

# HILTI

# progetti&tecnologie

per i professionisti del settore delle costruzioni



## cas i studio

Le compartimentazioni resistenti al fuoco nel Teatro La Fenice di Venezia

Interventi di ristrutturazione nel Teatro Goldoni di Livorno

Intervento di consolidamento statico e adeguamento sismico dell'ospedale Cardarelli di Napoli

Soluzioni di staffaggio per la nuova sede del *Sole 24 Ore*

## intervista

L'ammodernamento della Diga Edipower di Villa di Chiavenna

# HILTI

Se volete ricevere consulenza in merito a progetti di vostra competenza o siete interessati a pubblicare su **progetti&tecnologie** un lavoro da voi eseguito con sistemi e soluzioni Hilti, contattate la redazione all'indirizzo

Numero Verde  
**800-827013**

Hilti Italia S.p.A. - via Flumendosa, 16 - 20132 Milano - [tecnici@hilti.com](mailto:tecnici@hilti.com)



# Intervento di consolidamento statico e adeguamento sismico dell'ospedale Cardarelli di Napoli

## SCHEDA PROGETTO

**PROGETTO:** adeguamento funzionale e ristrutturazione edilizia e tecnologica dell'Ospedale "A. Cardarelli": lotto 1, padiglioni A, B, C, D, P (Lavori ex art. 20 L. 67/88)  
**DESCRIZIONE INTERVENTO:** ristrutturazione edilizia e tecnologica del complesso ospedaliero, con consolidamento statico e miglioramento antisismico

**LUOGO:** Napoli

**COMMITTENZA:** Regione Campania, Assessorato alla Sanità - Azienda ospedaliera di rilievo nazionale "Antonio Cardarelli", Napoli - Direttore Generale dr. Enrico Iovino

**RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO:** prof. arch. Domenico Orlacchio

**PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:** Studio Valle Progettazioni (prof. ing. Gilberto Valle, prof. arch. Tommaso Valle)

**COORDINAMENTO PROGETTUALE:** prof. ing. Gilberto Valle

**DIREZIONE LAVORI:** prof. ing. Gilberto Valle

**DIRETTORE OPERATIVO DIREZIONE LAVORI:** ing. Luciano Cascone

**DATA INTERVENTO:** inizio 1996; intervento in corso

L'Azienda Ospedaliera "Antonio Cardarelli" di Napoli, storico punto di riferimento del sistema sanitario dell'Italia meridionale, è da alcuni anni oggetto di un'intensa attività edilizia tesa all'adeguamento funzionale ed alla ristrutturazione edilizia e tecnologica di alcuni dei suoi padiglioni.

Attualmente sono in atto i lavori relativi al maggiore degli edifici che costituiscono l'intero comprensorio ospedaliero: il padiglione "P" (Fig.1), il quale, a differenza degli altri inseriti nell'intervento, manifestava estesi e marcati dissesti statici, oltre ad una differente organizzazione strutturale.

Unitamente al recupero delle strutture degradate, il progetto di ristrutturazione, nel suo complesso, si è proposto di modificare la funzionalità dell'opera, di migliorarne le prestazioni in termini di sovraccarichi di esercizio e di resistenza al sisma e di adeguare gli impianti alle attuali esigenze normative, unitamente alle aspettative degli operatori e degli utenti. In questo contesto è apparso

necessario prevedere l'esecuzione di un'ampia ed estesa rete di canalizzazioni, verticali ed orizzontali, tali da collegare qualunque punto del fabbricato con i complessi macchinari (UTA e gruppi frigo) allocati sulla copertura dello stabile.

Nell'ambito delle strutture orizzontali, già manifestamente in condizioni di degrado e, si è dovuto pertanto prevedere la realizzazione di ampi fori, necessari per il passaggio degli ascensori, dei montalettighe e dei cavevi.

Come in ogni intervento di consolidamento statico, l'entità del problema si è manifestata nella sua realtà e complessità soltanto quanto le strutture sono state poste a vista, facendo emergere gli effetti combinati degli originari difetti esecutivi, delle antiche consuetudini operative, delle caratteristiche qualitative dei materiali all'epoca impiegati. Alcuni solai (Fig.2) in seguito alla demolizione dei tramezzi, sono crollati del tutto o in parte. Nell'ambito del progetto di consolidamento statico si è ovviamente presentata l'esigenza di migliorare le capacità di resistenza al sisma dell'edificio, anche in considerazione della sua importante destinazione d'uso.

