Ingegneria Integrata

di Ing. Diego Dell'Erba

Engineering in The World

Tecnologie Avanzate - Ingegneria Sismica















Monitoraggio Strutturale, Edifici Civili, Industriali, Beni Culturali
Ponti, Strade, Frane, con Fibre Ottiche
Impiego di Sensori a Fibre Ottiche
con Interlaccio ai Satelliti Spaziali a Onde Radar

00172 Roma (Italy) - Via delle Ciliegie 141/B
1001 Manila (Filippine) Makati, Remedios, Bldg, suite, 896
Tel. +39-6-64811706 r.a.
ingdiego@ingdiegodellerba.it
www.ingdiegodellerba.it

Ingegneria Integrata

è attiva dal 1975, ed opera nel campo del monitoraggio di strutture di Ingegneria civile (ponti, gallerie, edifici, viadotti, tunnel, dighe, ecc). Attraverso l'utilizzo di strumentazioni altamente innovative, viene offerto un servizio di controllo per la prevenzione dei rischi connessi a lesioni o crolli delle strutture, nonché alla manutenzione di opere di grande valenza sociale, storica, architettonica e artistica.

L'azienda promuove ed effettua altresì ricerca, sviluppo e formazione attraverso: innovazione tecnologica per l'identificazione di metodologie e strumenti deputati al controllo di materiali e strutture; definizione di metodologie standardizzate per il controllo degli edifici in cemento armato e muratura e di infrastrutture stradali e portuali; sviluppo di tecniche per la misura in tempo reale di spostamenti, con trasmissione a distanza di dati; definizione di protocolli procedurali per la verifica dei materiali in opera e del comportamento nel corso della vita utile; controlli sui materiali e sulle strutture soggette a tutela ai sensi del Codice dei beni culturali.

L'azienda è in grado di offrire consulenze, supporto tecnico e strumentale, finalizzati sia alla prevenzione del rischio connesso con gli eventi naturali, sia alla manutenzione di opere di valenza strategica, storica ed architettonica.

Prodotti/Servizi erogati

1) ***Monitoraggio delle strutture quali edifici strategici e per civile abitazione, opere infrastrutturali;***
2) ***Monitoraggio di edifici in muratura e soggetti a tutela ai sensi del Codice dei Beni culturali;***
3) ***Monitoraggio Frane , Gallerie , Ponti ;***
3) ***Controlli non distruttivi sui materiali da costruzione;***
4) ***Verifica dell'efficienza statica di strutture esistenti;***
5) ***Progettazione di malte compatibili finalizzata agli interventi di recupero e restauro;***
6) ***Formazione tecnica;***
7) ***Diagnostica edilizia e prevenzione disastri statici a causa di eventi sismici.***



Costruzioni Civili e Industriali Monitorate Strutturalmente con Sensori a Fibre Ottiche Per Prevenire Dissesti Strutturali e Crolli Causati da Eventi Sismici

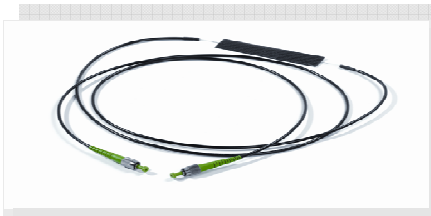
Costruzioni più sicure grazie alle fibre ottiche. **"Strutture intelligenti",** capaci di monitorare il proprio stato di salute e di prevenire i crolli e i dissesti che si sono verificati e si verificano durante i terremoti

I più moderni sistemi di controllo e monitoraggio delle strutture sono quelli in fibra ottica: sensori, posizionati all'interno della costruzione che hanno la capacità di registrare le eventuali deformazioni della struttura e di segnalarle via computer.

L'Insieme dei dati inviati dai sensori installati all'interno della struttura vengono manipolati da software capaci di diagnosticare con anticipo l'innesco di crisi statiche e avvisare per tempo i pericoli di crollo

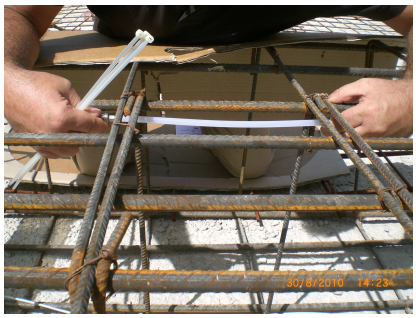
Questi gli scenari avveniristici
che prospettano le nuove tecnologie di monitoraggio strutturale.

Tipologia di Sensori a Fibre Ottiche per Monitoraggio Strutturale di Edifici Civili e Industriali











Montaggio dei sensori a Fibre Ottiche nelle Armature di Travi - Solai - Pilastri







Controllo nuovo ed esistente

Il controllo delle strutture nuove ed esistenti è uno degli strumenti essenziali per una gestione intelligente, moderna ed efficiente delle infrastrutture. I sensori sono il primo elemento nella catena di controllo e sono responsabili dell'esattezza e dell'affidabilità dei dati.

Il progresso nella tecnologia di rilevamento può quindi tradursi in misure più precise, ma anche in sistemi che sono più facili da installare, usare e gestire. Negli ultimi anni i sensori a fibre ottiche hanno mosso con successo i primi passi nel campo del controllo strutturale ed in particolare nell'ingegneria civile.

