

COMUNE DI PARTANNA

PROVINCIA DI TRAPANI

Via XX Settembre n°15

LAVORI DI MIGLIORAMENTO E/O ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE ANTISISMICHE DELL'EDIFICIO DI PROPRIETA' COMUNALE ADIBITO A SCUOLA ELEMENTARE DENOMINATO PLESSO DI VIA MESSINA N. 4, NONCHE' ALL'ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO ALLA NORMATIVA VIGENTE. CUP. I36E1800012001 IDENTIFICATO CON IL CODICE 0810152624. FINANZIAMENTO PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI "DIPARTIMENTO CASA ITALIA"



Il Progettista:

Ing. Antonio Di Giovanni

IL R.U.P

N° ELABORATO

Elab. 01

TITOLO

**Relazione Tecnica Generale
Quadro Economico di Progetto**

SCALA

DATA

Settembre 2020

FILE :

LAVORI DI MIGLIORAMENTO E/O ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE ANTISISMICHE DELL'EDIFICIO DI PROPRIETA' COMUNALE ADIBITO A SCUOLA ELEMENTARE DENOMINATO PLESSO DI VIA MESSINA N. 4, NONCHÉ' ALL'ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO ALLA NORMATIVA VIGENTE. CUP: I36E1800012001

LAVORI DI MIGLIORAMENTO E/O ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE ANTISISMICHE DELL'EDIFICIO DI PROPRIETA' COMUNALE ADIBITO A SCUOLA ELEMENTARE DENOMINATO PLESSO DI VIA MESSINA N. 4, NONCHÉ' ALL'ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO ALLA NORMATIVA VIGENTE. CUP: I36E1800012001



**RELAZIONE GENERALE E
QUADRO ECONOMICO**

SOMMARIO

| | |
|--|---------------|
| PREMESSA | - 3 - |
| STATO DI FATTO..... | - 4 - |
| LAVORI PREVISTI IN PROGETTO..... | - 7 - |
| IMPORTO DEL PROGETTO E QUADRO ECONOMICO | - 21 - |
| QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO..... | - 23 - |

PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Partanna ha affidato al sottoscritto l'incarico di redazione del progetto esecutivo per i Lavori di miglioramento e/o adeguamento alle normative antisismiche dell'edificio di proprietà comunale adibito a scuola elementare denominato plesso di via Messina n. 4, nonché' all'adeguamento impiantistico alla normativa vigente.

Si tratta di un plesso scolastico ubicato nella zona nord est del centro abitato di Partanna, a margine del centro storico. L'edificio prospetta a nord sulla via Messina e a sud su un'ampia area di pertinenza, adibita in parte a verde e spazi per attività all'aperto e in parte ad attrezzature sportive.



Prospetto su via Messina



Prospetto lato sud con rampa di accesso



Prospetto lato sud con rampa di accesso

STATO DI FATTO

L'edificio è costituito da un unico corpo di fabbrica a pianta rettangolare che si sviluppa su tre livelli, oltre il torrino scala, nella parte est e su due livelli nella parte ovest. Una differenza di quota di circa 60 cm tra il piano della via Messina e quello della parte retrostante, rende la costruzione il primo livello della costruzione parzialmente interrato nel lato sud.

Tutti i livelli dell'edificio sono collegati da una scala a due rampe e un impianto ascensore. Un ulteriore sistema di risalita è costituito da una scala antincendio posta all'esterno del fabbricato nel lato ovest.

L'ingresso principale dell'edificio, a cui si accede tramite una rampa, si trova nella facciata sud al secondo livello del fabbricato; un ingresso secondario è ubicato anche sulla via Messina che dà accesso al primo livello.

