

I SOFTWARE DI CALCOLO PER IL CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE IN C.A. E MURATURA CON SISTEMI FRP E FRCM

I RIFERIMENTI NORMATIVI ALLA BASE DEI NUOVI SOFTWARE DI CALCOLO PER SISTEMI FRP E FRCM

Negli ultimi venti anni, il crescente interesse per l'utilizzo dei materiali compositi nell'ambito dell'ingegneria civile, ha spinto gruppi e commissioni internazionali ad una fitta produzione di codici, ordinanze e raccomandazioni specificatamente predisposte per l'impiego di materiali "non convenzionali" FRP, FRCM e CRM e la loro progettazione.

Numerose sono state, a partire dagli anni '90, le iniziative in campo internazionale per individuare linee guida che rispondano alle esigenze delineate. Si ricordano le istruzioni giapponesi (JSCE – 1997), quelle americane (ACI 440 – 2000) ed infine quelle europee (FIP-CEB – 2001). Ad esse va aggiunto, per completezza, il documento di studio approvato dal CNR nel gennaio '99 dal titolo "*Impiego delle armature non metalliche nel c.a.*".



GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE CON FRP

Gli interventi di consolidamento strutturale di edifici esistenti con sistemi FRP sono normati dal documento tecnico del CNR DT 200 R1 2013, dalle Linee Guida emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dalle NTC 2018.

Negli ultimi anni, a valle dell'evoluzione nel settore e dei crescenti sviluppi in termini di sperimentazione e applicazioni dei sistemi FRP, sono stati pubblicati numerosi aggiornamenti delle istruzioni sopracitate.

Nel 2015 il CSLP ha emanato le "Linee Guida per la Qualificazione ed il Controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti" che hanno consentito la certificazione CVT dei sistemi di consolidamento FRP, licenziata con parere favorevole n.115/2013 del 19 febbraio 2015 dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che è stata aggiornata nel maggio 2019.



GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE CON SISTEMI OLYMPUS FRCM E CRM

LINEA GUIDA PER LA IDENTIFICAZIONE, LA QUALIFICAZIONE ED IL CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DEI SISTEMI FRCM

Negli ultimi anni la ricerca accademica e scientifica a livello nazionale ed internazionale ha permesso la sperimentazione e lo sviluppo di materiali compositi a matrice inorganica conosciuti con gli acronimi FRCM e CRM. I nuovi materiali compositi sono oggetto di specifici documenti tecnici emanati dal CNR e delle Linee Guida del CSLPP.

I compositi FRCM sono utilizzabili per realizzare “sistemi di rinforzo” esterni di strutture esistenti in muratura o in conglomerato cementizio armato.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con apposito decreto, n. 627 del 3 dicembre 2019, ha approvato le “Linee guida per la progettazione, l’esecuzione e la manutenzione di interventi di consolidamento strutturale mediante l’utilizzo di sistemi di rinforzo FRCM.”

Prosegue, quindi, l’attività normativa del Consiglio Superiore dei LL.PP. in linea con quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni; attività, come noto, finalizzata ad una sempre migliore garanzia della qualità e della sicurezza delle opere e delle infrastrutture, sia pubbliche che private, della prevenzione del rischio sismico e della valutazione e messa in sicurezza del patrimonio costruito esistente.

Le nuove linee guida recepiscono i risultati cui è pervenuto il Gruppo di studio insediato dalla Commissione CNR per la predisposizione e l’analisi di norme tecniche relative alle costruzioni, in

collaborazione con il Gruppo di lavoro istituito presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che ha predisposto precedentemente le “Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM)”.

Per quanto non trattato nelle sopracitate linee guida, è tuttavia possibile utilizzare il documento CNR-DT 215/2018 “Istruzioni per la Progettazione, l’Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l’utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica”.

LINEA GUIDA PER LA IDENTIFICAZIONE, LA QUALIFICAZIONE ED IL CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DEI SISTEMI CRM

Il CSLPP nel maggio 2019 ha pubblicato la “Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione

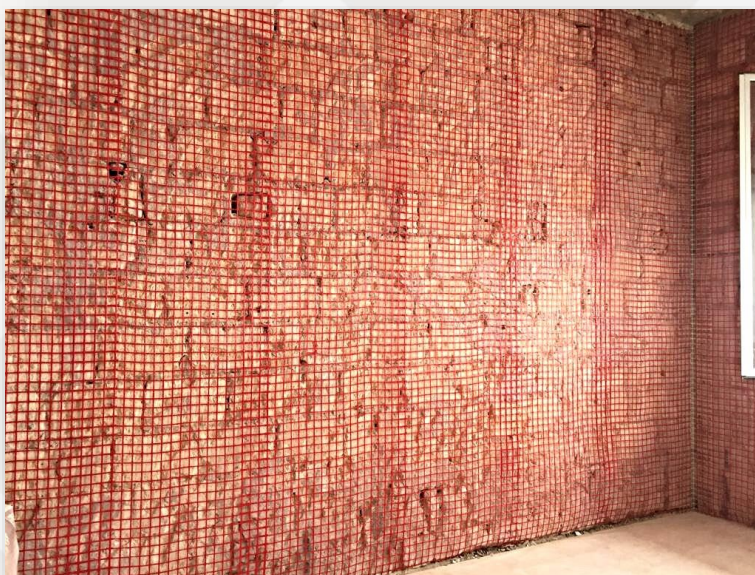
dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell’intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar).”