Diverse tecnologie di misura sono emerse ed alcune sono evolute in prodotti commerciali. È difficile trovare un elemento comune per motivare il successo dei vari tipi di sensori: ognuno sembra aver trovato una nicchia di mercato dove può offrire delle prestazioni che sorpassano o completano quelle dei sensori più tradizionali.
Dovendo
scegliere tre caratteristiche dei sensori a fibre ottiche che possano spiegarne il successo presente e futuro, *citerei la stabilità delle misure, l'affidabilità nel lungo termine e la possibilità di acquisire misure distribuite e a grande distanza.*

Nell'immediato futuro é
dunque da prevedere che i sensori a fibre ottiche consolidino la loro presenza nell'industria del monitoraggio strutturale.



Messa in opera dei sensori a fibra ottica nelle strutture della Chiesa di Villalba di Guidonia nel Comune di Guidonia Roma Cantiere consegnato il 23 dicembre 2011.





Sensori a Fibra Ottica annegati nelle Muratura dell'edificio
I sensori trasmettono notizie sulla staticità della struttura edilizia dando segnali di allarmi su l'innesco di eventuali crisi statiche



- **Monitoraggio Continuo della struttura**
- **Controllo innesco di lesioni esterne alla struttura**
- **Misura delle indicazioni di cedimenti della struttura**
- **Misura delle deformazioni della struttura**
- **Misura della qualità dei materiali costituenti la struttura**
- **Misura dei cedimenti fondazionali**
- **Misura di temperatura all'interno dei materiali costituenti la struttura**
- **Misura dell'accelerazione della struttura a seguito di sisma**
- **Diagnostica statica della struttura**
- **Allarmi di innesco di crisi statica della struttura**