Dal punto di vista funzionale l'edificio è organizzato nel modo seguente:

primo livello (piano basamentale)

Il primo livello, a cui si accede direttamente dalla via Messina, è diviso in due zone e precisamente nella zona ad ovest dell'ingresso sono organizzate alcune aule adibite ad attività ludico ricreative ed i servizi igienici mentre, la zona ad est è destinata agli impianti antincendio a agli archivi;

Secondo livello

Al secondo livello, a cui si accede dal lato sud tramite una rampa che supera un dislivello di circa 2,65 ml dal piano di campagna, sono organizzate cinque aule didattiche servite da un corridoio, i servizi igienici e quattro stanze destinate ad uffici;

Terzo livello

Al terzo livello sono ubicate quattro aule didattiche, una cucina, una sala computer e i servizi igienici. Anche al secondo livello tutti gli ambienti sono serviti da un corridoio.

La superficie utile complessiva è 1103,17 al netto dei locali tecnici posti a piano terra.

Adiacenti all'edificio nel lato ovest sono ubicate le centrali termica ed elettrica, entrambi i vani hanno struttura autonoma

Materiali e tecniche costruttive

Struttura

L'edificio ha una tipologia costruttiva costituita da una struttura intelaiata di travi e pilastri in C.A. ed orizzontamenti di tipo latero-cementizio. La parte contro-terra nel lato sud è dotata di una controstruttura semi-perimetrale (indiana) che risulta giuntata alla struttura principale. Tale soluzione di continuità tra le parti strutturali è causa di infiltrazioni di acque meteoriche e per tale motivo in sede

di progetto è prevista la demolizione dell'intercapedine descritta. La scala antincendio è costituita da una struttura metallica zincata.



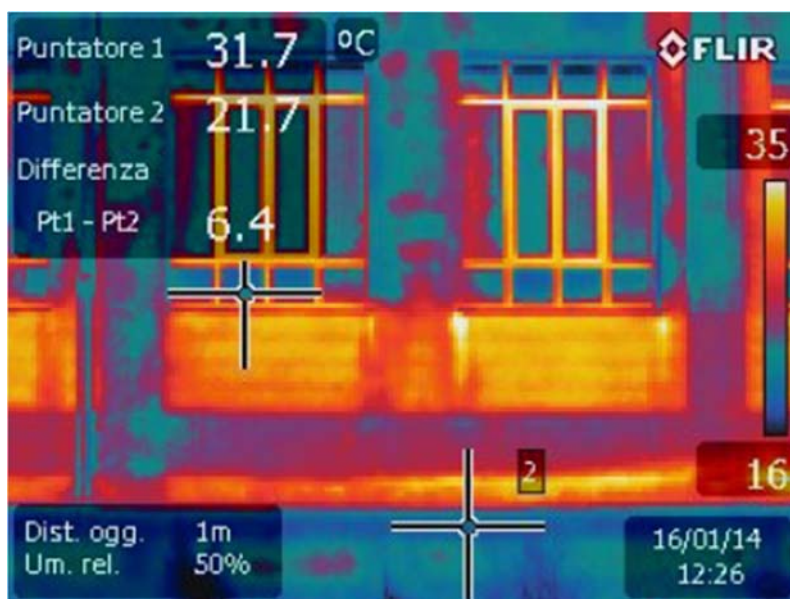
Parete contro-terra oggetto di infiltrazioni



Parete contro-terra oggetto di infiltrazioni

Tamponatura

Le tamponature sono costituite da conci di tufo da 30 cm di spessore. Nelle parti strutturali (travi e pilastri) non è presente alcun tipo di isolamento. Da un'analisi eseguita tramite termo-camera si evince che la struttura lasciata a vista genera una serie di ponti termici che rendono la classe dell'involucro non adeguata alle funzioni svolte al suo interno pertanto, in fase di progetto, si prevede un rivestimento "a cappotto" del tipo REDArt mediante pannello isolante in lana di roccia doppia densità Frontrock di spessore 6,00 cm con finitura siliconica, atto a rendere l'edificio conforme ai dettami del D.lgs 192/2005 e s.m.i.