La sopracitata Linea Guida fornisce le procedure per l’identificazione, la qualificazione ed il controllo di “sistemi di rinforzo” costituiti da reti in composito fibrorinforzate a matrice polimerica (FRP - Fiber Reinforced Polymer), da applicare sulle superfici degli elementi strutturali per il consolidamento degli stessi con malte cementizie e/o di calce, ovvero mediante la tecnica dell’intonaco armato di tipo CRM (Composite Reinforced Mortar).

I SOFTWARE GRATUITI A SUPPORTO DEL PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO CON FRP E FRCM

AFFIDABILITA’ E SVILUPPO DEI SOFTWARE

Al fine di collaborare con i tecnici coinvolti in progetti di consolidamento strutturale con sistemi FRP, FRCM e CRM, OLYMPUS ha sviluppato numerosi software di calcolo che consentono ai professionisti di effettuare con semplicità il calcolo strutturale di strutture in c.a. e muratura. I software sono stati



sviluppati sulla base dell'esperienza di OLYMPUS di oltre 15 anni nel settore del consolidamento strutturale.

Nel 2005 OLYMPUS ha sviluppato i primi fogli di calcolo per la progettazione di interventi di consolidamento strutturale con materiali compositi FRP. In 15 anni i fogli di calcolo sono stati utilizzati da centinaia di professionisti in Italia e in numerosi paesi Europei che hanno consentito

all'azienda di verificare e perfezionare il funzionamento dei fogli di calcolo che hanno rappresentato la base per lo sviluppo dei nuovi software.

Nel 2013 OLYMPUS è stata la prima azienda al mondo a sviluppare tre **app per iPhone "OLYMPUS iFRP"** che consentivano ai progettisti di elaborare il dimensionamento dell'intervento di consolidamento direttamente in cantiere con il proprio iPhone.

Nel 2019 OLYMPUS ha sviluppato i suoi nuovi software di calcolo nel totale rispetto delle attuali norme tecniche per le costruzioni, delle Linee Guida del CSLPP e dei Documenti Tecnici del CNR.

I software sono stati sviluppati da un team esperto di ingegneri strutturalisti e programmatori informatici con comprovata esperienza nel settore del consolidamento strutturale e sono stati testati su centinaia di interventi di consolidamento, anche confrontando i risultati con quelli dei principali software di consolidamento strutturale presenti sul mercato.

I software sviluppati da OLYMPUS sono basati anche sui risultati dei numerosi progetti di ricerca svolti dall'azienda da oltre 15 anni, in collaborazione con Università e Istituti di Ricerca.

I software sono completamente gratuiti e possono essere scaricati dal sito www.olympus-frp.com.

I software dedicati al rinforzo strutturale con FRP sono in particolare due, **OLY CONCRETE APP** che consente il dimensionamento di elementi strutturali in calcestruzzo



armato e **OLY MASONRY APP** che consente il dimensionamento di elementi strutturali in muratura rinforzati con sistemi FRP delle linea **OLYMPUS FRP**.

Il software dedicato al rinforzo strutturale con FRCM è **OLY STONE APP** che consente il dimensionamento di elementi strutturali in muratura rinforzati con FRCM.

VANTAGGIO DEI NUOVI SOFTWARE DI CALCOLO

L'utilizzo di un software di calcolo sviluppato da un'azienda che da oltre 15 anni certifica e ingegnerizza materiali compositi per il consolidamento strutturale e sviluppa applicazioni e software di calcolo basati sulla propria consolidata esperienza in questo settore, rappresenta per il professionista una garanzia di sicurezza e professionalità.

Il grande vantaggio dei software di calcolo per sistemi **FRP ed FRCM** proposti da OLYMPUS è la possibilità di generare automaticamente una relazione di calcolo a valle della verifica strutturale che viene redatta automaticamente dal software.