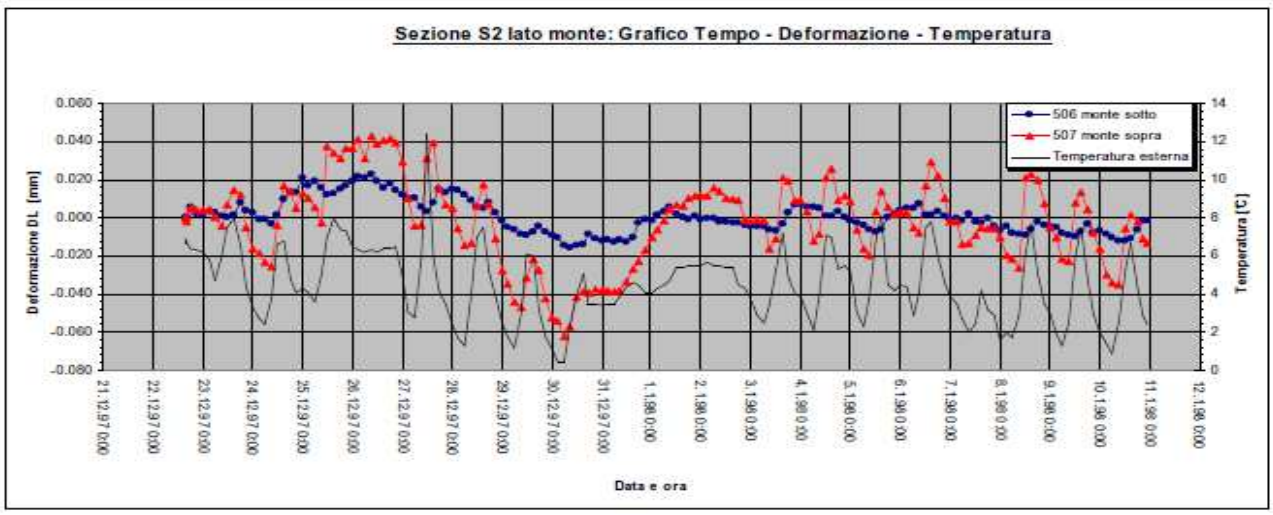
Controllo di staticità delle fondazioni



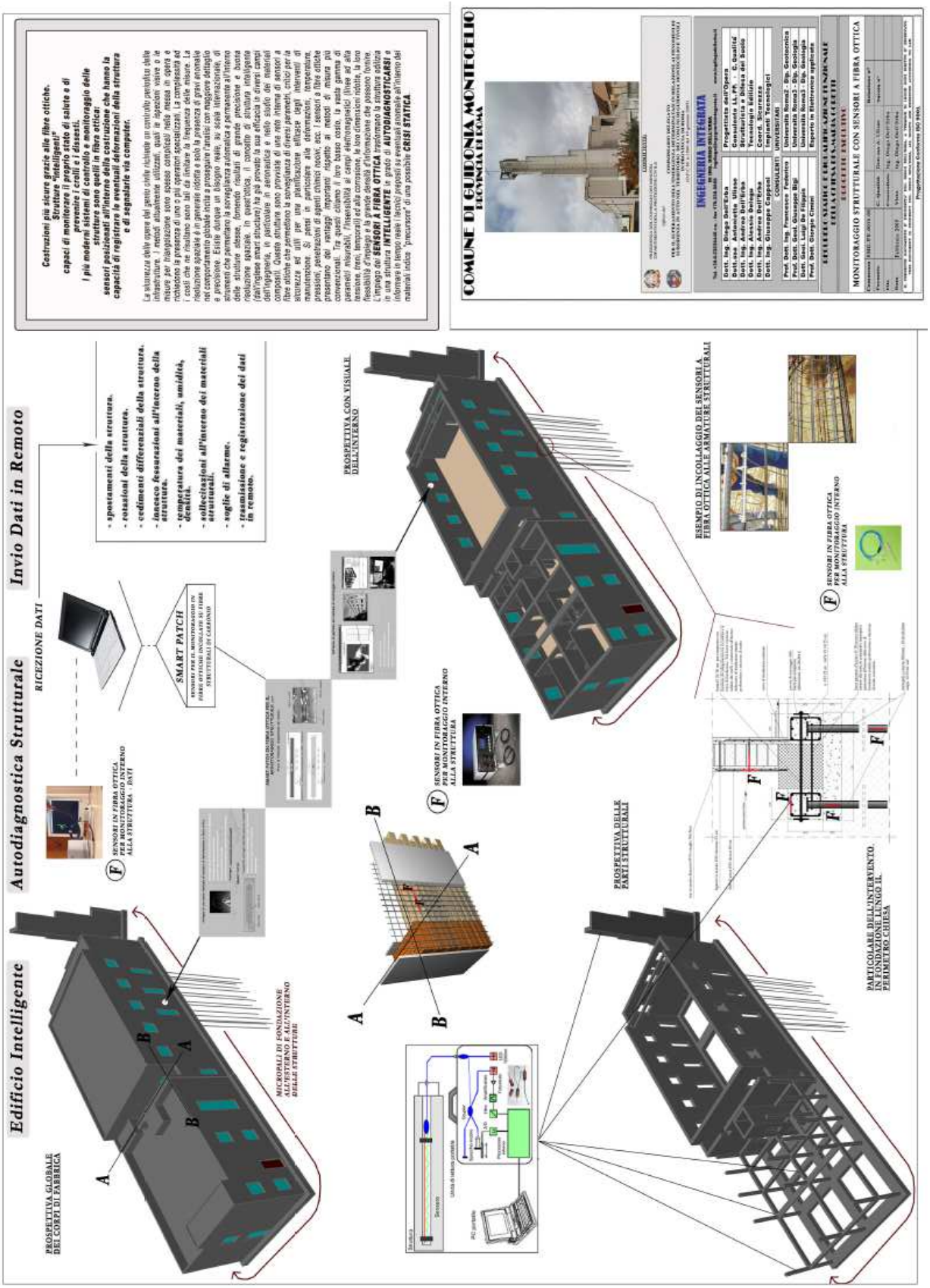
Monitoraggio statico e continuo:

- Controllo assiale dei micropali
- Misura delle inclinazione e dei cedimenti della struttura





Schema dell'Intervento sulla Chiesa di Santa Maria Goretti A Villalba di Guidonia—Comune di Guidonia . Roma



Schema di Monitoraggio sulla Chiesa di Santa Maria Goretti A Villalba di Guidonia—Comune di Guidonia . Roma

La sicurezza delle opere del genio civile richiede un controllo periodico delle infrastrutture. I metodi attualmente utilizzati, quali le ispezioni visive o le misure per triangolazione sono spesso complicati nella messa in opera e richiedono la presenza di uno o più operatori specializzati. La complessità ed i costi che ne risultano sono tali da limitare la frequenza delle misure. La risoluzione spaziale è in generale ridotta e solo la presenza di gravi anomalie nel comportamento globale incita a proseguire l'analisi con maggiore dettaglio e precisione.Esiste dunque un bisogno reale, su scala internazionale, di strumenti che permettano la sorveglianza automatica e permanente all'interno delle strutture stesse, fornendo risultati dgrande precisione e buona risoluzione spaziale.

In quest'ottica, il concetto di struttura intelligente (dall'inglese smart structure) ha già provato la sua efficacia in diversi campi dell'ingegneria, in particolare in aeronautica e nello studio dei materiali compositi. Queste strutture sono provviste di una rete interna di sensori a fibre ottiche che permettono la sorveglianza di diversi parametri, critici per la sicurezza ed utili per una pianificazione efficace degli interventi di manutenzione. Si pensi in particolare alle deformazioni, temperature, pressioni, penetrazioni di agenti chimici nocivi, ecc.I sensori a fibre ottiche presentano dei vantaggi importanti rispetto ai metodi di misura più convenzionali. Tra questi citiamo il loro basso costo, la vasta gamma di parametri misurabili, l'insensibilità ai campi elettromagnetici (linee ad alta tensione, treni, temporali) ed alla corrosione, le loro dimensioni ridotte, la loro flessibilità d'impiego e la grande densità d'informazione che possono fornire.
In una struttura, la misura delle variazioni nel tempo delle caratteristiche, sia della risposta statica, sia della risposta dinamica, può altrettanto validamente essere utilizzata in sistemi di monitoraggio per il rilevamento di stati di danno. I sensori in fibra ottica, impiegati da vari anni per la il monitoraggio strutturale, hanno dimostrato ottime caratteristiche di sensibilità e stabilità delle misure nel tempo, come pure di *durata* di vita.

Recupero Statico e Riqualificazione Funzionale della Chiesa di Villalba-Comune di Guidonia-Roma
Strutture in Elevazione e Sottofondazione Monitorate con Fibre Ottiche

Ingg. Andrea & Diego Dell'Erba
MONITORAGGIO AMBIENTALE
SUL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO
ingdiego@ingdiegodellerba.it
www.ingdiegodellerba.it

Monitoraggio strutturale
Fase montaggio fibre
Ottiche nelle
armature edificio da parte
di tecnici Ingegneri
dell'università Calabra
Rende " Cosenza"

I sensori a fibra ottica trasmettono in continuazione informazione sulla staticità della struttura segnalando la comparsa di cedimenti fondazionali differenziali e lesioni sulle

strutture in elevazione
DIAGNOSTICANDO
In tempo reale eventuali
stati anomali
causati da eventi Sismici-
Subsidenze
Sinkholes e altro.