Nel dettato della norma si è ricercata una soluzione che aumentasse le resistenze alle azioni orizzontali, senza modificare le rigidezze della struttura e il suo schema statico. La soluzione è consistita principalmente nell'aumento della duttilità del sistema travopilastro, attraverso il confinamento del nodo, in testa ed al piede, con fasciatura in fibre di carbonio CFRP, dopo aver rimosso il calcestruzzo degradato (bonifica con malte preconfezionate a ritiro compensato tixotropiche) ed aver validamente ricostituito la superficie di posa del tessuto.

L'intervento certamente più significativo per estensione e per la sua valenza nel recupero dell'edificio è stato quello sui solai.

Questo intervento è stato condotto nel rispetto dell'esigenza di adeguamento sismico e prevede la realizzazione di un diaframma rigido d'impalcato, con una soletta armata in calcestruzzo, all'estradosso dei travetti esistenti. La connessione solettatravetti viene realizzata senza produrre

aumento delle masse presenti, per effetto della demolizione della pignatta e dell'impiego di sottofondi alleggeriti, in sostituzione di quelli esistenti. L'intervento sulla struttura dei solai è stato graduato in funzione della loro condizione, distinguendo quelli che potevano essere risanati, da quelli che erano assolutamente irrecuperabili, in quanto crollati del tutto o in parte.

I solai assolutamente non sanabili e quelli nei quali realizzare i fori per il passaggio dei cavevi e degli elevatori sono stati demoliti e ricostruiti in acciaio-calcestruzzo, con lamiera grecata tipo HI-BOND all'estradosso.

Il problema fondamentale, in considerazione delle caratteristiche dei materiali *ante operam*, è stato rappresentato dall'ancoraggio dei profilati metallici alle strutture in calcestruzzo e nella solidarizzazione delle strutture di nuova formazione sia alle preesistenti, sia a quelle di nuova formazione.

L'esigenza di monoliticità del diaframma si è perseguita ancorando la soletta sia ai travetti in calcestruzzo, opportunamente scarificati all'estradosso, sia ai profilati, attraverso connettori metallici tipo Hilti X-HVB 95 (Fig.5).

Gli ancoraggi dei profilati metallici alle strutture in calcestruzzo esistenti sono consistiti in due tipologie che si differenziano per la modalità di collegamento al profilato: mediante bulloni e mediante appoggi a sella Gerber (Fig.5). Entrambe le tipologie sono realizzate con una piastra verticale in acciaio che aderisce lateralmente alla trave in calcestruzzo e ad essa si fissa per mezzo di ancoraggi a barra filettata di tipo chimico con adesivo ad iniezione di resina epossidica di tipo Hilti HIT-RE 500 (Fig.6).

In tal modo il tassello è sollecitato puramente a trazione in quanto la piastra verticale descritta è saldata ad un'altra, posta in orizzontale all'estradosso della trave in calcestruzzo, in maniera da formare una T, ed impedendo la traslazione verticale (Fig.7).

Sopra a tale piastra, per richiamare la collaborazione del calcestruzzo e realizzare un distanziatore per la rete elettrosaldata, sono stati posti dei connettori a cappio  $\phi 10$ ,



▲ Fig.1 Solai crollati in seguito alla demolizione dei tramezzi.



▼ Fig.2 Condizione dei calcestruzzi.



in modo che la piastra possa lavorare a trazione, mentre il calcestruzzo a compressione, ottenendosi così una rigida sezione composta, (si veda assonometria di assemblaggio in Fig.7).

Una volta posata la piastra di fissaggio alla trave in calcestruzzo, i profilati metallici sono stati posti in opera (Fig.5) come segue:

- da un lato con bulloni, formando una nervatura ortogonale alla piastra verticale, ottenuta saldando ad essa due piatti simmetrici che lambiscono l'anima della trave; questa nervatura è stata ottenuta semplicemente adottando come piastra verticale uno spezzone di profilo HEA, conformato a T, tagliandone parte dell'anima per semplificare la posa, l'estremità dell'ala inferiore della trave è stata tagliata, essendo la zona di attacco sollecitata semplicemente a taglio;

- dall'altro realizzando una piccola mensola, ortogonale alla piastra verticale, irrigidita con due ritegni. La trave è stata semplicemente appoggiata alla sella, bloccando il sistema con una saldatura fra trave e appoggio, eseguita in opera. Allo scopo di ridurre il più possibile l'eccentricità fra la piastra e la reazione verticale della trave, fra l'appoggio e la mensola è stato posto un tacco in acciaio, con un semplice spezzone di piastra in acciaio, saldato in opera alla sella ed al



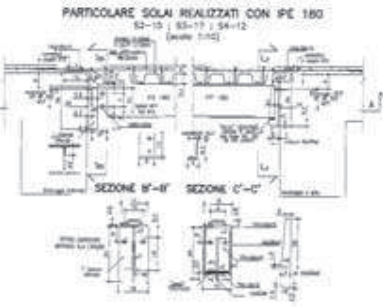
▲ Fig.4 Intervento di confinamento dei nodi in C-FRP e formazione della soletta.



