio elemento. Nei sistemi in cui la striscia perimetrale è doppia, l'elemento interno deve essere sollevato prima dell'accostamento del pannello.

Nel caso sia prevista la posa di più pannelli isolanti sovrapposti, essi dovranno essere posati in maniera sfalsata in modo che le linee di accostamento non siano direttamente riprese tra i due.

La posa del tubo dovrà rispettare il progetto sia come passi (distanze fra i tubi), sia come tipo di posa e lunghezza degli anelli. Dopo avere consultato il progetto esecutivo di posa si dovrà individuare il punto da cui partire e il relativo attacco sul collettore, in modo tale che le tubazioni in partenza e arrivo abbiano una distribuzione a raggiatura senza alcun accavallamento. Si dovrà scegliere il rotolo di tubo di lunghezza conveniente inserendo la guaina isolante all'estremità esterna e allacciando, quindi, il tubo alla relativa valvola sul collettore di ritorno con l'ausilio di un raccordo. Si svolgerà il tubo, posandolo sull'isolante, bloccandolo con sistemi di fissaggio nei punti e nella quantità necessaria a garantirne il completo ancoraggio.

La posa del tubo di mandata deve avvenire nel rispetto delle seguenti prescrizioni previste dalla UNI EN 1264-4:

- 50 mm di distanza da pareti verticali;
- 200 mm di distanza da caminetti (mai passare sotto!), condotte fumarie, pozzetti;
- curvature con raggio non inferiore al valore minimo pari a 6 volte il diametro del tubo.

Si proseguirà con la posa verificando il passo previsto e rispettando le indicazioni riportate sul progetto esecutivo sino al completamento dell'anello interessato.

La posa di ciascun anello deve avvenire senza giunzioni. Qualora, causa incidenti subiti dall'impianto finito, venissero fatti giunti meccanici, questi devono essere localizzati e riportati sul disegno esecutivo. In corrispondenza del collettore e dell'attraversamento dei giunti di dilatazione, i tubi dovranno essere inguainati con la guaina isolante.

Si procede quindi al collegamento del tubo, tramite gli opportuni adattatori, alla relativa valvola sul collettore di mandata. Durante la posa dell'anello sarà possibile creare un infittimento del passo di posa della tubazione in corrispondenza della fascia perimetrale sul lato esterno del locale per sopperire ad eventuali maggiori dispersioni termiche (per esempio, a causa di una grande vetrata).

I giunti di dilatazione dovranno essere posizionati in corrispondenza di tutte le porte interne e trasversalmente i locali qualora abbiano superficie superiore a 40 mq e/o un lato maggiore di 8 m. Nel caso di ambienti rettangolari, le superfici senza giunti possono essere superiori purché non si superi il rapporto massimo in lunghezza di 2 a 1. Il tutto dovrà essere specificato nel disegno esecutivo.

Il giunto di dilatazione dovrà essere mantenuto durante la stesura del massetto e non dovrà essere tagliato con la posa della pavimentazione.

## Gli impianti a pavimento radiante

In corrispondenza dell'attraversamento del giunto da parte del tubo dell'impianto a pavimento, che deve avvenire nel minor numero di volte, deve essere prevista la guaina isolante a protezione del tubo.

### **Caricamento e collaudo dell'impianto**

Dopo la posa dell'impianto esso dovrà essere caricato e messo in pressione (a 6 bar) prima del getto del massetto. L'impianto dovrà rimanere in pressione fino all'ultimazione dei massetti e il procedimento di collaudo deve essere documentato. La pressione può variare in funzione della temperatura di 1 bar entro le prime 24 ore. Per i periodi invernali si dovranno adottare tutte le precauzioni necessarie atte a prevenire le possibili conseguenze di congelamenti dell'acqua nell'impianto installato. Una volta installato l'impianto secondo gli standards stabiliti dalle norme tecniche di riferimento, il cantiere è pronto per la posa del massetto. È compito dell'impresa esecutrice dell'impianto vigilare sull'integrità dello stesso fino al completamento del massetto. Il massetto di copertura andrà realizzato negli spessori, dimensioni e composizione prescritti dalle normative e dalla Direzione Lavori.

### **Modalità di esecuzione dei massetti di copertura**

Nel caso in cui si preveda l'esecuzione di un massetto tradizionale, la sua realizzazione e stesura non cambiano in presenza di un impianto a pavimento. Le precauzioni aggiuntive riguardano solamente l'integrità delle tubazioni e dell'isolante. Quando si movimentano le malte devono essere adottate procedure di rispetto per l'impianto posato: per esempio, nella realizzazione dei percorsi di passaggio, sono da evitare le tavole che contengono chiodi, anche se ribattuti. Meglio posare cartoni. Il rovesciamento del materiale impastato non deve avvenire appoggiando la carriola sulle tubazioni: non devono essere appoggiati carichi importanti sull'impianto.

Secondo le normative relative, lo spessore del massetto di copertura non deve essere inferiore alla misura di 45 mm e tale spessore va considerato a partire dal punto più alto dell'impianto (tubazione o estremità bugna). La stesura deve avvenire mantenendo tutti gli elementi posati con l'impianto a pavimento. Non va rimossa la striscia perimetrale posta lungo tutto il perimetro dei singoli locali. Nello stesso modo non vanno rimossi i giunti di dilatazione, sia quelli posizionati in corrispondenza di tutte le porte interne e sia quelli disposti trasversalmente i locali laddove necessario. La stesura del massetto deve avvenire ad una temperatura ambiente non inferiore ai 5 °C e tale limite deve essere rispettato per almeno tre giorni a lavoro ultimato. Nei tre giorni si deve garantire al massetto un'asciugatura lenta. Per questo motivo durante questo periodo il massetto va protetto dall'irraggiamento del sole e da correnti d'aria: di norma è sufficiente chiudere l'edificio per raggiungere l'obiettivo. È buona norma inserire nel massetto una rete metallica o altro elemento equivalente con funzioni antiritiro.

L'impasto deve essere realizzato usando inerti in granulometria varia da 0 a 8 mm e cemento 325 in ragione di 3 q/mc con l'aggiunta di fluidificante (generalmente fornito con l'impianto) in misura di 1 litro per quintale di cemento. L'utilità dell'additivo fluidificante sta nella sua capacità di migliorare la lavorabilità dell'impasto di calcestruzzo utilizzando meno acqua e garantendo al tempo stesso presenza d'aria in misura non superiore al 5%. L'eccesso d'acqua è il maggior responsabile del ritiro differenziale del massetto. Infatti, l'acqua contenuta nel calcestruzzo e introdotta a causa del processo di idratazione del cemento evapora soprattutto sulla faccia superiore del massetto, cioè sulla faccia esposta all'aria. Ciò provoca il fenomeno dell'imbarcamento del massetto e della successiva fessurazione del pavimento a causa dei carichi di esercizio che costringono il massetto a riprendere la configurazione iniziale di totale appoggio al solaio. Per evitare tutto ciò bisognerebbe ridurre i fattori che sono maggiormente responsabili del ritiro del massetto.

Al posto dei massetti tradizionali è possibile prevedere la posa di massetti autolivellanti, caratterizzati da maggiore lavorabilità con conseguente garanzia di posa veloce e con ottima planarità del lavoro finito anche per ampie superfici e per spessori ridotti.

Sono premiscelati secchi che consentono, grazie alla presenza di composti particolari, di ottenere un impasto liquido con minore percentuale di acqua rispetto ai massetti tradizionali, miscelati in cantiere. A seconda del tipo di componenti si distinguono in massetti a base di anidride e massetti a base cementizia. In entrambi sono presenti additivi chimici che consentono di rendere maggiormente fluido il prodotto, con minore quantità di acqua. Per questo motivo in questi casi non va utilizzato l'additivo preventivato con il dimensionamento dell'impianto.

Per la presenza di anidride nei massetti autolivellanti del primo tipo e di cementi speciali nei massetti del secondo tipo, le caratteristiche meccaniche del prodotto finito sono superiori a quelle dei massetti tradizio-

## Gli impianti a pavimento radiante

nali. Le ditte produttrici assicurano resistenza meccanica come da normativa già per spessori di 30-35 mm. Il getto di autolivellanti deve avvenire in modo da evitare che la massa liquida penetri sotto l'impianto e si attacchi alla struttura. Per questo motivo, in assenza di impianto a pavimento, devono essere stesi fogli in polietilene che vanno sovrapposti per almeno 25 cm e rimontano le pareti in modo da superare il livello finito di qualche centimetro. In presenza di impianto a pavimento i fogli in polietilene dovranno essere posati tra l'isolante e la tubazione, sempre che il pannello stesso non sia già dotato di una barriera propria. Per gli impianti a pavimento con lastre presagomate si dovrà controllare il corretto incastro tra loro.

Come nel caso di massetto tradizionale, il getto deve avvenire rispettando i giunti di dilatazione.

Avendo la possibilità di ridurre di circa 1 cm lo spessore del massetto, è evidente che con massetti autolivellanti l'impianto a pavimento può funzionare con rese ancora maggiori. Tra le due tipologie di massetto autolivellanti, quello a base di anidride migliora la conduttività del massetto avendo un valore di  $\lambda = 1,8 \text{ W/mK}$ , contro il  $\lambda = 1,4 \text{ W/mK}$  valido per massetti a base cementizia.

### **Avviamento iniziale dell'impianto**

Completata la copertura dell'impianto e trascorso un certo periodo pari ad almeno 21 giorni per un massetto di tipo cementizia e pari ad almeno 7 giorni per un massetto a base di anidride, all'occorrenza si può procedere ad un'iniziale accensione dell'impianto allo scopo di asciugare i massetti e favorire la posa della finitura superficiale. Per una corretta posa delle piastrelle infatti è necessario che il livello massimo di umidità del massetto sia pari al 2%; per la posa del parquet il livello di umidità massima richiesta è anche inferiore.

La norma UNI EN 1264 chiede di documentare il processo di riscaldamento all'avvio dell'impianto. Questo contempla il mantenimento con alimentazione a 20-25 °C per almeno 3 giorni e l'impostazione successiva della massima temperatura di alimentazione risultante da progetto per almeno altri 4 giorni. In ogni caso si consiglia di prolungare il periodo di pre-riscaldamento in modo da passare gradualmente dalla temperatura iniziale a quella massima di progetto (2-3 °C al giorno). Si consiglia inoltre di impostare la temperatura iniziale in modo che non sia superiore di 5 °C al valore della temperatura esterna per evitare lo shock termico al massetto. Causare un shock termico al massetto significa portarlo a rottura. Un riscaldamento graduale asciuga il massetto senza romperlo.