Monitoraggio a Fibre Ottiche su alcune importanti Chiese Colpite da Eventi Sismici

Monitoraggio Strutturale con Satelliti Spaziali e Fibre Ottiche

ALCUNI IMPORTANTI EDIFICI DI CULTO MONITORATI CON SATELLITI SPAZIALI E FIBRE OTTICHE

Il monitoraggio continuo delle strutture si sta affermando come uno degli strumenti gestionali essenziali per garantirne la sicurezza in servizio e per consentire una programmazione economica ed efficace degli interventi di manutenzione. Il presente documento riferisce su alcune recenti esperienze di impiego di sensori a fibra ottica SOFO per il monitoraggio di strutture in calcestruzzo esistenti e di nuova esecuzione. In particolare, sono messe in evidenza le principali problematiche del progetto, dell'installazione e dell'interpretazione dei dati, con riferimento a sistemi di monitoraggio con tecnologia a fibra ottica.

.....

Continuous monitoring of structures is becoming a very powerful tool for the management of buildings and infrastructure, ensuring safety and operability and allowing efficient and economical programming of maintenance operations. The present paper is aimed at presenting some recent experiences performed with SOFO type fibre optic sensors in the monitoring of existing and new concrete structures. In particular, the main problems encountered in design, installation and data analysis and interpretation of monitoring systems are discussed, with reference to systems based on fibre optics technology.

Strutture Edilizie Intelligenti

Costruzioni più sicure grazie alle fibre ottiche. Strutture "intelligenti", capaci di monitorare il proprio stato di salute e di prevenire i crolli e i dissesti che si sono verificati di recente anche in Puglia. I più moderni sistemi di controllo e monitoraggio delle strutture sono quelli in fibra ottica: sensori, posizionati all'interno della costruzione che hanno la capacità di registrare le eventuali deformazioni della struttura e di segnalarle via computer. Questi gli scenari avveniristici che prospettano le nuove tecnologie di monitoraggio strutturale.
I sensori hanno la capacità di registrare le eventuali deformazioni della struttura e di segnalarle via computer consentendo il controllo continuo della situazione statica dell'immobile.

Copyright © 1969 - 2018 Ing. Diego Dell'Erba - All rights reserved

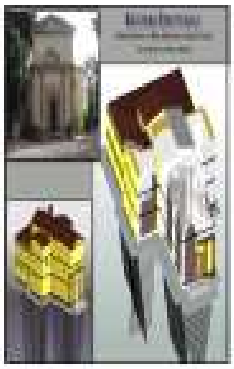
Recupero Strutturale Edifici di Culto con Tecnologie Avanzate
Progettazione di Recupero Strutturale con l'impiego dei Satelliti Spaziali - Fibre Ottiche - Laser Scan



Chiesa di Pizzoli (AQ)

Recupero Statico Chiesa di Santa Maria Goretti
Villalba di Guidonia (RM)

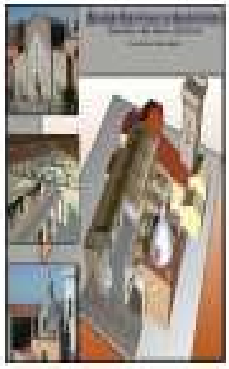




Santuario Cerreto (GR)



San Giuliano di Puglia (CB)

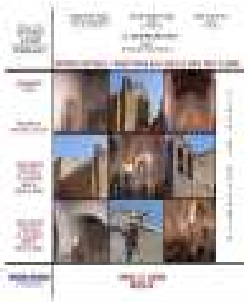


Duomo di Orbetello (GR)



Chiesa di San Nicandro (AQ)

Fibre di Carbonio per il Recupero Strutturale, Fibre ottiche e Satelliti Spaziali per il Monitoraggio delle Strutture da Remoto. Il sistema di Monitoraggio Informa sullo stato Tensionale e innesco di Crisi Statiche sugli edifici causati da eventi quali Sisma, Subsidenze e altre Calamità Naturali.



Santa Maria Sovana (GR)



















Recupero Statico Chiesa di Santo Stefano Proto Martire – Pizzoli

Chiesa di Santo Stefano Proto Martire, Patrono di Pizzoli. La Chiesa, edificata negli anni '60 e inaugurata e consacrata nel 1962, fu progettata dall'Architetto Angelini dell'Aquila. Tale importante opera fu voluta fortemente dal compianto Don Fortunato Tosone, allora Parroco del Paese. Apprezzate sono le strutture portanti in cemento armato che si compongono sulla volta in una raggiera di alto valore architettonico. La chiesa si sviluppa in lunghezza in metri 29, in larghezza in metri 13,60 e in altezza in ben 19 metri. Di pregio sono i riquadri della via crucis in rame sbalzato dalle dimensioni di metri 3 per metri 1,80 dell'artista aquilana Dora Arduini. Sulla parete soprastante l'ingresso è stata posta una tela del '700 donata dal conte Giorgi e di buon livello artistico. Nella chiesa è conservata una bella croce di arte abruzzese.

