



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI VERONA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza, della digitalizzazione e della sostenibilità delle opere

Sala Convegni Palazzo della Gran Guardia

Piazza Bra 1, Verona

Giovedì 22 Giugno 2023 | 9:30 –19:00

Col patrocinio di



REGIONE DEL VENETO



Ingegneria Sismica Italiana



Green Building Council Italia



ASSOCIAZIONE
INFRASTRUTTURE
SOSTENIBILI

Partners tecnici

Media Partner



Con il contributo incondizionato di:



Riqualificazione ex Complesso Militare "Arsenale Austriaco Franz Joseph I"

Cordoli sommitali in muratura armata con tecnologia SRG (Steel Reinforced Grout)
per il miglioramento sismico del patrimonio storico-architettonico vincolato

Vincenzo de Martino

Uff. Tecnico G&P intech

ATTIVITÀ DEL GRUPPO G&P INTECH

SOLUZIONI CERTIFICATE E APPROVATE

Sistemi di rinforzo e consolidamento FRP-FRCM-CRM

Aumento della
resistenza



Aumento della
duttilità



Isolamento e dissipazione sismica Div. HIRUN INTERNATIONAL

Riduzioni delle azioni
sismiche



Incremento della
dissipazione



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Gli eventi sismici verificatisi in Italia negli ultimi cento anni hanno confermato le criticità del comportamento sismico degli edifici murari a carattere monumentale. I sopralluoghi effettuati nell'immediato post-terremoto, infatti, hanno evidenziato l'elevato grado di danneggiamento subito da tali costruzioni, che si sostanziano in collassi locali, del tipo:

- Ribaltamento semplice e/o composto di facciata;
- Flessione verticale e/o orizzontale di facciata;
- Meccanismi nel piano della facciata.