### **Posa del pavimento**

La copertura avverrà secondo gli standards relativi e le disposizioni delle categorie specifiche. Talvolta, per migliorare l'esecuzione del pavimento, può essere richiesto di fare un ulteriore riscaldamento del massetto tramite l'impianto a pavimento. È il caso, ad esempio, della posa di pavimento in legno incollato: mettere per alcuni giorni in funzione il riscaldamento prima di iniziare a levigare il pavimento permette un assestamento del parquet prima della stuccatura.

Esistono pubblicazioni specifiche che indicano le condizioni per la posa di pavimenti in legno con impianti di riscaldamento a pavimento.

## **Conclusioni**

Scegliere un impianto di riscaldamento a basso consumo è di fondamentale importanza, soprattutto alla luce dell'impegno preso dal Parlamento Europeo con la Direttiva 2002/91/CE (recepita in Italia dal D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 192, successivamente modificato dal D.Lgs. 29 dicembre 2006 n. 311). Essa stabilisce che devono essere applicati nuovi parametri di progettazione edilizia allo scopo di portare il mercato immobiliare a produrre edifici a basso consumo derivanti da scelte architettoniche mirate e da soluzioni impiantistiche evolute.

Oggi tutte le nuove costruzioni e quelle oggetto di importanti ristrutturazioni devono rispettare un valore minimo di rendimento energetico. Ciò da un lato per ridurre i consumi di energia della Unione Europea (il 40% riguarda il settore edilizio residenziale e terziario), dall'altro per introdurre maggiore trasparenza nel mercato immobiliare in modo da tutelare maggiormente gli acquirenti.

Gli impianti a pavimento radiante vanno esattamente nella direzione indicata dall'Unione Europea, consentendo risparmio energetico e comfort in ambiente.

# Il terremoto in Abruzzo



Ing. **Fabio Sassu\***

Resoconto di un collega  
che ha operato  
nella zona del sisma

\* Vice comandante Provinciale  
dei Vigili del Fuoco di Oristano

La zona della città de L'Aquila è stata colpita da un forte terremoto, la cui scossa principale, di magnitudo Richter  $M_I=5,8$  si è verificata il 6 Aprile 2009 alle ore 03,33.

La sequenza sismica ha continuato la sua evoluzione, con moltissime repliche, in particolare si sono verificati tre eventi di  $M>5$  i quali sono avvenuti il 6 aprile ( $M_I=5,8$ ), il 7 aprile ( $M_I=5,3$ ) e il 9 aprile ( $M_I=5,1$ ). I terremoti di  $M$  compresa tra  $M=3,5$  e 5 sono stati in totale 31.

La distribuzione nel territorio di questa sequenza sismica evidenzia un'area interessata che si estende per oltre 30 km in direzione NO-SE, parallelamente all'asse della catena appenninica.

L'organizzazione dei soccorsi è stata assegnata alla Protezione Civile italiana, il cui capo Guido Bertolaso ha ricevuto dal governo i poteri straordinari per la gestione dell'emergenza.

E' stato immediatamente allestito un "Centro Coordinamento Soccorsi" (C.C.S.) insediato presso la Scuola Sottufficiali della Guardia di Finanza all'Aquila e sono stati istituiti diversi centri operativi a L'Aquila, e in alcuni comuni limitrofi.

Alle operazioni di soccorso partecipano tutte le componenti del sistema di protezione civile italiano, in particolare il personale e i mezzi di: Vigili del Fuoco, Polizia di Stato, Arma dei carabinieri, Guardia di Finanza, Corpo forestale dello Stato, Croce Rossa Italiana, Esercito Italiano, Aeronautica Militare Italiana, Marina Mili-



Foto 1: Il Centro Coordinamento Soccorsi allestito presso Scuola Sottufficiali della Guardia di Finanza all'Aquila

tare Italiana, Organizzazioni di volontariato, Polizia Penitenziaria, Unità Psicologiche di Emergenza, ecc.

Fin dall'inizio delle operazioni di soccorso i Vigili del Fuoco hanno dislocato sul posto circa 2000 unità provenienti da tutte le regioni, comprese le unità cinofile e le squadre specializzate in soccorso Speleo-Alpino-Fluviale; inoltre sono stati inviati diversi elicotteri, alcuni veicoli con stazione radio satellitare mobile, ponti radio mobili, diverse torri-faro e numerosi mezzi per il movimento terra.

Poco dopo l'arrivo in zona sisma è deceduto un capo squadra dei Vigili, Marco Cavagna, colpito da un malore fatale.

I Vigili del fuoco si sono organizzati allestendo diversi campi base, fra i quali: Coppito-L'Aquila, Pizzoli-Arischia, Monticchio e Basciano. La logistica è stata completata con il posizionamento di autobotti di acqua potabile ed autocisterne con carburanti sia per i veicoli che per gli elicotteri,

nonché gruppi elettrogeni, container, tende ed altro materiale per il primo soccorso.

E' stata anche prevista la presenza costante di circa 100 funzionari dei Vigili del Fuoco provenienti da tutte le regioni (ingegneri ed architetti) per svolgere, principalmente, i seguenti compiti: effettuare le verifiche statiche sugli edifici interessati dal sisma, progettare e realizzare opere provvisorie di consolidamento; dare il proprio contributo in seno ai Gruppi Tecnici di Supporto istituiti dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, assicurare la presenza costante di un qualificato rappresentante dei Vigili del Fuoco nei vari Centri Operativi Misti istituiti nelle zone maggiormente colpite dal sisma, coordinare e dirigere ulteriori attività legate al soccorso tecnico urgente.

Lo scrivente ha dato il proprio contributo, sia nell'attività di verifica statica, sia nell'attività di realizzazione delle opere provvisorie di edifici lesionati dal sisma.



Foto 2: Facciata principale della Prefettura de L'Aquila danneggiata dal sisma.

Come è noto, un terremoto danneggia numerosi edifici senza farli crollare e, pertanto, uno degli interventi prioritari è la realizzazione di opere provvisorie, sia per la loro messa in sicurezza, sia per evitare il progredire del danno in seguito ad altre scosse.

Si fa osservare anche che, a differenza delle precedenti esperienze di intervento post-sisma, durante le quali si è fatto ampio ricorso ad interventi di demolizione, in questa occasione si è adottato un differente approccio interventistico assegnando una maggiore priorità alle opere di puntellamento e di consolidamento.

Durante la suddetta attività di puntellamento e consolidamento di fabbricati lesionati dal sisma, il sottoscritto si è occupato della messa in sicurezza di alcuni edifici soggetti a tutela da parte del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

Di seguito si riportano alcuni cenni generali sulle opere di puntellatura e, successivamente, verrà illustrato uno dei casi seguiti dallo scrivente.

### OPERE PROVVISORIE NELL'EMERGENZA

L'urgenza di un intervento immediato permette di realizzare solo opere provvisorie che dovranno essere ispirate alla massima semplicità di installazione e che dovranno prevedere l'impiego di materiali facilmente reperibili e lavorabili anche nelle difficili condizioni dell'emergenza post-terremoto.

### DEFINIZIONE DI OPERA PROVVISORIA

Insieme degli interventi di consolidamento provvisorio o di messa

in sicurezza di strutture (demolizioni, puntellamenti, messa in opera di tiranti metallici, cerchiature, transennamenti, ecc.) che vengono realizzati durante la prima fase dell'emergenza post-terremoto, allo scopo di evitare ulteriori danni per effetto delle repliche sismiche, e/o tutelare l'incolumità delle persone e/o ripristinare rapidamente le normali attività economico-sociali.

### FINALITÀ DELLE OPERE PROVVISORIE

evitare il crollo di pareti di costruzione (pareti, architravi, conci di archi, ecc.); evitare il crollo dell'intero organismo strutturale; evitare la caduta per ribaltamento ortogonale al loro piano delle pareti murarie e permettere l'utilizzo dei percorsi in condizioni di sicurezza.

### TIPOLOGIE DELLE OPERE PROVVISORIE

#### Puntelli in legno o in acciaio:

I puntelli sono organi strutturali sollecitati alla compressione assiale, destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle mas-



Foto 3: Puntellatura di ritegno - Chiesa di San Pietro Apostolo Onna (AQ)

se murarie lesionate.

I puntelli che hanno lo scopo di evitare la caduta per ribaltamento di muri o loro porzioni si chiamano **puntelli di sostegno**; quelli che evitano la caduta verticale di conci di archi, di volte, architravi si chiamano invece **puntelli di ritegno**.

Per esplicitare un'azione di sostegno si adotta la disposizione ad asse verticale, per esplicitare un'azione di sostegno si adotta la disposizione ad asse inclinato

I principali inconvenienti delle opere di puntellamento sono:

- la scarsa efficacia (se i lavori sono eseguiti da personale con poca esperienza);
- talvolta le strutture i puntellamenti risultano molto ingombranti e impediscono l'uso dell'edificio;
- la scarsa efficienza e affidabilità nel tempo (es. le strutture in legno);
- la possibilità di riutilizzare il materiale impiegato è praticamente nulla.

### **Cerchiature:**

Gli elementi murari sottoposti a compressione verticale tendono ad accorciarsi e a cedere trasversalmente per la dilatazione che l'accorciamento produce.