Il Progetto prevede l'impiego di Tecnologie Avanzate di ultima generazione. Per il Recupero Statico delle Strutture in Elevazione sono utilizzate Fibre di Carbonio incollate sugli elementi Inieresina delle strutturali e Microzioni Armate con per le riparazioni lesioni. Per la ricostituzione delle caratteristiche dello stato fondazionale sono impiegate iniezioni armate e micropali trivellati controllati elettronicamente e mirati con sensori laser .Tutte le operazioni di cantiere sono monitorate con Satelliti Spaziali ad onde Radar per il controllo puntuale in remoto delle Operazioni di Recupero e della Sicurezza sul Cantiere. Le Fibre Ottiche che saranno messe in opera assimonicità curano il costante lano toraggio sulla Statizo di dell'edificio e segnacomunicazione il via gsm o altro mezcomparire di eventi negativi staticamente pericolosi. La Chiesa assume un ruolo dinamico e di difesa contro gli eventi sismici perché è in grado di autodiagnosticarsi







Il controllo della funzionalità statica degli edifici in c.a. e in muratura

è tema che riguarda centralmente la sicurezza delle strutture sia di nuova realizzazione sia di quelle esistenti. Sebbene occorra accusare la persistenza di un marcato ritardoculturale rispetto ad altri settori, in particolare quello medico, l'importanza dicontrollare periodicamente lo "stato di salute" della componente strutturale deimanufatti edilizi è diffusamente assunta nella mentalità e nella prassi siadell'operatore privato sia di quello pubblico. Insieme alla consapevolezza che la sicurezza degli utilizzatori è primariamente affidata all'ossatura portante e chesussiste a tale riguardo una gerarchia secondo la quale collocare i deficit chepossono colpire le varie componenti di un organismo edilizio. Gerarchia che si configura come fonte di disciplina delle risorse da impiegare per ***gli interventi di manutenzione.*** Al controllo della componente strutturale si può e si deve procedere sia i***n sede di esecuzione del manufatto*** *sia* ***nel corso della vita di servizio.*** Con particolare riferimento alla fase di esecuzione, le Norme Tecniche per le Costruzioni, in riferimento al materiale *Conglomerato Cementizio* prodotto per usi strutturali, impongono all' "*Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera*" e sotto il vincolo della responsabilità, di ***"garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che ver à utilizzata per la costruzione dell'opera"1.*** **D'altra parte** ***"Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare"2*** Nel corso della vita di esercizio e per gli edifici esistenti in generale, il controllo del regolare funzionamento dell'ossatura portante in c.a. solitamente non viene eseguito in modo periodico, programmato in via ordinaria, bensì eseguito spesso solo in via straordinaria, a fronte di un dissesto paventato come incipiente ovvero riconosciuto come conclamato. Tale controllo si articola di frequente nell'esecuzione di indagini distruttive e non distruttive od anche può prevedere l'esecuzione di distinte sessioni di monitoraggio strutturale, deputate a **sorvegliare ed accertare l'evoluzione di spostamenti, deformazioni e quadri fessurativi.**

In questo progetto di Recupero Statico dell'edificio Chiesa

si presenta una metodologia di indagine da mandare ad effetto su edifici con strutture resistenti in c.a. di nuova realizzazione ed in muratura, diretta al controllo della **funzionalità statica** sia nella fase di esecuzione del manufatto sia nella fase di esercizio. Detta metodologia integra la predisposizione di un sistema di monitoraggio strutturale basato sulla **tecnologia delle fibre ottiche**. Virtualmente suscettibile di applicazione su qualsiasi organismo in c.a.o in muratura, la metodologia in parola è di fatto in questo momento in fase di implementazione su alcuni edifici nascenti in c.a., di edilizia sia **pubblica sia privata.** La procedura in parola presenta un duplice aspetto innovativo, ed è complessivamente orientata a costituire un presidio di salvaguardia nei confronti di eventuali deficit prestazionali dell'organismo strutturale, sia nei termini di resistenza dei calcestruzzi realizzati in opera rispetto alle previsioni progettuali, sia dello scadimento delle proprietà meccaniche nel tempo degli stessi calcestruzzi, sia ancora nei confronti di anomalie per quanto riguarda i livelli di deformazione e spostamento di talune membrature nel tempo della vita di esercizio del manufatto.

L'impiego delle Fibre ottiche per monitorare l'edificio

permette la conoscenza in tempo reale di tutte le caratteristiche statiche e dinamiche della struttura.
Si puo' conoscere la qualità dei materiali impiegati nella costruzione , il loro stato tensionale, le temperature, le sollecitazioni interne dei componenti la struttura sotto azioni dinamiche esterne, quali terremoti ed altro.. Questa conoscenza in tempo reale permette alla struttura stessa di

AUTODIAGNOSTICARSI

e prevenire
l'innesco di crisi statiche e il conseguente
Collasso dell'edificio
con danni a persone e cose

Questi sistemi di monitoraggio strutturale sono a basso costo
e forniscono certezze di staticità sull'edifico dove sono installati.

Intervento di Recupero Statico e Riqualificazione Funzionale della Chiesa di San Nicandro (AQ)





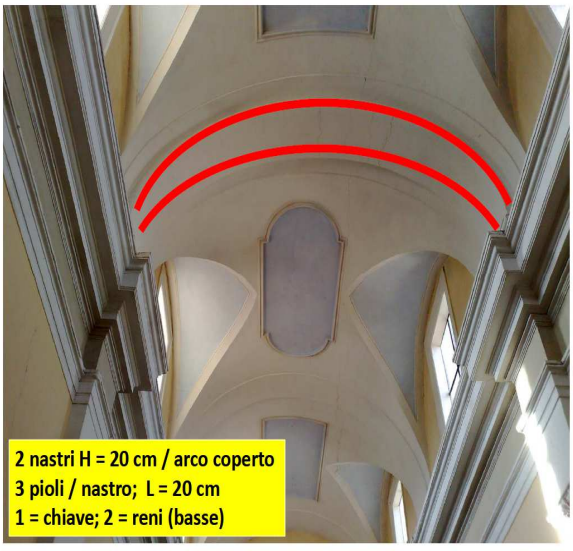
TECNOLOGIE DI INTERVENTO

Il danno subito dalla chiesa, a causa delle scosse sismiche che hanno investito le strutture, è grave .