Prospetto sud da termo-camera nel quale si evince la differenza di temperatura tra struttura e tamponatura

Copertura

La copertura dell'edificio, è del tipo a solaio piano, realizzata con struttura di tipo misto in cemento armato e laterizio. Il rivestimento impermeabile non è allo stato attuale nelle condizioni di assolvere correttamente al compito di raccoglimento e convogliamento delle acque piovane. Sono presenti infatti infiltrazioni di acque meteoriche all'interno degli ambienti immediatamente sottostanti e fenomeni di proliferazione di microrganismi vegetali, di muschi e licheni. L'assenza di uno strato capace di isolare termicamente gli ambienti sottotetto associato ad un sistema di ventilazione o di barriera contro la tensione di vapore, ha favorito, oltre che un cattivo comfort dal punto di vista acustico e termico degli ambienti direttamente coperti, il continuo riproporsi del fenomeno della condensa, con conseguenti rigonfiamenti della guaina impermeabile, distacchi dal supporto e formazione di bolle. I solai terminano con pensiline di protezione a sbalzo in C.A.

I pluviali esistenti sono in PVC con terminale, ormai vetusti e in gran parte mal funzionanti e tali da richiederne la completa sostituzione.

Pavimentazioni

I pavimenti interni sono in mattoni di Klinker. Le pavimentazioni esterne sono costituite da mattoni in cemento pressati con graniglia di marmo.

Intonaci

Gli intonaci interni sono del tipo civile a tre strati, così come quelli esterni con finitura del tipo Li Vigni. Sia gli intonaci interni che esterni risultano in buone condizioni.

Infissi

Gli infissi esterni sono in alluminio privi di taglio termico con una tipologia di vetri che non garantisce una trasmittanza conforme ai minimi richiesti dal Dlgs 192/2005 e s.mi.. Gli infissi interni sono in legno.

Servizi igienici

I servizi igienici esistenti risultano allo stato attuale vetusti, poco decorosi e mal funzionanti, richiedendone pertanto un rifacimento completo.

Impianto di riscaldamento

L'impianto di riscaldamento, costituito da un sistema idronico canalizzato alimentato da una caldaia a metano, non risulta adeguatamente dimensionato per garantire un adeguato comfort termico e pertanto si rende necessario il completo rifacimento.

In merito alle barriere architettoniche, i percorsi per garantire l'accesso a persone disabili non sono garantiti in quanto la pendenza della rampa di accesso al fabbricato è superiore all'8%.

LAVORI PREVISTI IN PROGETTO

Descrizione sintetica degli interventi

L'intervento, considerato lo stato attuale delle diverse componenti della struttura scolastica, ha l'obiettivo di valorizzare e modernizzare nel suo insieme l'edificio scolastico, elevandone le qualità ambientali e migliorandone le condizioni di sicurezza, di igiene e di utilizzazione necessarie per un adeguato svolgimento delle attività didattiche e ricreative, attraverso una serie di opere finalizzate in particolare all'abbattimento delle barriere architettoniche esistenti, il miglioramento della qualità dell'involucro attraverso opere di coibentazione e all'adeguamento degli impianti idrico sanitario, elettrico, antincendio e di riscaldamento alla normativa vigente.

Interventi di riqualificazione dell'involucro

Gli interventi di riqualificazione dell'involucro edilizio consistono nelle seguenti opere:

Riqualificazione delle facciate attraverso un rivestimento "a cappotto" costituito da pannelli in polistirene EPS con conducibilità termica $< 0,04 \text{ W/mq} \cdot \text{K}$ con strato di finitura superficiale costituito da rasante silossanico. Inserire quelli di computo.

Sostituzione di tutti gli infissi con serramenti in PVC dotati di vetrocamera a controllo solare nella facciata sud e bassoemissivo nel lato nord, in grado di garantire i limiti di trasmittanza imposti dal d.lgs 192/2005 e s.m.i. Inserire quelli di computo.

Coibentazione dei lastrici solari attraverso il posizionamento di pannelli in polistirene EPS on conducibilità termica $< 0,04 \text{ W/mq} \cdot \text{K}$ e sovrapposto massetto isolante in calcestruzzo ed argilla espansa. Inserire quelli di computo.

Rifacimento delle impermeabilizzazioni con membrana elastometrica e ripavimentazione dei lastrici solari con mattoni Klinker ceramico monostrato. Inserire quelli di computo.