La cerchiatura consiste nell'impedire questa dilatazione trasversale, aumentando così la resistenza alla compressione, attraverso l'inserimento intorno all'elemento da consolidare di anelli o cerchi di distanziati, di un tondino continuo

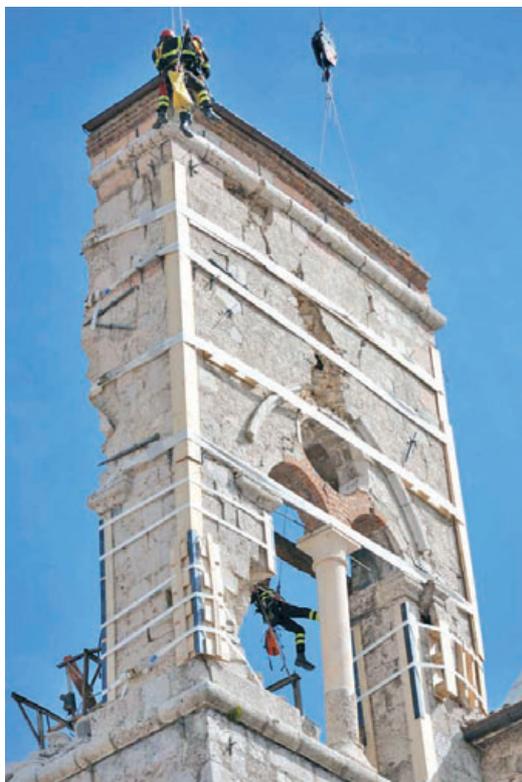


Foto 4: Cerchiatura - Torre campanaria Chiesa di S. Bernardino (AQ) con le unità S.A.F all'opera

elicoidale o di fasce di poliestere ad alta resistenza. La cerchiatura continua, con anelli e cerchi, si presta per elementi circolari quali pilastri o ciminiere.

La cerchiatura può essere fatta anche su interi edifici, in alternativa al puntellamento

### **Tirantature:**

I tiranti o catene sono elementi di acciaio che, unendo due muri paralleli, li tengono aderenti al solaio o al muro ortogonale che li collega.

In questo modo viene eliminata la possibilità di apertura dei muri dovuta alla presenza di lesioni in corrispondenza della zona di ammorsamento, all'assenza di cordoli perimetrali e/o alla presenza di un tetto spingente.

I tiranti possono anche es-



Foto 5: Tirantatura Chiesa di Santa Maria del Suffragio detta: Anime Sante (AQ)

## Il terremoto in Abruzzo

sere impiegati per neutralizzare le spinte delle volte e degli archi. Hanno lo svantaggio di richiedere operazioni interne all'edificio per far passare il tirante attraverso i muri (operazioni molto rischiose in presenza di sciame sismico), a meno che non vengano posizionati esternamente per realizzare una cerchiatura d'insieme dell'edificio.

Il capochiave è l'elemento di ancoraggio del tirante al muro. Può essere a paletto o a piastra.

I giunti di connessione sono gli elementi che collegano i vari tronchi del tirante e possono essere a forchetta con spinotto o a manico e vite. Quest'ultimo tipo consente di mettere facilmente in tensione il tirante. Con altri tipi di connessione il tiraggio avviene invece mediante serraggio dei bulloni quando il capochiave è a piastra circolare oppure, nel caso di capochiave a paletto, mediante il riscaldamento del tirante e l'inserimento di biette nell'occhiello del capochiave.

Gli anelli sono costituiti da più pezzi, in funzione del diametro, uniti mediante giunti e messi in tensione con l'inserimento di biette negli occhielli dopo aver riscaldato gli elementi. Per migliorare l'efficacia dell'intervento possono venire inseriti fra le cerchiature e l'elemento da consolidare dei ferri longitudinali di ripartizione.

Per pilastri di sezione quadrata si utilizzano ferri piatti, angolari o putrelle, collegati mediante bulloni o saldature oppure cavi d'acciaio o fasce di poliestere.

Vantaggi delle tirantature: piena efficacia, minimo ingombro, inalterata efficienza e affidabilità nel tempo, agevole realizzabilità e totale riutilizzo.



Foto 6: Tirantatura – Chiesa S. Maria degli Angeli (AQ)

### Centinature di archi e volte

Il puntellamento deve avere una base di appoggio di tutto il sistema dal quale si dipartono dei ritti che sostengono la centina, cioè un sistema reticolare il cui profilo ha la forma dell'arco o della volta da sostenere.

### VERIFICHE STRUTTURALI DEI PUNTELLI

Stabilità alla compressione ed al carico di punta;  
Verifica delle caratteristiche tecniche ed igroscopiche;  
Stabilità allo scorrimento;  
Verifica che tutti gli elementi siano sollecitati alla sola compressione assiale.

### ORDINE DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Qualora possibile, è preferibile procedere con la messa in sicurezza delle parti alte dell'edificio.

Quanto sopra al fine di consolidare eventuali parti aggettanti e per migliorare la coesione fra i diversi muri perimetrali che po-



Foto 7: Centinatura di un arco Forte spagnolo (AQ)

trebbero cedere, minacciando l'incolumità del personale impegnato, soprattutto in occasione di ulteriori scosse.

Una volta messa in sicurezza la parte superiore si procede con il consolidamento delle restanti parti dell'edificio.

... dov'è la torre?



Vista aerea di Oristano (foto di Francesco Cubeddu)





**CORONA IMPIANTI**

*Di Giuseppe Corona*

*Installazione impianti di:  
Riscaldamento  
Condizionamento  
Pompe di calore  
Solare termico*



*Manutenzione e conduzione impianti per privati;  
condomini; comuni; enti.*

**SERVIZIO TECNICO AUTORIZZATO**



*Caldaie a gas e gasolio*



*Pompe di calore aria/aria; aria/acqua*



*Caldaie a gas*



**ORISTANO - Via Firenze 23**  
**Tel. 0783.73310 / 0783 73419**  
**Fax 0783.73419**  
**e-mail: coronag@tiscali.it**

# Intervento di stabilizzazione della chiesa di S. Maria delle Grazie (Madonna di Pettino) sita in loc. Pettino - L'Aquila

Ing. **Fabio Sassu\***

\* Vice comandante Provinciale dei Vigili del Fuoco di Oristano

Si tratta della chiesa parrocchiale di Pettino realizzata nel sec. XVII, originariamente adibita a oratorio privato, ricostruita nel sec. XVIII dopo il terremoto del 1703.

La chiesa di S. Maria delle Grazie è costituita da una pianta a croce centrale come si può osservare nella seguente planimetria.



*Planimetria di inquadramento*

I principali danni che ha riportato a seguito del sisma sono stati i seguenti:

- forti lesioni per innesco di meccanismi nel piano in tutte le pareti;
- lesioni fuori piano della parete sul versante a valle e di minore entità anche sulla facciata principale;
- lesioni ai quattro arconi per meccanismi di piano degli stessi;
- la veletta campanaria è crollata a terra lato strada;
- gli architravi delle finestre sono parzialmente crollati.



*Foto 8: Facciata principale della Chiesa di S. Maria delle Grazie*



*Foto 9: Lesioni alle arcate*



*Foto 10: Lesioni sulle muraure perimetrali*

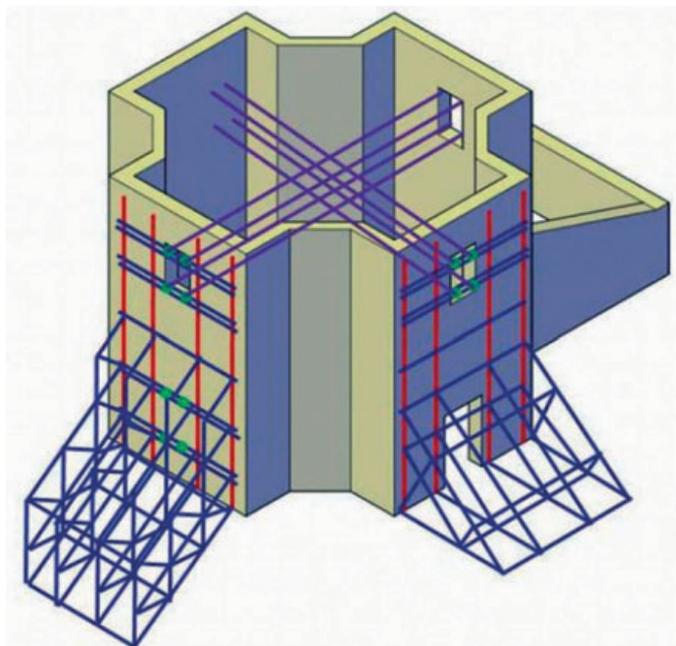
## Intervento di stabilizzazione della chiesa di S.Maria delle Grazie (Madonna di Pettino) sita in loc. Pettino - L'Aquila

Il progetto di massima dell'intervento di stabilizzazione, curato dal Dipartimento di Costruzioni e Trasporti dell'Università degli Studi di Padova, comprendeva, in sintesi, i seguenti interventi:

- **TIRANTATURA:** Per la messa in sicurezza rispetto ai meccanismi innescati, è stata prevista la realizzazione di graticci di travi appoggiati alle quattro facciate perimetrali e collegati da tiranti e funi d'acciaio tali da permettere il collegamento tra le pareti opposte corrispondenti.
- **INTERVENTI SULLA FACCIATA PRINCIPALE:** La parete di ingresso ha riportato un'evidente spanciatura fuori piano, pertanto, è stato previsto anche un intervento di puntellatura di ritegno per contrastare l'avanzamento dello stato di danneggiamento.
- **INTERVENTI SUGLI ARCHITRAVI DELLE FINESTRATURE DELL'ACHIE-SA:** Sia l'architrave della finestratura in facciata principale, sia quello della finestratura lato strada hanno riportato notevoli danni, pertanto, è stata prevista una sbadacchiatura con puntoni lignei.

### **IL LAVORO DEL NUCLEO PER IL COORDINAMENTO DELLE OPERE PROVVISORIALI**

Per la progettazione esecutiva e per la direzione dei lavori di



*Schema di massima del progetto degli interventi*

realizzazione delle opere provvisorie il Dipartimento dei Vigili del Fuoco ha istituito il Nucleo per il Coordinamento delle Opere Provvvisorie (coordinato da un professore universitario e da alcuni Dirigenti e Funzionari dei Vigili del Fuoco). Il suddetto nucleo ha anche elaborato un Vademecum di schede tecniche (Le cosiddette "Schede STOP") riguardanti le soluzioni progettuali delle opere provvisorie più ricorrenti, quali puntelli di ritegno e di sostegno, tirantature, cerchiature, etc., compresi i relativi particolari costruttivi (connessioni tra gli elementi, vincoli, nodi, etc.), al fine di rendere agevole e pratico il dimensionamento sul campo delle strutture da parte delle squadre dei Vigili del Fuoco nella fase dell'emergenza post-sismica. Le suddette schede

rappresentano un utile, ma ovviamente non vincolante, riferimento tecnico per ottenere rapidamente soluzioni pre-dimensionate sicure e standardizzate, attraverso la semplice consultazione di abachi e tabelle. Tuttavia, volendo effettuare ulteriori verifiche, è possibile ricondurre alcuni casi di puntellatura a dei semplici schemi statici che consentono di individuare il comportamento più probabile della struttura che in esame.