Per recuperare Staticamente l'edificio è necessario intervenire, in elevazione con le fibre di carbonio associate a iniezioni all'interno della massa muraria.

L'edifico durante i lavori sarà monitorato da strumentazioni a *fibra ottica* e da *satelliti spaziali* che danno sicurezza sulla qualità dell'intervento.





Costone in frana nel Comune di Rocca D'Arce

Il costone nella foto ha subito un evento disastroso causato da un innesco di frana che ha provocato un movimento nelle strutture edilizie
che sovrastano il costone.
I lavori sono stati appaltati ed è prevista la realizzazione di una paratia
in muratura armata con all'interno dei sensori a fibra ottica che monitoreranno in continuazione lo stato di stabilità del complesso edilizio.
I dati del monitoraggio saranno inviati via gsm a computer in remoto
dove tecnici preposti valuteranno
la staticità del sistema



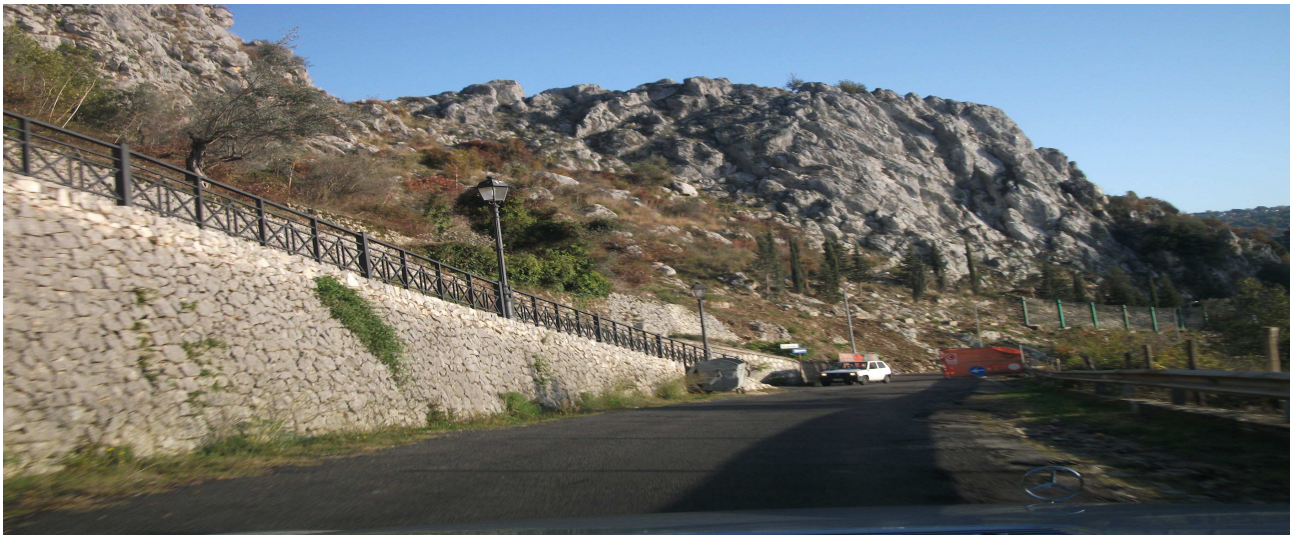








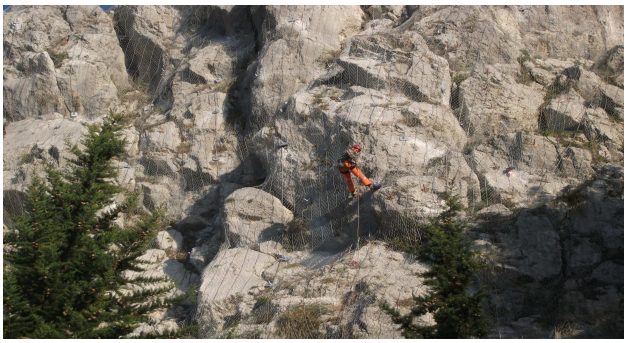
Sensori a fibre ottiche nel monitoraggio di paratie di contenimento in c.a.
La paratia trasmette ogni sollecitazione causata da evento dinamico esterno



Comune di Rocca D'Arce - Monitoraggio Frane con Sensori a Fibre Ottiche









Sensore a Fibra Ottica



MONITORAGGIO TRAMITE SISTEMA A FIBRE OTTICHE SU PONTI O VIADOTTI IN C.A. O IN C.A.P. DI NUOVA REALIZZAZIONE

L'utilizzo del sistema di monitoraggio strutturale offre l'opportunità di valutare con continuità ed in tempo reale le prestazioni strutturali e la loro evoluzione nel tempo, garantendone un confronto costante con le previsioni progettuali.