a) Friuli 1976



b) Italia Centrale 2016/17

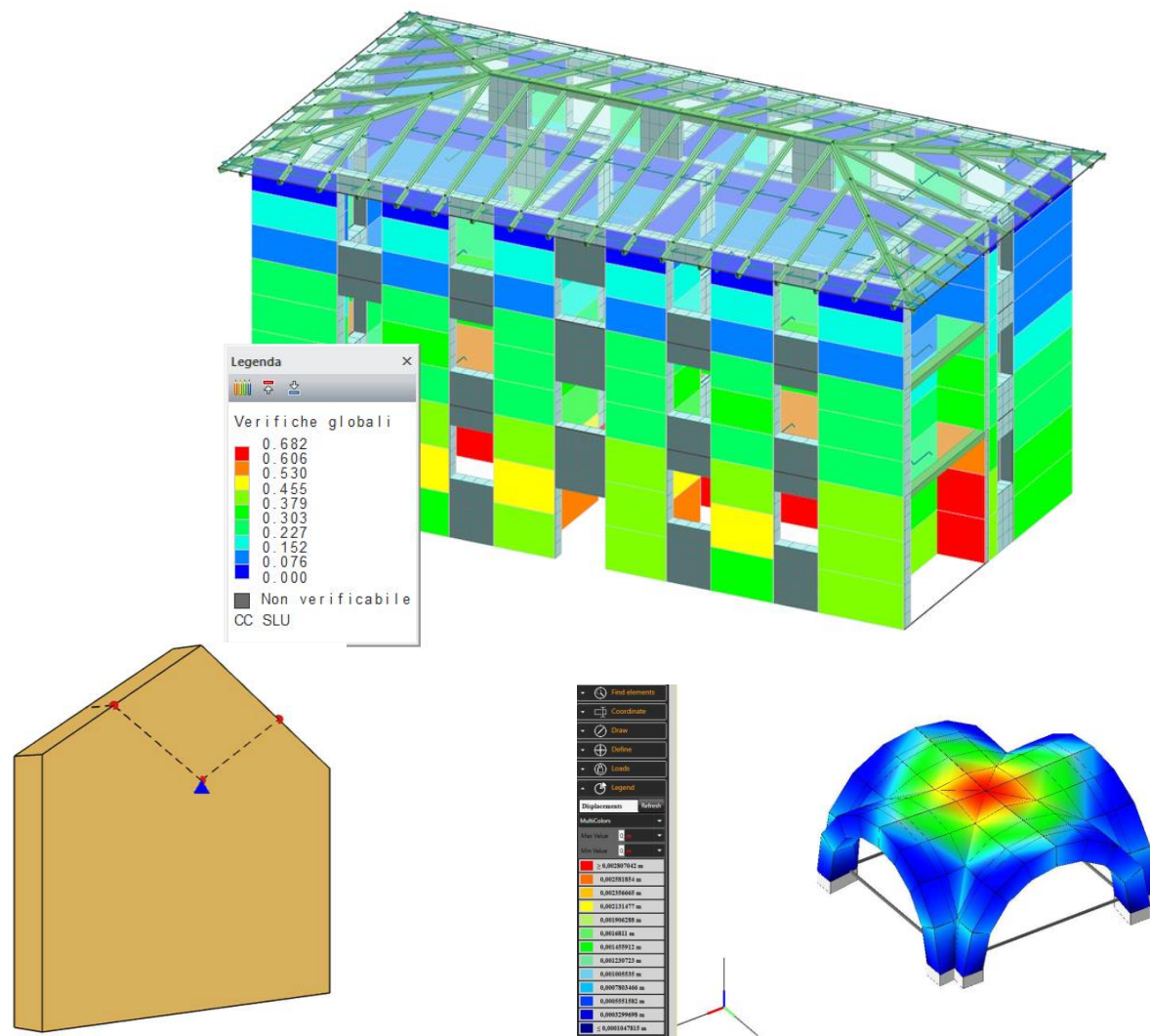


a) Abruzzo 2009



b) Emilia Romagna 2012

È evidente, quindi, che la valutazione della capacità sismica di questa tipologia di edifici deve essere condotta oltre che con **schemi globali** (che analizzano la risposta sismica nel piano) anche e soprattutto con **modelli locali** che tengano conto della possibilità di ribaltamento di porzioni della struttura.



Le Norme Tecniche per le costruzioni (§C8.7.4.1 - Circolare C.S.LL.PP. n.7 del 21/01/2019) forniscono opportune tecniche di intervento, volte a ridurre carenze dei collegamenti e tali da assicurare maggiori benefici nei riguardi delle azioni sismiche di edifici in muratura portante, garantendo un soddisfacente comportamento d'insieme del corpo di fabbrica:

- **Inserimento di Tiranti Metallici**

- **Cerchiature Esterne**

- **Cordoli in Sommità** 

- In c.a.

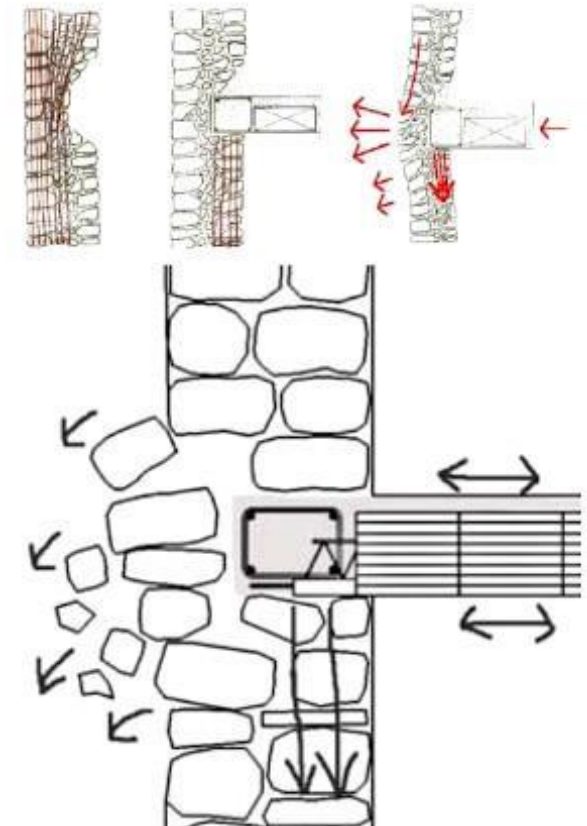
- In acciaio

- In legno

- In muratura armata

CNR DT 215/2018

Negli anni si è fatto ampiamente ricorso all'utilizzo di cordolature in **cemento armato** in sostituzione a quelle realizzate con travi in legno; l'analisi dei danni riportati dagli edifici, ha messo in luce importanti problematiche legate all'interazione di tali elementi con la sottostante muratura e come la massa aggiunta alla sommità dell'edificio vada ad aumentare le forze orizzontali generate dall'azione del sisma.