Come esempio si riporta, di seguito, il calcolo di verifica della puntellatura di ritegno che è stata realizzata per stabilizzare la parte inferiore della facciata principale della chiesa di S. Maria delle Grazie.

## Intervento di stabilizzazione della chiesa di S.Maria delle Grazie (Madonna di Pettino) sita in loc. Pettino - L'Aquila

### VERIFICA DI STABILITÀ ALLA COMPRESIONE ED AL CARICO DI PUNTA

Per il calcolo delle forze agenti sui puntelli sono state fatte le seguenti considerazioni:

La parete da stabilizzare (spessore 60 cm) è costituita da muratura (2.000 daN/mc).

Per contrastare il ribaltamento delle pareti è stata prevista la realizzazione di una tirantatura (nella parte alta) mentre nella parte bassa (sino alla quota di circa 3,50 m) l'azione di contrasto è stata affidata ad una puntellatura di ritegno con un solo puntone inclinato.

Per determinare le forze agenti su puntelli si è considerato lo schema statico di una trave a due appoggi soggetta ad un carico variabile con legge triangolare.

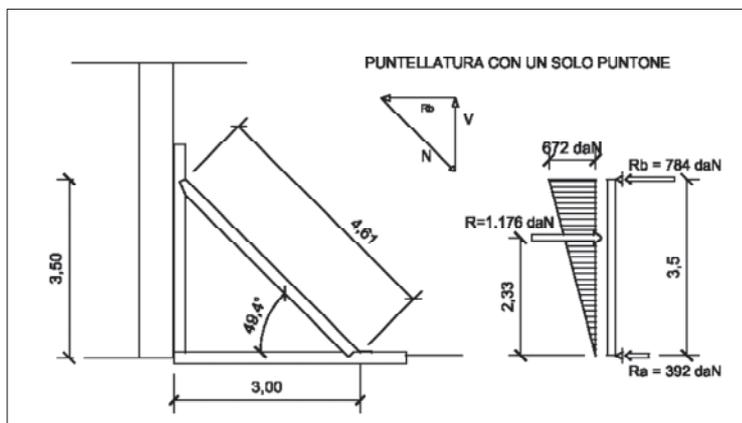
La risultante del suddetto carico triangolare sarà alla forza risultante R (applicata a 2/3 dell'altezza) da contrastare con la puntellatura.

Per il calcolo della forza risultante R è stato utilizzato il metodo POR che consente di schematizzare l'azione sismica orizzontale mediante la seguente espressione:

$$R = (C R \varepsilon \beta I) W_{tot}$$

essendo

$C = (S-2)/100$  il coefficiente d'intensità sismica come definito dal D.M. 24/01/1986 con S individuato in funzione del grado di sismicità che caratterizza la zona sismica (L'Aquila è in zona sismica di seconda categoria per cui si pone  $S = 9$ );



R = coefficiente di risposta, che per le strutture in muratura, a causa della loro elevata rigidità e del basso periodo proprio, assume valore pari ad 1;

$\varepsilon$  = coefficiente di fondazione, valore variabile da 1 ad un massimo di 1,3;

$\beta$  = coefficiente di struttura, secondo la Normativa (D.M. 24/1/86, C.9.5.3) per gli interventi di adeguamento delle costruzioni in muratura assume il valore  $\beta = \beta_1 \times \beta_2$ , dove  $\beta_1 = 2$  tiene conto delle caratteristiche di duttilità delle costruzioni in muratura, e  $\beta_2 = 2$  tiene conto delle modalità di verifica a rottura. Il valore  $\beta = 4$  è inoltre prescritto dalla Circ.LL.PP. 30/7/81 n°21745,3.1.1, in accordo quindi con il metodo di verifica sismica, dove si adotta un'ipotesi di comportamento elastoplastico con controllo della duttilità.

I = coefficiente di protezione sismica, che varia a secondo l'importanza dell'opera oggetto della verifica: 1, 1,2 e 1,4;

$W_{tot}$  = carico totale verticale (peso sismico) dell'edificio tenendo conto dei carichi accidentali, secondo la formula:  $W = G + sQ$ , dove il valore del coefficiente s, è secondo normativa uguale a 0,33, 0,50 e in alcuni casi pari a 1.

Per il calcolo della sollecitazione a compressione nel puntone è stato utilizzato il metodo Omega.

Di seguito si riporta il relativo foglio di calcolo.

Le opere provvisorie illustrate nelle foto che seguono sono state eseguite, in circa tre settimane di lavoro, da personale dei Vigili del Fuoco provenienti da diverse regioni d'Italia che si sono avvicinati sul luogo del sisma dal 19 giugno al 10 luglio 2009. In particolare la tirantatura delle parti superiori dei muri perimetrali è stata eseguita molto rapidamente, in assenza di ponteggio, dagli uomini dei nuclei S.A.F. (Speleo alpino fluviale) i quali sono intervenuti restando sospesi al braccio di un'autogru.

**Intervento di stabilizzazione  
della chiesa di S.Maria delle Grazie  
(Madonna di Pettino)  
sita in loc. Pettino - L'Aquila**

MECCANISMO DI RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA DELLA CHIESA DI S. MARIA DELLE GRAZIE LOC. PETTINO (AQ)		
<b>Calcolo forza risultante R da contrastare con la puntellatura</b>		
Peso specifico muro	$\gamma$	2.000,00 daN/mc
Spessore muro	s	0,60 m
Altezza muro	h	3,50 m
Lunghezza della striscia di muro	lm	1,50 m
<b>Peso della una striscia di muro</b>	<b>W = Q</b>	<b>4.200,00 daN/mc</b>
Grado di sismicit�	S	9,00
Coefficiente di intensit� sismica	C	0,07
Coeff. di risposta	R	1,00
Coeff. di fondazione	$\epsilon$	1,00
Coeff. di protezione sismica	I	1,00
Coeff. di struttura	$\beta$	4,00
<b>Forza orizzontale risultante</b>	<b>R</b>	<b>1.176,00 daN</b>
Base del diagramma triangolare	$p = (2 \cdot R)/h$	672,00 daN
Quota del punto di applicazione di R	$(2/3) \cdot h$	2,33 m
<b>Puntellatura con un solo puntone</b>		
Lunghezza base	b	3,00 m
Lunghezza ritto	lr	3,50 m
Angolo di inclinazione del puntone	$\alpha$	0,86 rad
Angolo di inclinazione del puntone	$\alpha$	49,40 �
Lunghezza puntone	lp	4,61 m
Ra	$p \cdot lr/6$	392,00 daN
Rb	$p \cdot lr/3$	784,00 daN
Azione assiale sul puntone	N	1.204,69 daN
Azione verticale	V	914,67 daN
<b>Calcolo tensione a compressione sul puntone</b>		
Altezza sezione	h	20,00 cm
Base sezione	b	20,00 cm
Raggio di inerzia minimo	$p \text{ min}$	5,77 cm
Lunghezza libera di inflessione (K = 1)	$l_0 = K \cdot lp$	460,98 cm
Coeff. di snellezza	$\lambda$	79,89
Coeff. Omega	$\omega$	2,06
<b>Tensione a compressione</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>6,20 daN/cm<sup>2</sup></b>

Autore foto da 1 a 10:  
Fabio Sassu  
Autore foto 11 e 12:  
Antonio Angotzi

**Bibliografia**

M. Bellizzi: *Le opere provvisorie nell'emergenza sismica* Ag. di Protezione Civile – Servizio sismico Nazionale

S. Mastrodicasa: *Dissesti statici delle strutture edilizie* Ed. Hoepli;

[www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it)

[www.vigilfuoco.it/opere-provvisorie.asp](http://www.vigilfuoco.it/opere-provvisorie.asp)

<http://strutturisti.wordpress.com/>

<http://www.ingegneri.info/Messa-in-sicurezza-post-sisma/>

<http://www.ingv.it/>

[www.assogeologi.it](http://www.assogeologi.it)

<http://associazioni.monet.modena.it/gcvpcm/>



Foto 11: Puntellatura facciata principale



Foto 12: Tirantatura prospetto lato Via A. Arischia



via Dei Mestieri, 14  
09095 Mogoro Or  
tel & fax 0783991976  
cell. 3939212576  
[www.ptmeditrice.com](http://www.ptmeditrice.com)  
[info@ptmeditrice.com](mailto:info@ptmeditrice.com)



editoria  
tipografia  
serigrafia  
timbrificio  
pubblicit 

cartellonistica  
grandi formati  
abbigliamento  
stampa a caldo  
stampa digitale

# MONTIS & PILI



## LAVORAZIONE E VENDITA FERRO PER CEMENTO ARMATO

Via degli Olmi - Zona Artigianale  
09097 San Nicolò d' Arcidano (OR)  
Telefax 0783 88147

Cell. 328 7447959 - 338 7025812 - 329 3271319



- *Sistema produttivo controllato*
- *Utilizzo acciaio B450C*
- *Azienda certificata*

# I rischi di autocombustione negli stoccaggi di cereali

Ing. **Luciano Cadoni\***

\* Comandante Provinciale  
dei Vigili del Fuoco di Oristano

## Che cos'è l'autocombustione?

L'autocombustione o combustione spontanea è quel fenomeno per cui certe sostanze si incendiano senza l'intervento di una fonte di ignizione esterna. Una classica fonte di ignizione esterna è un fiammifero acceso.

Vediamo la sequenza di avvenimenti per cui ciò accade:

1. La sostanza comincia a sviluppare calore per varie cause;
2. Il calore prodotto non riesce a disperdersi per cui la temperatura cresce;
3. La temperatura raggiunta supera la temperatura di accensione della sostanza;
4. Se vi è sufficiente apporto di ossigeno inizia la combustione.

Ad esempio sono soggetti al fenomeno di autocombustione sostanze organiche come il fieno e sostanze inorganiche come il carbone.