Interventi di rifunzionalizzazione

Nell'ottica di un progetto di modernizzazione si è resa necessaria la ri-progettazione dei bagni in tutti i livelli. La nuova sistemazione garantirà l'accessibilità ai sensi del D.M. 14.06.1989 n.236 e ss.mm.ii.

Impianti idrici e di condizionamento

Stato di fatto

L'edificio scolastico, che consta di tre elevazioni di cui uno seminterrato, è attualmente servito da un'unica centrale termica dotata di caldaia ad acqua calda. Le condizioni della centrale termica sono precarie a causa della vetustà degli impianti.

La distribuzione del calore negli ambienti della seconda e della terza elevazione, è demandata a delle termoventilanti alimentate ad acqua calda. Tali termoventilanti distribuiscono il calore mediante canalizzazioni in lamiera con bocchette in ogni ambiente. La ripresa è centralizzata in prossimità delle

single termoventilanti e l'aria di ripresa raggiunge tale apparecchiatura tramite le griglie di transito installate sulle porte.

Relativamente al rinnovo dell'aria, allo stato attuale questa è realizzata tramite delle prese di aria esterna in prossimità delle unità termoventilanti. Tale sistema, comunque non garantisce le portate minime richieste dalla normativa vigente. Il piano seminterrato non è attualmente servito da impianto di riscaldamento. La produzione di acqua calda sanitaria è attualmente garantita tramite scaldacqua elettrici dislocati nei vari bagni.

Interventi

Gli interventi previsti dal progetto prevedono la completa sostituzione degli impianti esistenti con apparecchiature più performanti e comunque idonee per ottenere un elevato grado di comfort degli occupanti, nel rispetto delle norme vigenti in tema di edilizia scolastica e di risparmio energetico.

Il progetto prevede anche di riscaldare il piano seminterrato, utilizzato saltuariamente per attività ludiche.

Il riscaldamento sarà garantito da un sistema a pompa di calore a espansione diretta a volume e temperatura di refrigerante variabile (VRV-VRT), condensata ad aria, del tipo inverter, a gas R410A con tecnologia continuous heating che consente di riscaldare gli ambienti anche durante la fase di sbrinamento.

Nei vari ambienti saranno installate le unità terminali aventi tipologia a seconda del luogo di installazione (pensili a soffitto, a parete, a cassetta a 2 e 4 vie). Tali unità sono destinate a sopperire alle dispersioni ambiente.

Per garantire i ricambi di aria previsti per legge, si è prevista l'installazione di unità di rinnovo aria monoblocco, con scambiatore termodinamico e pompa di calore. Tali unità sono previste per i piani con le aule. Il piano seminterrato (a causa della esigua altezza che non consente la realizzazione di canalizzazioni) sarà servito solo dalle unità interne della pompa di calore VRV-VRT). La distribuzione dell'aria di rinnovo nei vari ambienti sarà effettuata con una rete aeraulica realizzata con pannelli sandwich in schiuma rigida di poliuretano espanso ad alta densità con rivestimento interno ed esterno in foglio di alluminio goffrato/liscio laccato con primer.

La ripresa dell'aria avverrà in parte tramite un'estrazione dai servizi igienici, in modo da garantirne, oltre che il ricambio anche il riscaldamento indiretto (c.d. a lavaggio). Sulle porte dei vari ambienti saranno mantenute le griglie di transito. Per sopperire al fabbisogno di acqua calda sanitaria si è scelto di installare un sistema di produzione a pompa di calore, dotato di bollitore da 270 litri. Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione della rete di distribuzione e della rete di ricircolo.

Di seguito si specificano le caratteristiche delle apparecchiature utilizzate.

RISCALDAMENTO AMBIENTI

La soluzione prevista per il riscaldamento dell'edificio, utilizza apparecchiature, tecnologicamente performanti (migliore efficienza energetica) e con metodologia installativa molto semplificata e poco invasiva.