I cordoli di sommità in **acciaio** rappresentano una valida alternativa per la loro leggerezza e la limitata invasività. Essi possono essere eseguiti mediante:

- Struttura reticolare in elementi angolari e piatti metallici, posta in sommità e collegata tramite perfori armati;
- Profili metallici a C o L posti poco al di sotto della muratura e collegati alla stessa mediante ancoraggi chimici o meccanici;



I cordoli di sommità in **muratura armata** consentono di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti.

Muratura armata con Barre in Acciaio da c.a.;



I cordoli di sommità in **muratura armata** consentono di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti.

Muratura armata con materiale composito SRG (Steel Reinforced Grout)



Il lavoro condotto dall'Ing. Domenico Colapietro (CFEngineering) si propone di raffrontare due soluzioni di intervento:

- 1. Soluzione 1: Cordolo in acciaio a struttura reticolare con moduli e piastre di giunzione, aventi spessore 5mm, del tipo S275JR;**
- 2. Soluzione 2: Cordolo in muratura armata con blocchi in pietra tenera, altezza 40cm, spessore 50cm, a corpo unico a due teste, con interposizione nei giunti a base calce, classe M15, di fibre in acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, massa 675 g/mq, resistenza a trazione per unità di lunghezza pari a 2,35KN/cm, ed inserimento di barre elicoidali in acciaio inox Ø12/70cm di ancoraggio verticale a secco per 80cm;**



Chiesa S.S. Rosario – Mola di Bari

Eseguendo nello stato consolidato per le due soluzioni prescelte, una analisi statica non lineare e cinematica lineare, si ha globalmente e localmente il conseguimento di tali risultati:

Soluzione di Intervento 1- Cordolo Reticolare in Acciaio

Quadro delle verifiche: sicurezza sismica

Nome verifica	SL	F.struttura	F.sicurezza	PgaC g	PgaD g	TrC anni	TrD anni	Esito
Ribaltamento pareti	SLV	-	0,354	0,023	0,065	30	712	no
Pushover al limite di operatività	SLO	1,23	0,812	0,022	0,027	28	45	no
Pushover al limite di danno	SLD	1,04	0,974	0,032	0,033	72	75	no
Pushover al limite di s.vita	SLV	1,57	1,032	0,067	0,065	832	712	si
Pushover al limite di collasso	SLC	1,99	0,810	0,066	0,081	760	1462	no

Isv cons./Isv precon. = 2,92

Soluzione di Intervento 2- Cordolo in Muratura Armata - FRCCM

Quadro delle verifiche: sicurezza sismica

Nome verifica	SL	F.struttura	F.sicurezza	PgaC g	PgaD g	TrC anni	TrD anni	Esito
Ribaltamento pareti	SLV	-	0,356	0,023	0,065	33	712	no
Pushover al limite di operatività	SLO	1,23	0,815	0,022	0,027	30	45	no
Pushover al limite di danno	SLD	1,04	0,979	0,032	0,033	72	75	no
Pushover al limite di s.vita	SLV	1,47	1,099	0,071	0,065	975	712	si
Pushover al limite di collasso	SLC	1,87	0,862	0,070	0,081	903	1462	no