Stato delle conoscenze

Si può facilmente rilevare che il fenomeno dell'autocombustione nei silos di cereali e nello specifico di frumento, non risulta essere stato oggetto di studi in Italia.

I cereali, come noto, sono piante appartenenti alla famiglia delle graminacee, coltivate per ricavarne chicchi e semi. Si può invece scoprire che risultano pubblicati nel Nord America ed in Australia, negli ultimi 40 anni, diversi studi aventi come oggetto le vicende che accadono du-



rante la conservazione dei cereali ed in particolare del frumento.

In vari siti governativi ed umanitari, in lingua inglese, sono presenti pubblicazioni contenenti suggerimenti e consigli su come conservare i cereali e nei quali più o meno direttamente si fa riferimento al riscaldamento dei cereali durante la conservazione.

In particolare è stato documentato che nel grano immagazzinato possono realmente prodursi aumenti di temperatura significativi. Gli studi sullo sviluppo di calore durante la conservazione sono legati al fatto che tale fenomeno è indice di degrado del prodotto.

## Sperimentazioni

Grazie alle Università Canadesi ed alla passione dei loro ricercatori sono stati eseguiti un gran numero di studi ed esperimenti per valutare che cosa accada realmente nel grano

una volta raccolto ed ammassato.

Grazie a tali studi si è stabilito che nel grano si possono generare dei nuclei in cui si manifesta un innalzamento di temperatura rispetto alla massa circostante. Tali nuclei sono stati definiti nella letteratura Nord Americana con il nome '*Punto Caldo*' (Hot Spot nella lingua originale).

Detti nuclei caldi possono, secondo la classificazione data da Shina nei primi anni 60, essere originati da funghi o da insetti o da entrambi.

In un esperimento classico (Sinha and Wallace, 1965) è stato studiato il fenomeno di una infezione fungina nel frumento.

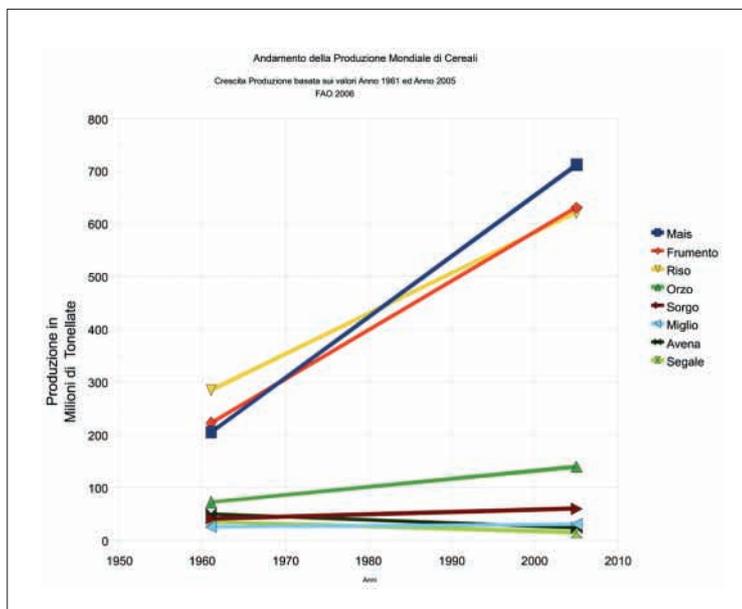
In due contenitori identici fu versato, nel mese di Novembre, del frumento per un'altezza di 1,8 m.

In uno solo dei due contenitori fu introdotta al centro una palla di 25 kg di frumento al 22% di umidità, circa 60 cm sotto la superficie superiore.

I due contenitori sono stati quindi farciti di strumentazione. In pratica sono state analizzate le vicende dei due contenitori, di cui uno fungeva da test ed uno da comparatore. Sono state oggetto di controllo la temperatura, l'umidità, la presenza di alcuni funghi molto diffusi, la capacità di germinazione dei semi.

Il 10 Maggio la temperatura del contenitore di misura raggiunse i 10°C e nella settimana successiva furono raggiunti i 65°C. Nel contenitore di controllo la temperatura, pur salendo, non superò i 10°C. Successivamente la temperatura nel contenito-

## I rischi di autocombustione negli stoccaggi di cereali



re di misura calò ed il 15 Luglio risultò pari a quella misurata nel contenitore di controllo di 10°C. Durante l'inverno il grano rimase esposto a temperature comprese fra meno 8 °C e 2 °C.

In tale intervallo di tempo nel contenitore di misura la percentuale dei grani colpiti da *Penicillium* passò dallo 0% al 35%. Il *Penicillium* è il fungo che si rileva nel frumento canadese con maggior frequenza dopo la mietitura.

La capacità di germinazione dei semi nel contenitore di misura passò dal 95% al 5%. In quello di controllo la capacità di germinazione passò dal 95% al 90%.

Quanto rilevato da Sinha e Wallace è risultato basilare per altri studi ed è realmente rappresentativo di quanto può accadere durante la conservazione del frumento.

Negli stoccaggi di semi si instaura un vero e proprio eco-

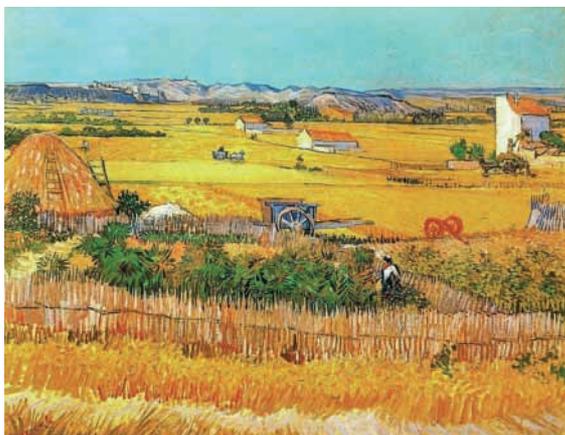
sistema, i cui attori principali sono semi, roditori, insetti, acari, muffe, batteri, umidità e calore. I semi costituiscono la fonte di cibo principale per altri organismi, l'umidità e la temperatura condizionano pesantemente la vita degli altri organismi biologici presenti. Alla presenza di organismi è associata la loro respirazione. Con il termine respirazione si intende l'attività di scambio con il mondo esterno legata alla produzione dell'energia necessaria per la sopravvivenza da parte di un organismo biologico. In pratica si può considerare come analoga a quella che utilizza l'uomo per sopravvivere.

Fra gli effetti tipici della respirazione aerobica vi è anche la produzione di calore, che eleva la temperatura e rimane nella massa di semi finché non viene portato via dalla ventilazione o trasmesso. Alla cresci-

ta di temperatura corrispondono via via diverse specie biologiche. La crescita massima delle muffe si ha intorno ai 30-35°C e cessa verso i 60°C. Oltre i 60 °C e fino ad 80°C possono crescere dei batteri ma solo se in presenza di alto tenore di umidità, oltre il 20%. Se non vi è abbastanza ossigeno cessano di crescere le muffe aerobiche e continuano quelle anaerobiche, guastando significativamente il prodotto.

Quello a cui si assiste è una sorta di "tavola calda", con ingresso libero e gratis a spese dei semi. Nel locale entra una banda di balordi. I balordi mangiano e si riproducono rapidamente. L'acqua ed il calore prodotto dalla loro respirazione fa accendere le insegne. Il locale si affolla. All'aumento dei commensali corrisponde l'aumento del cibo mangiato. La festa finisce per soffoca-

## I rischi di autocombustione negli stoccaggi di cereali



mento dei commensali e la tavola calda, disastrosa e malmessa, chiude.

Nel caso di semi di soia, invece, quando termina la fase biologica a causa del raggiungimento della temperatura di pastorizzazione, può continuare l'ossidazione non biologica dell'olio contenuto nei semi. La temperatura può arrivare fino a 350°- 400°C, maggiore della temperatura di accensione di quasi tutti i semi.

### Conclusioni

L'autocombustione prevede che la sorgente di innesco si autogeneri. Nei semi di cereali la sorgente di innesco deve raggiungere una temperatura di oltre 300°C per le polveri del prodotto in strato (*Glowing Temperature*), decisamente maggiore per il prodotto in grani.

Tale temperatura:

- (a) non è raggiunta nei cereali per via dell'attività biologica, che cessa intorno ad 80°C.
- (b) è raggiungibile solo per

ossidazione chimica della componente oleosa dei semi; tuttavia la componente oleosa dei semi di cereali, come dimostrato mediante metodi basati sull'evidenza, non è risultata in quantità tale da originare autocombustione.

I semi oleosi sono Soia, Colza, Girasole, Arachidi, Cotone, Nocciolo di Palma, Olive. I semi oleosi hanno generalmente oltre il 20% di componente oleosa. I cereali, invece, hanno una componente oleosa molto inferiore: in genere il contenuto di oli è fra 5 kg (Riso) e 54 Kg (Mais) ogni mille kg di prodotto.

Se si considera l'insieme formato da un cereale e dal suo contenitore va rilevato che la parete di un silo è esposta ad irraggiamento e si scalda.

Ci si può chiedere se tale parete calda possa diventare una sorgente di ignizione. Tale sorgente di ignizione sarebbe in ogni caso esterna e non interna al cereale.

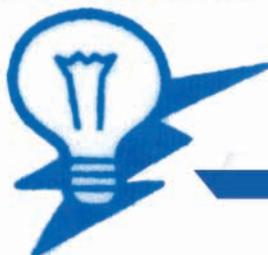
Premesso ciò, si osserva che,

anche nel caso di silo metallico esposto al sole, la temperatura raggiunta nella parete soleggiata è normalmente minore di 85°C. Tale valore, come si è visto, risulta distante dalla *Glowing Temperature* di una polvere di cereale in strato. L'autocombustione, negli stoccaggi di cereali, non risulta quindi fra i fattori di rischio con probabilità di accadimento da tenere in considerazione. In definitiva nella conservazione dei semi di cereali:

- (a) l'attività biologica, pur producendo calore, non è in grado di far raggiungere temperature in grado di portare il prodotto all'autocombustione;
- (b) l'elevazione di temperatura è una spia della presenza di attività biologica significativa all'interno del prodotto;
- (c) all'attività biologica di cui sopra è associato normalmente il degrado commerciale del prodotto, fatto indesiderato.