▶ Fig.5 Dettaglio costruttivo dei solai misti acciaio-calcestruzzo.

profilato, in modo da correggere piccoli dislivelli all'atto del varo della trave.

Ovviamente la superficie piana della piastra per aderire perfettamente a quella della trave, resa irregolare in seguito alla demolizione del solaio, ha richiesto un livellamento (inghisaggio, Fig.8), eseguito con



malte antiritiro tixotropiche, ed effettuato successivamente alla realizzazione delle perforazioni e all'iniezione della resina di fissaggio (Fig.6).

L'apertura dei fori per la formazione dei cavetti e delle vie di corsa degli elevatori, ha reso necessario la realizzazione di travi aventi funzione di sostegno del solaio, laterali al foro, e della tamponatura (leggera) di chiusura del vano nel solaio. A questo scopo, sempre nello spirito di miglioramento complessivo dell'organizzazione strutturale, si è progettata una trave binata composta che presenta una notevole rigidità, chiamando la collaborazione non solo del calcestruzzo superiore (con connettori d'ala Hilti X-HVB 95), ma anche interno alla sezione. Fra le due ali dei profili IPE impiegati, si è infatti saldato un connettore a cappio a forma di C verticale, a cui si è sovrapposta una staffa interna (sempre a doppia C, montata in opera orizzontalmente). La trave in calcestruzzo così formata trova le due travi IPE come rivestimento laterale ed è a questa intimamente connessa e confinata (Fig.9 e 10). L'armatura longitudinale è stata realizzata in opera con n. 3+3  $\phi$ 14, legati alle staffe  $\phi$ 10/25".



◀ Fig.6 Iniezione di resina HIT-RE 500 per l'ancoraggio delle piastre a sella Gerber.  
▶ Fig.7 Schema degli ancoraggi a flangia verticale.



◀ Fig.8 Inghisaggio delle piastre flangiate.  
▶ Fig.9 Fase di montaggio delle travi binata composte (ancora senza armature).

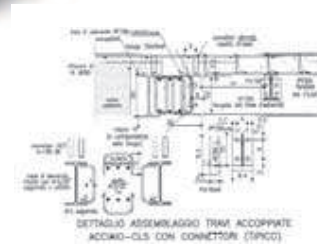


L'intervento per la realizzazione degli orizzontamenti metallici, fissati gli ancoraggi è stato completato con la posa della lamiera grecata HI-BOND, dei connettori Hilti, della rete elettrosaldata opportunamente attestata e sovrapposta a quella dei solai attigui, ed infine col getto.

Le travi binata sono state attestate ai pilastri con piastre di ancoraggio che presentano contemporaneamente sia il sistema di appoggio a sella Gerber, sia il dispositivo a flangia verticale.

Il loro fissaggio è stato realizzato con ancorante chimico Hilti HIT-RE 500 e barre filettate HAS M20 (Fig.11, 12 e 13).

Ampia parte dei solai sono stati progettati senza tenere conto del contributo dei connettori, affidando l'intera resistenza al profilato metallico, ed impiegando tali dispositivi esclusivamente per assicurare la continuità strutturale fra soletta e acciaio. Per alcuni solai, di notevole luce (circa 9.30m), è stato indispensabile considerare il benefico contributo dei connettori per aumentare la resistenza e diminuire la deformazione. Il passo è stato pertanto differenziato in funzione della variazione dello scorrimento dagli appoggi verso la mezzeria ed è stato pari



▶ Fig.10 Dettaglio costruttivo della trave binata composta.  
▶ Fig.11 Ancoraggio a sella Gerber.  
▶ Fig.12 Ancoraggio a flangia verticale.

a 15 cm entro 1.50 m dall'appoggio, 30 cm nei successivi 1.50 m e 45 cm nella mezzeria, tenuto anche conto del modulo d'onda della lamiera HI-BOND (Fig.14, 15 e 16).



▲ Fig.13 Dettaglio della piastra montata.  
▶ Fig.14 Solai di grande luce con connettori.



▲ Fig.15 Fase di posa in opera dei connettori Hilti X-HVB 95.  
▶ Fig.16 Solaio in acciaio finito.