Isv cons./Isv precon. = 3,10

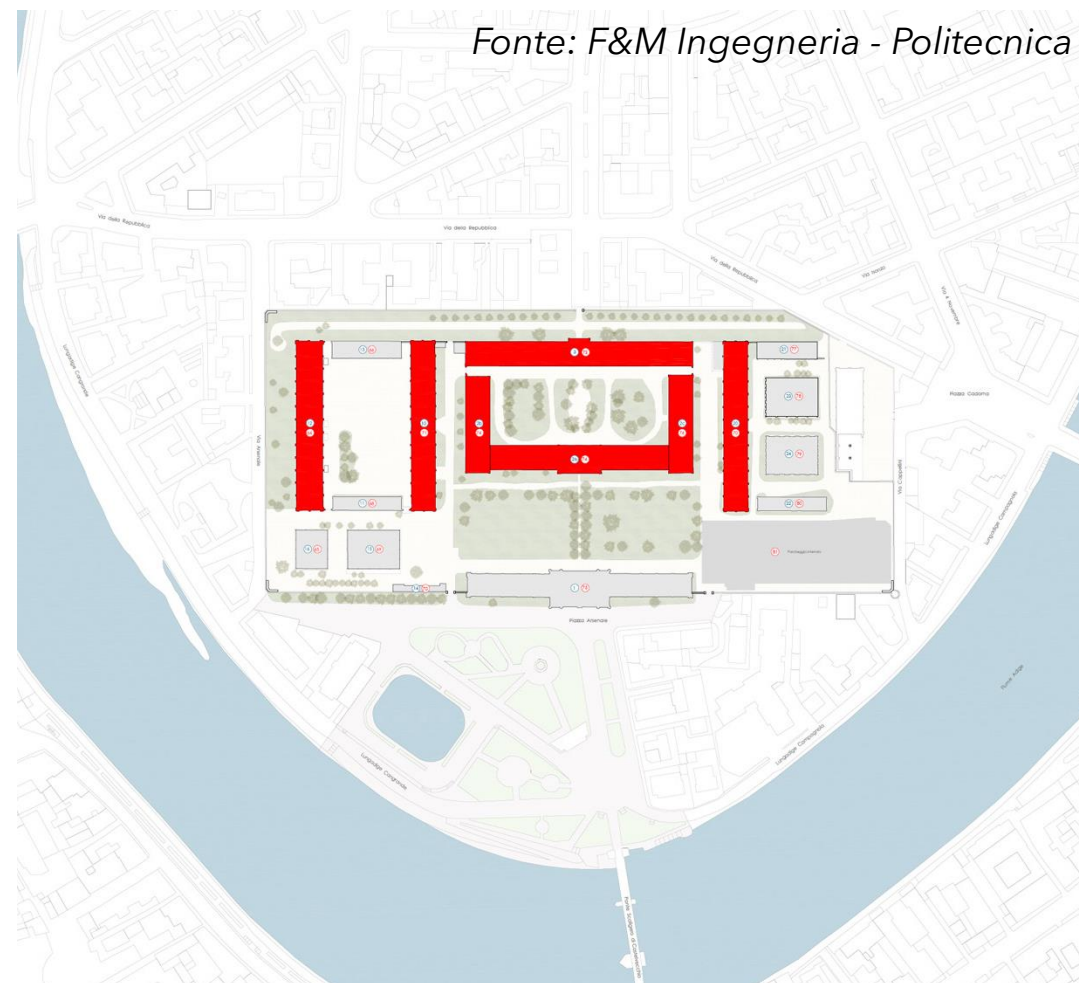
CASE HISTORY

Ex complesso militare “Arsenale Austriaco
Franz Joseph I di Verona



PROGETTO

L'intero edificio è oggetto di importanti interventi di consolidamento e messa in sicurezza per ciò che concerne la corte centrale e le coperture relative a 7 edifici che compongono il complesso. Nel quadro di tale intervento, il gruppo **G&P intech**, in collaborazione con la società **F&M Ingegneria**, ha seguito tutti gli aspetti legati alla progettazione e alla realizzazione dei nuovi cordoli sommitali proponendo l'impiego di cordoli in muratura armata costituiti da compo-siti fibro-rinforzati a matrice inorganica **SRG** (Steel Reinforced Grout).