# EDISON IMPIANTI

di Luigi Cadeddu & C. snc



**IMPIANTI ELETTRICI CIVILI E INDUSTRIALI  
MANUTENZIONE ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

**338 4643761 - S.N. D'ARCIDANO**



IMPRESA EDILE

AUTOTRASPORTI C/TERZI

SCAVI MOVIMENTO TERRA

COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

LAVORI ZOOTECNICI - RECINZIONI

REALIZZAZIONE SALE MUNGITURA

**2erre** s.n.c.

Di Sechi Roberto e Sechi Raimondo snc  
Via Segni, 63 09070 BONARCADO (OR)  
[www.2erresnc.com](http://www.2erresnc.com) - [info@2erresnc.com](mailto:info@2erresnc.com)  
TEL. 0783.56511 - Cell. 328.8744128 - 340.7653689  
P.IVA 01032830950

# La firma elettronica e digitale

Uno strumento per il professionista ed un servizio per il cliente

Avv. **Alessandra Sebastiana Etzo\***

\* Specialista in diritto delle nuove tecnologie informatiche e diritto d'impresa

## 1. Quadro giuridico-normativo. Valore della firma elettronica.

L'attuale disciplina nazionale in materia di firma elettronica e digitale è stata resa organica dal D. legislativo n. 82/2005 recante Codice dell'Amministrazione Digitale (d'ora innanzi per comodità "il Codice") e dalle regole tecniche conseguentemente emanate. Ciò ha, in grande misura, posto fine alla molteplicità e stratificazione di norme venutasi a creare sin dai primi anni novanta.

Volendo offrire un quadro il più chiaro e sintetico possibile, ai fini di una applicazione pratica dell'argomento, si può fare riferimento a due tipi di firma elettronica, tenendo conto che si tratta di classificazione convenzionale:

- a) firma generica
- b) firma avanzata

Ambedue possono essere apposte su qualunque documento informatico, ma il valore della firma cambia a seconda della differente tipologia.

Quanto alla tipologia sub a) essa rappresenta una firma cosiddetta "debole" o "leggera", costituita da un insieme di dati in forma elettronica, allegati oppure connessi tramite associazione logica ad altri dati elettronici. Essa è utilizzata per l'identificazione informatica e si concretizza in un PIN (Personal Identification Number) op-



pure nella firma autografa digitalizzata o ancora in un user-id (identificativo utente) associato ad una password.

Il riferimento alla "identificazione" informatica è stato introdotto dal D. legislativo n. 159/2006 posto che in origine il Codice definiva la firma elettronica come un metodo di "autenticazione" informatica.

Questo punto è molto importante perché consente di capire meglio qual è la funzione della firma elettronica, ovvero una funzione identificativa che sta a monte dell'invio del documento mentre l'autenticazione ne è conseguenza (il documento è autentico perché è identificato il soggetto che lo ha firmato).

Il valore della firma generica è descritto nel comma 1 dell'art. 21 del Codice, secondo cui "Il documento informatico, cui è apposta una firma elettronica, sul piano probatorio è liberamente valutabile in giudizio, tenuto conto delle sue caratteristiche oggettive di qualità,

sicurezza, integrità e immodificabilità".

Appartengono alla categoria della firma avanzata, le firme elettroniche qualificate, tra cui viene annoverata la firma digitale.

Il Codice definisce all'art. 1 lettera r) firma elettronica qualificata: la firma elettronica ottenuta attraverso una procedura informatica che garantisce la connessione univoca al firmatario, creata con mezzi sui quali il firmatario può conservare un controllo esclusivo e collegata ai dati ai quali si riferisce in modo da consentire di rilevare se i dati stessi siano stati successivamente modificati, che sia basata su un certificato qualificato e realizzata mediante un dispositivo sicuro per la creazione della firma. La successiva lettera s) definisce la firma digitale come quella particolare firma elettronica qualificata "basata su un sistema di chiavi crittografiche, una pubblica e una privata, correlate tra loro, che consente al titolare tramite la chiave privata e al destinatario tramite la chiave pubblica, rispettivamente, di rendere manifesta e di verificare la provenienza e l'integrità di un documento informatico o di un insieme di documenti informatici.

Schematizzando al massimo la firma avanzata in Italia deve:

- garantire la provenienza della firma mediante connessione univoca a chi appone la stessa;
- essere idonea ad identificare chi firma;
- essere creata con mezzi sui

quali il firmatario può esercitare un controllo esclusivo;

- essere collegata ai dati ai quali si riferisce in modo da consentire di rilevare se i dati stessi siano stati successivamente modificati;
- basarsi su un certificato di firma emesso da soggetti che rispondono a determinati requisiti di affidabilità.

La firma digitale è ad oggi l'unica firma elettronica definita e disciplinata dal Codice e da norme tecniche

Il discorso sul valore della firma avanzata si fonda sul comma 2° dell'art. 20 del Codice, secondo cui "il documento informatico sottoscritto con firma elettronica qualificata o con firma digitale, formato nel rispetto delle regole tecniche stabilite ai sensi dell'articolo 71, che garantiscano l'identificabilità dell'autore, l'integrità e l'immodificabilità del documento, si presume riconducibile al titolare del dispositivo di firma ai sensi dell'articolo 21, comma 2, e soddisfa comunque il requisito della forma scritta, anche nei casi previsti, sotto pena di nullità, dall'articolo 1350, primo comma, numeri da 1 a 12 del codice civile".

Il comma 2° dell'art. 21 del Codice prevede che "Il documento informatico, sottoscritto con firma digitale o con un altro tipo di firma elettronica qualificata, abbia l'efficacia prevista dall'art. 2702 del codice civile. L'utilizzo del dispositivo di firma si presume riconducibile al titolare, salvo che questi dia prova contraria".

Ciò detto si può concludere l'analisi sul differente valore attribuito alle firme elettroniche nel nostro ordinamento, dicendo che a tutt'oggi la firma qualificata o digitale equivale ad una firma autografa e che il suo utilizzo appare utile non solo quando essa è richiesta a pena di nullità, ma anche in quei casi in cui la legge richiede solo la mera forma scritta.

Solo firmando digitalmente, infatti, le parti sono sicure di aver rispettato la forma prescritta e dispongono altresì di un efficace strumento di prova.

Quando invece le parti si avvalgono di un documento informatico firmato con firma debole, esse non hanno certezza su quale sarà il valore sotto l'aspetto della forma e della prova del documento, visto che tali aspetti sono liberamente valutabili dal giudice.

Il documento informatico con firma qualificata o digitale fa piena prova della provenienza delle dichiarazioni in esso contenute da parte del titolare della corrispondente chiave privata, salvo che questi provi che l'utilizzo di essa non sia a lui riconducibile.

Esiste cioè una presunzione legale di utilizzo della firma, che determina un'inversione dell'onere probatorio a carico del titolare del dispositivo relativo alla stessa.

Ai fini della ripudiabilità del documento è necessario che il firmatario fornisca, con qualsiasi mezzo, la prova positiva di non aver utilizzato lui il dispositivo di firma e che l'uso abusivo non è dovuto a sua colpa.

Ciò in quanto l'art. 32 del Codice obbliga il titolare del dispositivo di firma a custodirlo ed usarlo personalmente: se detto dispositivo verrà usato da un terzo abusivamente, sarà per primo il titolare a rispondere delle conseguenze negative.

## 2. Aspetti tecnici.

Passando alle caratteristiche concrete della firma digitale essa si basa su un sistema di chiavi asimmetriche a coppia, una chiave pubblica e una chiave privata. Il titolare può, tramite la chiave privata, rendere manifesta la provenienza del documento e, chi riceve, tramite la chiave pubblica verifica il contenuto e l'integrità del documento oltre naturalmente alla sua provenienza. In pratica la firma è incorporata in una smart card, ovvero in un tesserino delle dimensioni di una carta di credito dotata di microchip, in cui (oltre al dispositivo di firma) sono inserite le generalità del titolare. La smart card è inserita in un lettore collegato al PC, talché per apporre la firma sul documento, il firmatario digita sulla tastiera del PC il codice personale di identificazione da lui impostato.

Il professionista che intenda chiedere l'attivazione ed il rilascio dei dispositivi di firma digitale deve farne richiesta ad un **certificatore accreditato e qualificato**, soggetto all'attività di vigilanza del CNIPA (Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione).

I certificatori qualificati devono possedere e mantenere, ai sensi della normativa vigente, requisiti tecnici, organizzativi e societari ben precisi e per potersi iscrivere nell'elenco pubblico dei certificatori devono presentare formale domanda al CNIPA. A settembre 2008 i certificatori accreditati presso il CNIPA erano 18.

Alcuni ordini professionali hanno un proprio specifico accreditamento presso il CNIPA e rilasciano dispositivi di firma sicura ai propri iscritti (es: notai, avvocati, commercialisti). Ad oggi non ci sono certificatori che svolgono la propria attività solo per gli ingegneri, perciò i professionisti che intendono dotarsi di firma digitale sceglieranno uno dei certificatori presenti nell'elenco del CNIPA (consultabile sul sito [www.cnipa.gov.it](http://www.cnipa.gov.it)). Sul sito di ciascun certificatore è possibile reperire ogni informazione su requisiti e modalità operative per ottenere i dispositivi di firma digitale.

### 3. Applicazioni pratiche per i professionisti.

Senza pretendere di esaurire il quadro delle possibili utilità ed applicazioni pratiche della firma digitale per il professionista, di seguito si prendono in esame alcune disposizioni che possono avere rilevanza per il professionista che svolge attività tecnica.

Ad esempio, con riferimento alla possibilità di accesso alle banche dati ipotecarie e catastali, l'art. 11 della D. Dirett. 06/

06/2008 dell'Agenzia del territorio (Accesso al sistema telematico dell'Agenzia del territorio per la consultazione delle banche dati ipotecaria e catastale - Nuovo schema di convenzione. Pubblicato nel sito internet dell'Agenzia del territorio il giorno 11 giugno 2008, ai sensi del comma 361 dell'art. 1, L. 24 dicembre 2007, n. 244), prevede che le relative comunicazioni siano sottoscritte con firma digitale, equivalente a firma autografa.