Il processo di monitoraggio si compone essenzialmente di alcune fasi tipiche:

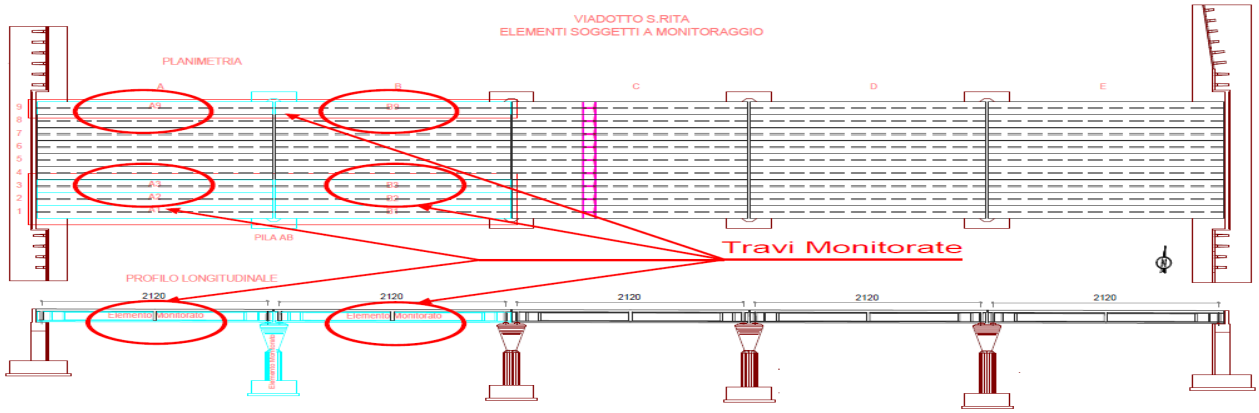
- *misurazione di stati deformativi o di campi di spostamento;*
- *trasmissione dei dati rilevati alle unità di lettura ed elaborazione;*
- *interpretazione dei dati numerici in termini di definizione dello stato di efficienza statica della struttura;*

ESEMPIO DI VIADOTTO MONITORATO CON FIBRE OTTICHE

A titolo di esempio si riporta il sistema di monitoraggio a fibre ottiche installato su un viadotto realizzato a Bari, nel quartiere S. Rita, il quale costituisce una delle opere previste nell'ambito degli interventi straordinari varati dall'Amministrazione Comunale a valle degli interventi alluvionali dell'Ottobre del 2003.

L'opera si compone di 5 campate, di luce pari a 22.30 m ciascuna, per una lunghezza complessiva di 112 m circa.

L'impalcato, largo complessivamente 16.40 m (di cui 9.00 m di piano viabile), è realizzato a mezzo di 9 travi in c.a.p. con sezione a "I", solidarizzate da una soletta gettata in opera e da tre trasversi (due di testata ed uno di campata) di spessore pari a 30 cm.



Austria/Slovenia

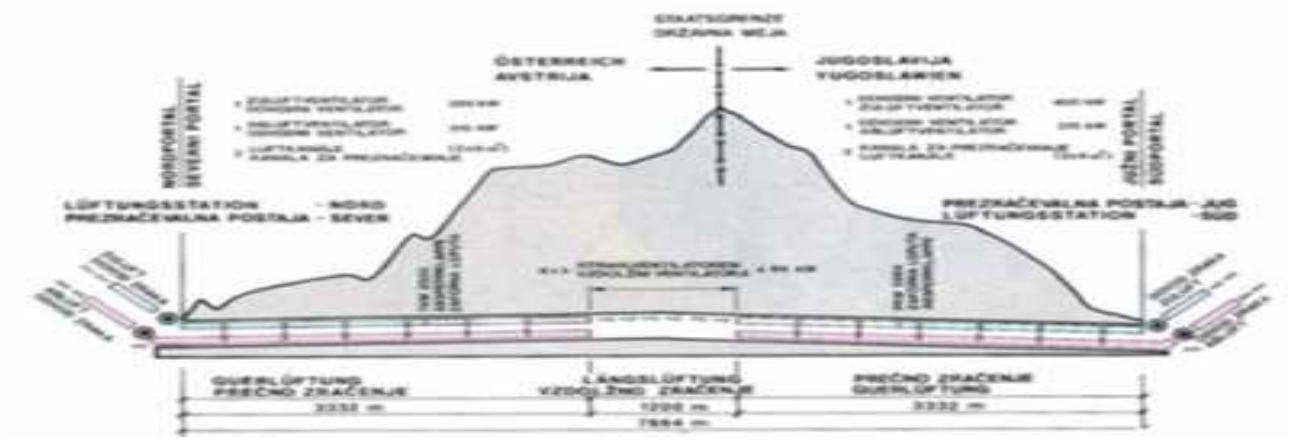
Raddoppio del tunnel stradale di Karavanke

Il tunnel Karavanke, lungo 7.864 m, collega le autostrade A11 in Austria con la A2 in Slovenia. La prima canna era stata aperta al traffico il 1.Giugno 1991 come il tunnel più lungo della Slovenia.