PROGETTO

In particolare, la tecnica impiegata, ha previsto l'impiego di tessuti in trefoli di acciaio galvanizzato UHTSS ad altissima resistenza STEEL NET G, immersi in una matrice inorganica a base calce idraulica naturale LIMECRETE, in classe M15 e conforme alle Norma EN 998-1 e 2, il tutto connesso alle murature perimetrali mediante inghisaggio di barre pultruse in fibra di basalto BFK 10 con diametro pari a 10 mm per una lunghezza pari a circa 70 cm. Il cordolo così realizzato, grazie anche al modesto peso e alla elevata resistenza flessionale, rappresenta un'ottima alternativa ai classici cordoli in c.a. evitando al contempo il cosiddetto "effetto trave", proprio dei cordoli in c.a..



FASI APPLICATIVE

Il ciclo applicativo prevede:

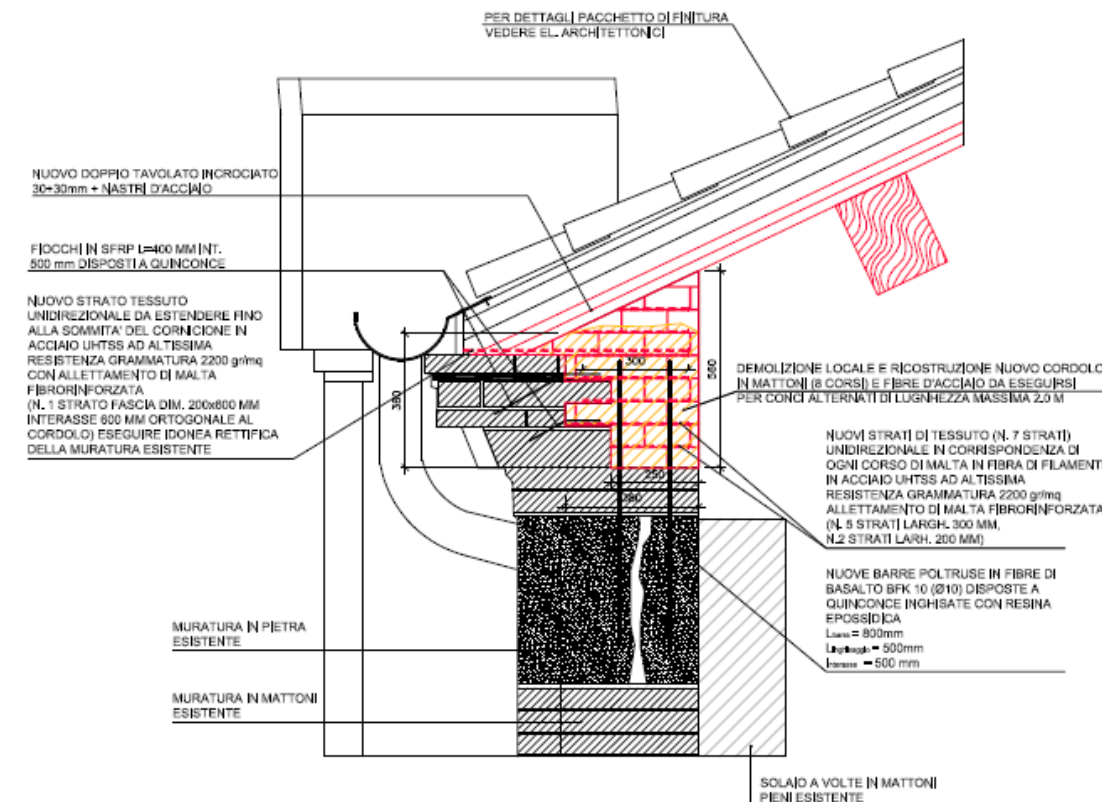
1. Regolarizzazione della sommità del muro;
2. Realizzazione di un primo corso di mattoni
3. Stesura della matrice in calce idraulica M15 sulla muratura;
4. Annegamento del tessuto in acciaio tipo, con sormonto minimo longitudinale di 20 cm;
5. Ricopertura del tessuto con matrice in calce idraulica M15;
6. Inserimento di barre pultruse in fibra di basalto ad aderenza migliorata su preforo da 16 - 18 mm, inghisate con resina epossidica bicomponente o malte speciali, disposte a quinconce passo 50 cm.