Per quanto riguarda, infatti, gli adempimenti relativi alle iscrizioni e cancellazioni di ipoteche, il D.L. 31/01/2007 n. 7 (cosiddetto decreto Bersani sulle liberalizzazioni, poi convertito in legge), ha previsto la trasmissione telematica delle comunicazioni. Successivamente, con il Provv. 9-10-2007 (Definizione delle modalità e delle specifiche tecniche relative alla forma ed alla trasmissione telematica della comunicazione prevista dall'articolo 13, comma 8-septies, del D.L. 31 gennaio 2007, n. 7, convertito, con modificazioni, dalla L. 2 aprile 2007, n. 40. Pubblicato nella Gazz. Uff. 13 ottobre 2007, n. 239.), si è previsto l'obbligo della comunicazione telematica sottoscritta con firma digitale, a seguito di un periodo transitorio di facoltatività.

Si veda poi il Provv. 22-12-2006 (Approvazione di nuove specifiche tecniche e attivazione del servizio di trasmissione telematica del modello unico informatico catastale, relativo agli atti di aggiornamento geometrico, di cui all'articolo 8 della L. 1° ottobre 1969, n. 679, ed agli articoli 5 e 7 del D.P.R.

26 ottobre 1972, n. 650 (Pregeo), limitatamente ad alcune aree geografiche. Pubblicato nella Gazz. Uff. 2 gennaio 2007, n. 1). Tale atto prevede che il professionista che ha redatto gli atti tecnici di aggiornamento, firmi con firma elettronica avanzata il modello unico catastale.

Con riferimento a quanto sopra si aggiunge che con il provvedimento del Direttore dell'Agenzia del territorio 2 marzo 2007, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 59 del 12 marzo 2007 si stabilisce che il pagamento dei servizi telematici erogati dall'Agenzia del territorio avvenga tramite utilizzo di somme versate su conto corrente unico a livello nazionale. Inoltre, il provvedimento del Direttore dell'Agenzia del territorio 30 maggio 2007, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 128 del 5 giugno 2007, prevede l'estensione a livello nazionale del servizio di trasmissione telematica del modello unico informatico catastale relativo ad alcune tipologie di atti di aggiornamento geometrico (Pregeo) di cui all'articolo 8 della legge 1° ottobre 1969, n. 679, ed agli articoli 5 e 7 del decreto del Presidente della Repubblica 26 ottobre 1972, n. 650. A seguito delle modifiche apportate alle procedure informatiche, è possibile estendere il servizio per la presentazione in via telematica anche ad altre tipologie di atti di aggiornamento geometrico. Infatti, il provvedimento dell'Agenzia del Territorio del 14 febbraio 2008 prevede l'estensione del servizio di trasmissione telematica del modello unico infor-

matico catastale a tutte le tipologie di atti di aggiornamento geometrico (Pregeo), ad eccezione di quelli esenti da tributi

Importantissimo, poi, a livello regionale nonché di grande attualità, l'obbligo di invio telematico delle pratiche di competenza dello Sportello unico per le attività produttive e dei relativi allegati tecnici, secondo quanto previsto dall'art. 1 commi 16-32 della legge regionale n. 3/2008 e relativa circolare applicativa (Deliberazione G.R. n. 22/1 dell'11/04/2008). Il legislatore regionale ha elaborato un sistema che offre alcune alternative al professionista, tra cui è presente l'invio della pratica firmata digitalmente, la quale previsione, a

parere di chi scrive è effettivamente l'unica che offra sicura garanzia di certezza ed affidabilità nelle relazioni tra il privato e la pubblica amministrazione, secondo quanto sopra esposto al paragrafo 1, in materia di valore del documento informatico anche ai fini probatori.

Non si dimentichi, infatti, che, ai sensi dell'art 3 del Codice "I cittadini e le imprese hanno diritto a richiedere ed ottenere l'uso delle tecnologie telematiche nelle comunicazioni con le pubbliche amministrazioni e con i gestori di pubblici servizi statali (...). Il principio di cui al comma 1 si applica alle amministrazioni regionali e locali nei limiti delle risorse tecnologiche ed organizzative disponibili e

nel rispetto della loro autonomia normativa".

Si rammenta, infine, che si è sostanzialmente generalizzato l'utilizzo della modalità telematica (con sottoscrizione apposta mediante firma digitale) per le iscrizioni nei registri tenuti dalle CCIAA, nonché per l'invio di atti e documenti relativi alle imprese.

Alla luce di tutto quanto sopra esposto appare incontrovertibile il processo di informatizzazione cui sono destinati gli studi professionali, i quali dovranno necessariamente attrezzarsi se vorranno offrire alla clientela prestazioni moderne ed efficienti, in un quadro di piena garanzia di legalità.



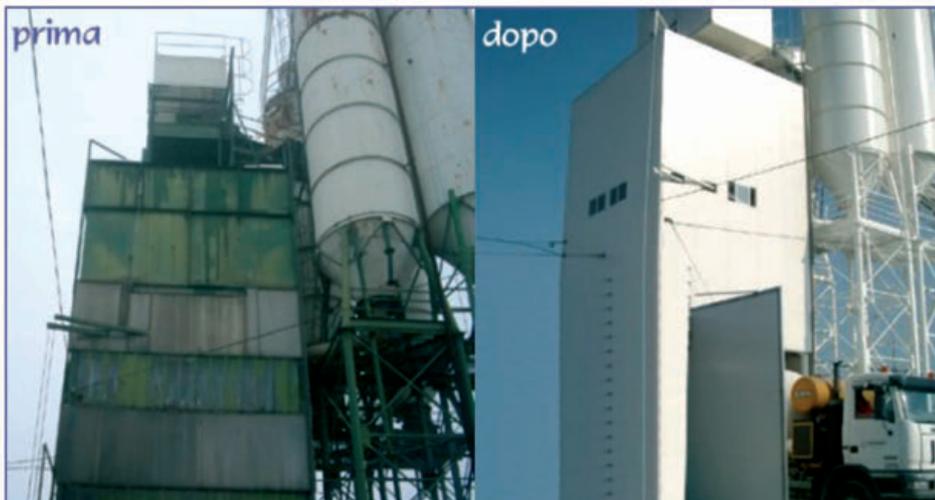
- Costruzioni
- Ristrutturazioni
- Restauri
- Coperture in legno
- Idraulica
- Impianti Elettrici
- Condizionamento
- Riscaldamento

### Rimozione Cemento - Amianto

Via Campanelli 59, 09170 - Oristano (OR)  
Tel. 0783/093785 e.mail: [soccorso.casa@tiscali.it](mailto:soccorso.casa@tiscali.it)  
P.IVA 00653780957

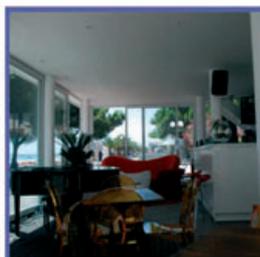
RISTRUTTURAZIONE  
REVAMPING E  
MANUTENZIONE DI

Impianti di Calcestruzzo-Selezione Inerti-Conglomerato Bituminoso Misto Cementato



ALLESTIMENTO DI

Bar - Ristoranti - Locali Commerciali



NOLEGGIO DI

Impianti di misto cementato e calcestruzzo

Sede: Maltignano (AP) Tel/ Fax 0736 403110

Officine: Oristano, via Cagliari 8-10 Tel 0783 212155 Fax 0783 212539

Magazzino Centrale: Roma Tel 337 878174

sito: [www.ital-service-srl.it](http://www.ital-service-srl.it)

e.mail: [ital-service1@interfree.it](mailto:ital-service1@interfree.it)

Ing. **Carlo Caboni\***

\* Consigliere della delegazione di Cagliari Oristano - Istituto Italiano dei Castelli.  
Libero professionista  
ing.caboni@gmail.com

*(Proponiamo l'articolo già pubblicato nel Notiziario di Dicembre scorso. Si rilevi che l'Istituto ha riconosciuto anche i nuraghi tra le architetture fortificate).*

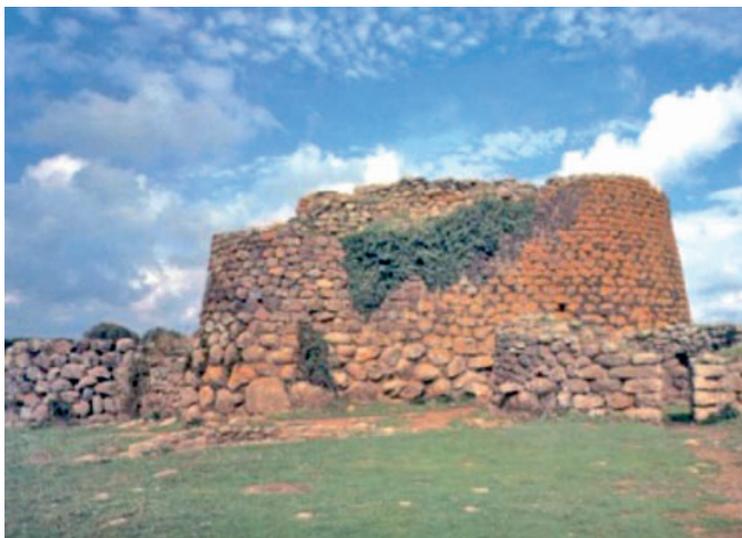
**L'Istituto Italiano dei Castelli** è un'organizzazione culturale senza scopo di lucro, nata nel 1964, riconosciuta dal Ministero dei Beni Culturali ed associata all'organismo europeo, patrocinato dallo UNESCO, *Europa Nostra-Internationales Burgen Institut*.

L'organizzazione sul territorio si articola in Sezioni Regionali, cui fanno capo le Delegazioni Provinciali. Sezioni e Delegazioni, autonome nell'attività nel loro ambito, rispondono nelle linee generali ad un Consiglio Direttivo. L'attività di studio e di ricerca è coordinata da un apposito Consiglio Scientifico. Secondo le più recenti notizie, ogni provincia avrà la sua delegazione.

L'Istituto svolge la sua attività essenzialmente su quattro fronti:

- 1) Lo studio storico, archeologico ed artistico dei castelli e dei monumenti fortificati.
- 2) La loro salvaguardia e conservazione;
- 3) L'inserimento delle architetture fortificate nel ciclo attivo della vita moderna;
- 4) La sensibilizzazione scientifica e turistica dell'opinione pubblica.