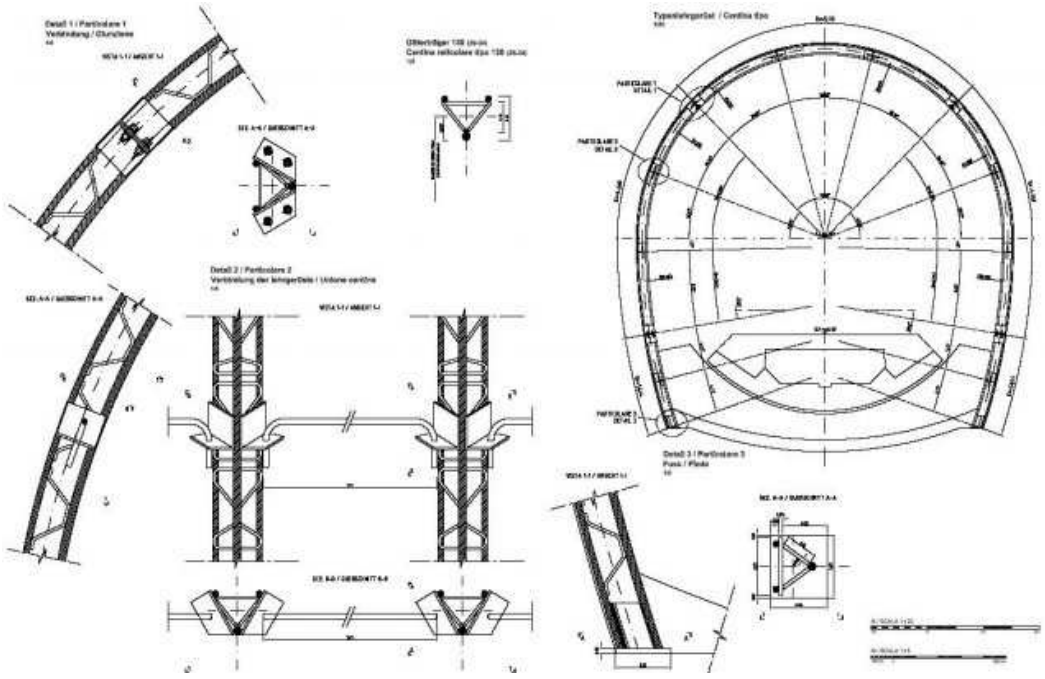
Il tunnel era stato progettato a due fornici, ma poiché il traffico era meno intenso del previsto, era stata costruita solo la prima canna, a doppio senso

E' iniziata la costruzione della seconda canna.

Tutte le strutture del tunnel sono monitorate con sistemi a fibre ottiche.



Montaggio dei sensori a fibra ottica per il controllo delle tensioni dovute alla spinta circostante del terreno



Il ponte di Siggenthal (Figura 1) è un ponte ad arco in calcestruzzo con una luce di 117 metri, costruito sul fiume Limmat, in Svizzera. Il ponte comprende anche due vie di accesso ad una campata da una parte e tre dall'altra. La lunghezza totale del ponte è 217 metri.



Il ponte è monitorato con sensori a fibre ottiche che ne assicurano il controllo della staticità con allarmi preventivi in presenza di eventi calamitosi

Nel ponte sono stati installati 58 sensori di deformazione con base di misura lunga, 2 inclinometri e 8 sensori di temperatura per controllare le deformazioni durante la costruzione e nel lungo termine [4].

Gli scopi del sistema di monitoraggio installato sono i seguenti:

- Controllo delle deformazioni locali del calcestruzzo
- Misurazione delle curvature locali nel piano verticale
- Ricostruzione degli spostamenti verticali dell'arco nel suo complesso

Le misurazioni saranno eseguite durante l'intera vita del ponte, ma con speciale riguardo alle seguenti fasi: costruzione delle differenti sezioni dell'arco, rimozione delle centine, fase di autosostegno dell'arcata, installazione delle torri temporanee, costruzione delle colonne di sostegno e dell'impalcato, collaudo del ponte, e quindi monitoraggio in servizio a lungo termine.

Monitoraggio Strutturale delle Dighe con le Fibre Ottiche



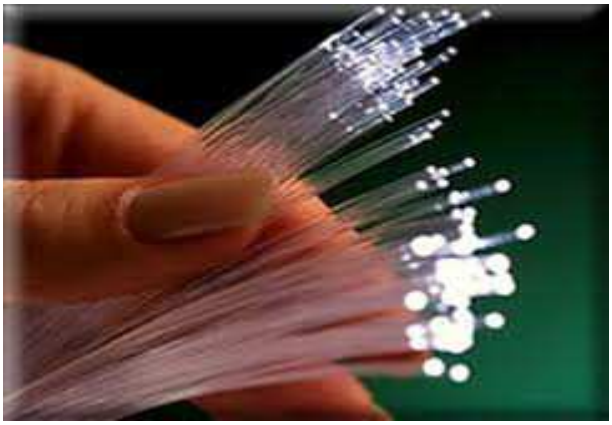
Diga di Hidrosogamoso (Colombia)

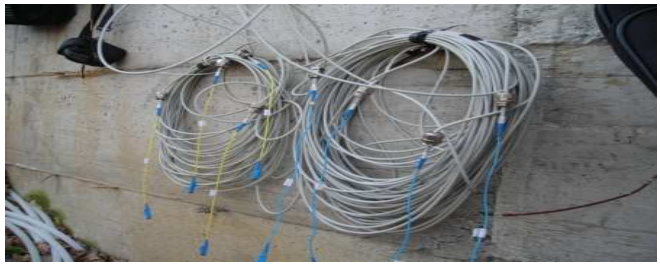
Installato un sistema di Monitoraggio strutturale a fibre Ottiche che assicura il controllo totale della Diga.Il sistema misura spostamenti millimetrici del corpo Diga e diagnostica in continua tutta la struttura sia esterna che interna elaborando in tempo reale tutte le informazioni necessarie ai tecnici.



Georgia-Abkhazia

È la centrale elettrica sul fiume Inguri: metà georgiana, metà abkhaza, oggi fornisce energia anche alla città russa di Sochi. Il complesso è controllato con sistemi di fibre ottiche





ALCUNI SENSORI A FIBRA OTTICA MONTATI SULLE STRUTTURE DELLA DIGA