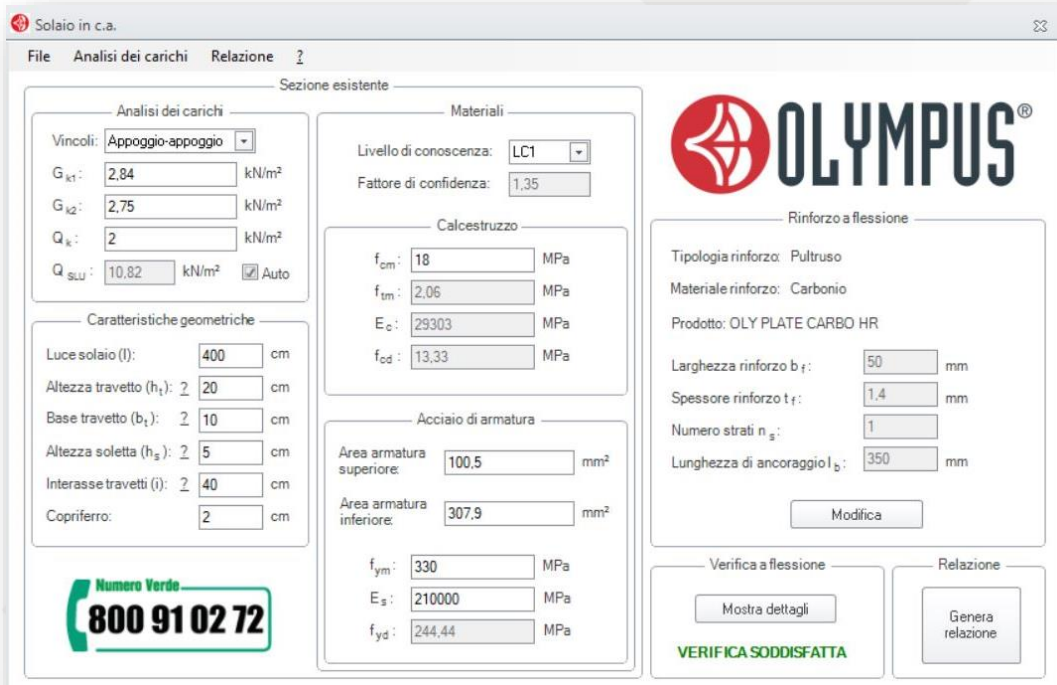
Il tecnico potrà quindi utilizzare le relazioni di calcolo redatte dal software per integrare i propri elaborati progettuali.



CALCOLO DI UN INTERVENTO DI RINFORZO CON FRP SU STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

Il software **OLY CONCRETE APP** consente il calcolo di quattro tipologie di elementi strutturali ed in particolare:

- Consolidamento di solai latero cementizi con FRP; (rinforzo a flessione)
- Consolidamento di travi in calcestruzzo con FRP; (Rinforzo a flessione e a taglio)
- Consolidamento di pilastri in c.a. con FRP; (Rinforzo a pressoflessione, rinforzo a taglio, confinamento di pilastri);
- Rinforzo di nodi in c.a. (Nodi d'angolo e nodi perimetrali);



Soloio in c.a.

File Analisi dei carichi Relazione ?

Sezione esistente

Analisi dei carichi

Vincoli: Appoggio-appoggio

G_{k1} : 2,84 kN/m²

G_{k2} : 2,75 kN/m²

Q_k : 2 kN/m²

Q_{sLU} : 10,82 kN/m² Auto

Caratteristiche geometriche

Luce solaio (l): 400 cm

Altezza travetto (h_t): 20 cm

Base travetto (b_t): 2 10 cm

Altezza soletta (h_s): 5 cm

Interasse travetti (i): 2 40 cm

Copriferro: 2 cm

Materiali

Livello di conoscenza: LC1

Fattore di confidenza: 1,35

Calcestruzzo

f_{cm} : 18 MPa

f_{tm} : 2,06 MPa

E_c : 29303 MPa

f_{cd} : 13,33 MPa

Acciaio di armatura

Area armatura superiore: 100,5 mm²

Area armatura inferiore: 307,9 mm²

f_{ym} : 330 MPa

E_s : 210000 MPa

f_{yd} : 244,44 MPa

Rinforzo a flessione

Tipologia rinforzo: Pultruso

Materiale rinforzo: Carbonio

Prodotto: OLY PLATE CARBO HR

Larghezza rinforzo b_f : 50 mm

Spessore rinforzo t_f : 1,4 mm

Numero strati n_s : 1

Lunghezza di ancoraggio l_b : 350 mm

Modifica

Verifica a flessione

Mostra dettagli

Relazione

Genera relazione

VERIFICA SODDISFATTA

Numero Verde
800 91 02 72

CALCOLO DI UN INTERVENTO DI RINFORZO CON FRP SU STRUTTURE IN MURATURA

Il software **OLY MASONRY APP** consente il calcolo di interventi di consolidamento strutturale per meccanismi nel piano e meccanismi fuori dal piano ed in particolare:

- Rinforzo a pressoflessione di pannelli murari con FRP;
- Rinforzo a taglio di pannelli murari con FRP;
- Rinforzo per ribaltamento semplice di pannelli in muratura con FRP;
- Rinforzo a flessione verticale di pannelli in muratura con FRP;

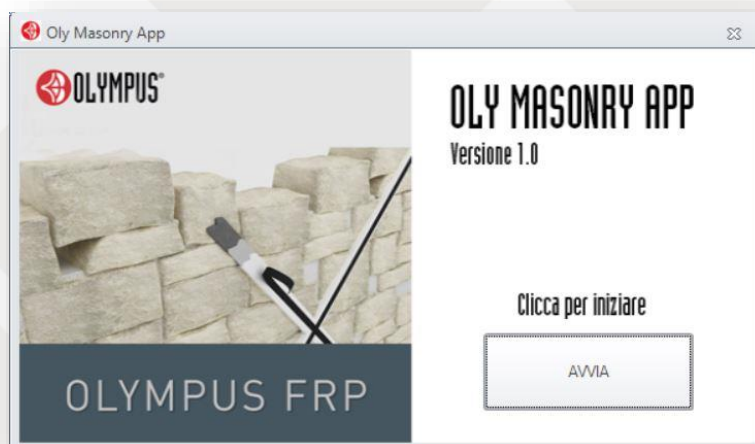
CALCOLO DI UN INTERVENTO DI RINFORZO CON FRCM SU STRUTTURE IN MURATURA

Il software **OLY STONE APP** consente il calcolo di interventi di consolidamento strutturale con FRCM di pareti e colonne in muratura.

Per le colonne in muratura è possibile effettuare la verifica a confinamento con FRCM della colonna.

Per i pannelli murari, **OLY STONE APP** consente il calcolo di interventi di consolidamento strutturale con FRCM per meccanismi nel piano e meccanismi fuori dal piano ed in particolare:

- Rinforzo a pressoflessione di pannelli murari con FRCM;
- Rinforzo a taglio di pannelli murari con FRCM;
- Rinforzo per ribaltamento semplice di pannelli in muratura con FRCM;



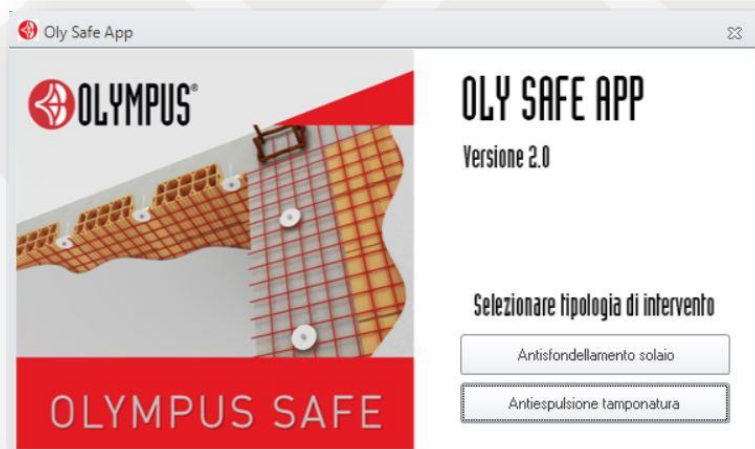
SOFTWARE DI CALCOLO PER IL DIMENSIONAMENTO DI UN INTERVENTO ANTISFONDELLAMENTO E ANTIRIBALTAMENTO CON RETI IN FIBRA DI VETRO GFRP

IL SOFTWARE DI CALCOLO OLYMPUS SAFE

A completamento del pacchetto di software di calcolo sviluppati da OLYMPUS, il software **OLYMPUS SAFE** consente al tecnico di realizzare con facilità la verifica degli **interventi antisfondellamento e antiribaltamento realizzati con reti in fibra di vetro GFRP**.

Il software è stato sviluppato a seguito della campagna di prove sperimentali realizzate presso i laboratori Istituto Giordano SpA dove i sistemi antisfondellamento della linea OLY SAFE sono stati testati su un modello di solaio in scala 1:1.

Il software OLYMUPS SAFE consente ai tecnici di verificare il dimensionamento di un intervento antisfondellamento realizzato con sistemi OLY SAFE per ogni tipologia di solaio latero cementizio e in putrelle e tavelloni.



Tutti i software OLYMPUS sono completamente gratuiti e scaricabili dal sito web www.olympus-frp.com. L'ufficio tecnico di OLYMPUS fornisce inoltre assistenza tecnica a tutti i professionisti che ne fanno richiesta, contattando l'azienda a mezzo mail all'indirizzo info@olympus-frp.com o telefonicamente al numero verde **800910272**.