Queste attività comportano la conoscenza del patrimonio d'architettura fortificata (censimento, inventario, escussione delle fonti storiche e ricerche archeologiche) e la sua salvaguardia attraverso



lo studio e la formulazione di appositi strumenti giuridici che favoriscano la conservazione.

Il censimento dovrebbe essere fatto provincia per provincia.

Ma il fine ultimo per cui opera l'Istituto è quello di mettere a disposizione della comunità i beni culturali relativi all'architettura fortificata, per consentirne una fruizione ampia, diffusa e rispettosa.

Tale finalità risulta di massima importanza perché lo studio di base non resti un semplice fine culturale di carattere espositivo, ma investa in forma concreta l'attività pianificatoria riguardante il territorio attraverso il restauro ed il recupero (ove possibile) dell'opera. Naturalmente attraverso una progettazione assolutamente rigorosa dell'intervento.

Questi aspetti tecnici risultano di particolare significato per la nostra categoria. Gli ingegneri potranno certamente far parte dei gruppi di studio territoriali.

Infatti, le analisi delle potenzialità statiche dei monumenti, la specificità dei metodi di consolidamen-

to, la necessità di una rigorosa conoscenza dei materiali, l'applicazione di sicuri metodi di riedificazione, l'impiego cantieristico di opportuni mezzi meccanici e tutta l'impiantistica, risultano essere tutti argomenti di esclusiva competenza ingegneristica.

L'Istituto ha la possibilità di agire anche al reperimento indiretto dei mezzi necessari all'attuazione dei programmi di riuso e di rivitalizzazione delle strutture fortificate.

La Delegazione di Cagliari e Oristano ha iniziato la sua attività nei primi anni 90 con interessi di studio in Sardegna, in Italia ed in Europa. In genere sono state programmate due gite di studio all'anno, oltre a numerose conferenze e visite guidate.

La prima gita di questo anno è stata fatta in Svezia, mentre la seconda ha avuto come interesse il Monferrato.

Nel 2007 la Delegazione ha effettuato due visite di studio, rispettivamente in Boemia (26 maggio - 2 giugno) e a Berlino (19-24 settembre). Tale scelta è stata

motivata dal desiderio di conoscere da vicino due tra i più interessanti momenti della cultura del Sacro Romano Impero attraverso la visita ad alcuni tra i più significativi castelli che sorgono nei due territori.

Un riepilogo dell'attività di ciascun movimento di studio viene pubblicato sul Bollettino di informazione "Cronache castellane", mentre l'altra rivista "Castellum" pubblica recensioni e studi di interesse specifico, che attraverso il comitato scientifico, possono essere trasmessi anche dagli iscritti.

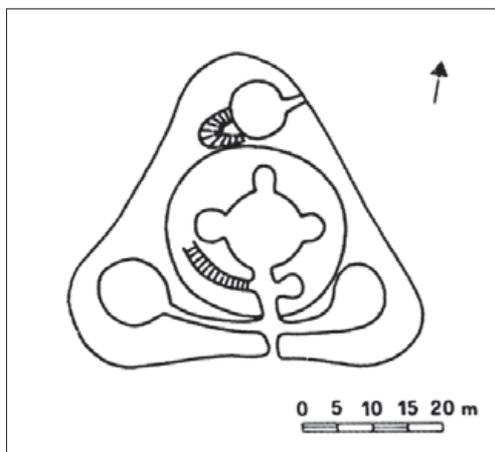
A Cagliari, nei giorni 18 e 19 ottobre scorso, hanno avuto luogo a carattere nazionale il Consiglio Scientifico, con l'assegnazione del Premio di Laurea, ed il Consiglio Direttivo dell'Istituto.

Nel Consiglio Direttivo nazionale del 2007 a Firenze, il "nuraghe" è stato inserito tra le architetture fortificate, diventando ulteriore elemento di interesse primario per le delegazioni sarde.

Le analisi sinora fatte sulle tipologie dei Nuraghe non sono state in grado di dipanare la problematica del così alto numero di presenze (prossimo a 8.000), né tantomeno la distribuzione della popolazione sarda in quei lontani tempi.

Uno studio puntuale sulla statica dei nostri monumenti, basato su calcoli (equazione della volta e dell'ingresso) e diagrammi (planimetrie, prospetti e sezioni di grande scala), ma soprattutto l'analisi dell'edificato mirata ad una conoscenza minuta degli accostamenti lapidei di ciascun monumento, porterebbero certamente a sorprendenti risultati.

Infatti, essendo un Nuraghe costruttivamente caratterizzato dall'opera di specifici "maist'e muru", che allora come oggi tramandano da padre in figlio la tipicità del loro operato con particolari costruttivi (per i profani insignificanti ma dal punto di vista tecnico appartenenti ad uno "stile" unico), uno studio dei Nuraghe, esteso al contesto di un opportuno territorio, porterebbe alla definizione dei perimetri e delle zone di influenza di ciascuna delle tribù sarde di allora.



Quanto sopra espresso rappresenta un forte desiderio di conoscere meglio il nostro passato, senza essere peraltro disattenti anche alle concrete possibilità del richiamo turistico, che le risultanze di questo tipo di studi, in una con la possibile ricostruzione di almeno un Nuraghe per ciascuna tipologia, potrebbero promuovere, non soltanto culturalmente, a favore dei nostri discendenti. Le presenze delle visite guidate del Nuraghe "Losa" negli anni precedenti sono riportate nella Tabella allegata.

Pensate che le visite al famoso

Castello di Helsingor, situato in Danimarca a Nord di Copenaghen, dove Shakespeare ha collocato **Amleto**, sono di circa un milione all'anno. La Danimarca conta oggi soltanto 5 milioni e 600 mila abitanti. Il castello risulta essere ricostruito negli anni '20, non solo quasi interamente nelle strutture murarie, tra l'altro ampliate, ma anche nello arredamento, negli arazzi, nelle bandiere, nelle armi, nelle cucine e .... in tutto. In questo castello trova oggi collocazione un museo oceanografico (!).

La delegazione di Oristano potrà sicuramente operare nell'interesse primario della nostra Sardegna, vista la favorevole posizione geografica della nostra provincia.

In particolare, sarà attività primaria della delegazione impegnarsi al recupero del Palazzo di rappresentanza dei Giudici di Arborea, oggi occupato dal carcere di Piazza Manno di Oristano, preso atto del fatto che i lavori di costruzione del nuovo carcere sono ormai avviati presso Massama.

Altra problematica che ci vedrà impegnati sarà quella della localizzazione ed il probabile ritrovamento del Castello di Eleonora d'Arborea, quasi certamente situato sulla riva dello stagno di Cabras.

Questa comunicazione oltre che una normale informazione vuole essere un invito per i giovani ingegneri, in quanto riteniamo che nella direzione da noi indicata potranno trovare motivo di completamento della loro preparazione e, perché no, anche possibilità di concreta operatività.

207  
Campioni  
d'Italia  
e d'Europa  
Rally  
2008

## PEUGEOT 207. EMOZIONI DA CAMPIONI.



PEUGEOT RACCOMANDA **TOTAL**

\*La 1<sup>a</sup> posizione in Europa nel suo segmento è riferita a tutti i modelli 207. Fonte: AAA - Immatricolazioni VP Europa 18 - gennaio - dicembre 2008. Offerta soggetta a limitazione con usato da rottamare - [www.peugeot.it](http://www.peugeot.it) - scade il 30/04/09. L'offerta "5.000 € di vantaggi" è valida con usato da rottamare, grazie al contributo dei Concessionari aderenti all'iniziativa e agli incentivi statali, se dovuti, in forza del D.L. n.57/2009. Iniziativa applicabile su tutte le 207 Energie Sport disponibili in stock e non cumulabile con altre in corso. Foto inserita a scopo illustrativo. Consumo carburante l/100 km: urbano da 5,4 a 8,0; extraurbano da 3,5 a 4,5; combinato da 4,2 a 5,7; emissioni CO<sub>2</sub> g/km: da 112 a 135.

FINO A  
**5.000 €**  
DI VANTAGGI  
GPL DI SERIE

Da Peugeot, un'auto vincente in tutti i sensi: 207.

Campione d'Italia e d'Europa Rally 2008, premiata con 5 stelle EuroNCAP e numero 1 in Europa per vendite nella sua categoria\*.

Carattere grintoso, sportivo e una tecnologia estremamente evoluta.

Di serie, ESP 6 airbag, ABS di ultima generazione (ABS + AFU + REF), clima.

Scopri la gamma 207 Energie Sport: oggi con vantaggi fino a 5.000 €.

**207**



# CANALIS AUTOMOBILI

via Romagna 21/23 - 09170 Oristano  
Tel. 0783.310333 - 0783.310210 Fax 0783.211288

[www.canalis.peugeot.it](http://www.canalis.peugeot.it)  
[canalisauto@tiscali.it](mailto:canalisauto@tiscali.it)

# CAIMAR snc

di Sanna Beniamino & C. s.n.c.



## Caimar di Sanna Beniamino & C.

Caimar s.n.c. è leader in Sardegna per forniture all'ingrosso di profilati ed accessori in alluminio e ferro

Categorie Merceologiche  
Alluminio e accessori per serramenti, infissi, pareti, facciate continue, coperture e pannelli coibentati  
Progettazione, Preventivi e

Assistenza in loco per:  
Infissi, Pareti, Coperture, Facciate continue

## Concessionario ALCOA per la Sardegna



Sito internet, [www.caimar.it](http://www.caimar.it) / e-mail, [caimarmail@caimar.it](mailto:caimarmail@caimar.it)

PRODOTTI ALCOA



Dall'estrazione della bauxite all'estrusione del profilato...

**ALCOA UTILIZZA SOLO ALLUMINIO PRIMARIO**



CAIMAR s.n.c. Sede: S.P. n°1 Rimedia-Torregrande km 4,00 - 09072 Cabras (OR)  
Tel. 0783.290118, Fax 0783.392524  
Filiale: S.S. 131 km 17,100 - 09026 San Sperate (CA)  
Tel. 070.9166020 - 070.9166040, Fax 070.9166191