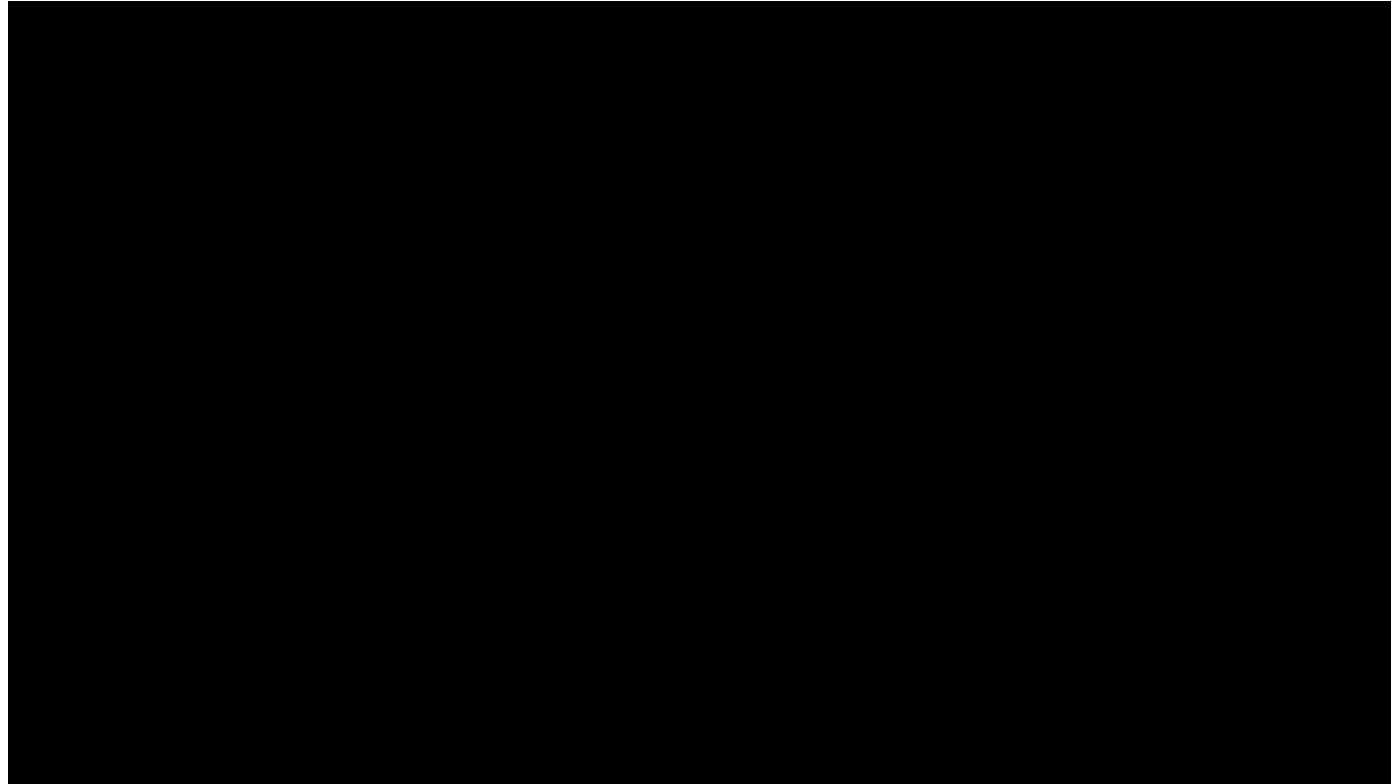
RICOSTRUZIONE CORDOLO MURI PERIMETRALI
SEZ. 1-1

Scala 1:10

NOTA:
PER INTERVENTI DI RESTAURO DEL CORNICE E DETTAGLI PACCHETTO DI FINITURA VEDERE EL. ARCHITETTONICI

Fonte: F&M Ingegneria
Politecnica





<https://www.youtube.com/watch?v=ECKYYWPy8p4&t=2s>



ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DI VERONA
E PROVINCIA



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI VERONA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Grazie per l'attenzione

contatti: tecnico@gpintech.com



Agenzia per Verona - Giacomo Tramacere

cell. 392 256 4127

e-mail: giacomo@tramacere.eu