Le unità interne utilizzate, scelte in funzione della destinazione dei vari ambienti, saranno del tipo pensile a soffitto, a parete, a cassetta. I collegamenti del circuito refrigerante saranno realizzati o con sistema a pettine o a collettore. Sempre utilizzando tubazioni in rame coibentato, posate ove possibile, nel controsoffitto del corridoio. Tutte le unità interne saranno collegate alla rete di scarico delle condense.

Per ogni ambiente si avrà un comando autonomo con collegamento a filo, installato a parete.

E' previsto un sistema di controllo centralizzato "Intelligent Touch Manager" per la supervisione di sistemi VRV-VRT a R410A. Tale sistema provvederà, tra l'altro, al controllo e al monitoraggio dello stato dei parametri di funzionamento con interfaccia grafica user friendly, con schermo di tipo touch screen, avanzate funzionalità di timer, funzione web integrata, per la gestione da remoto del sistema, gestione integrata di configurazione e monitoraggio a distanza per il service.

Gli impianti a volume di refrigerante variabile a espansione diretta, sono caratterizzati dal fatto che il fluido termovettore, ossia il fluido a cui è dato il compito di riscaldare l'aria, non è l'acqua ma direttamente il gas R410a. In questa maniera si evitano dispersioni termiche dovute al rendimento termodinamico di raffreddamento del fluido intermedio degli impianti tradizionali, ossia l'acqua. Altro vantaggio è dato dalle limitate dimensioni delle tubazioni che, a parità di potenzialità, risultano più che dimezzate rispetto a quelle convoglianti acqua. Questo consente la posa agevole anche con poche opere murarie, soprattutto in caso di ristrutturazione di edifici esistenti.

Le unità interne (terminali in ambiente) sono dotate di valvola di espansione di tipo elettronico; questo permette ad ogni unità interna di regolarsi secondo le reali necessità della zona di competenza, senza essere influenzata da quello che accade nelle restanti parti della struttura.

Aspetto importante degli impianti a volume di refrigerante variabile e la regolazione del compressore mediante un inverter durante le fasi di apertura e chiusura delle valvole delle unità interne. In questa maniera, le potenze nominali di assorbimento elettrico risultano molto più contenute rispetto agli impianti tradizionali (senza dimenticare che si lavora in totale assenza di spunti grazie alle partenze dei compressori con inverter). Altra peculiarità dell'impianto previsto è la capacità di modulare la temperatura del refrigerante (VRT) in funzione della temperatura dell'aria esterna. Ciò consente di ottenere una maggiore efficienza riducendo ancora di più i consumi.

Altro punto di forza dell'impianto VRV-VRT è che si tratta di un vero e proprio sistema, cioè ogni suo componente, a differenza degli impianti tradizionali, è realizzato da un unico costruttore (ad

eccezione delle tubazioni). Questo per l'utente dell'impianto rappresenta un vantaggio in quanto eventuali anomalie saranno risolte con il coinvolgimento di un unico soggetto interlocutore, azzerando quindi il rischio del rincorrersi di responsabilità tra i vari soggetti.

RINNOVO DELL'ARIA

Come già detto, al rinnovo dell'aria si provvederà mediante apposita unità monoblocco, altamente performante. Tale unità consente il rinnovo dell'aria senza contaminazione tra i flussi e permette il controllo automatico di temperatura, umidità e CO₂.

La costruzione monoblocco semplifica l'impianto grazie all'eliminazione di tubazioni, isolamenti, pompaggio e regolazione del circuito idraulico.

Il funzionamento è completamente automatico e, rispetto alle soluzioni tradizionali, consente sensibili riduzioni dei costi di impianto.

Dal punto di vista del rispetto ambientale, con tale unità si ha una riduzione dei consumi di energia primaria di circa il 50%, con conseguente riduzione delle emissioni di CO₂. Ciò dà un importante contributo ai crediti LEED.

L'efficienza energetica è impareggiabile. Infatti grazie alla tecnologia a pompa di calore a ciclo annuale con recupero termodinamico attivo (l'aria espulsa è la sorgente termica), si ottiene un'altissima efficienza energetica, grazie al favorevole ciclo termodinamico ed al compressore inverter DC a capacità variabile.

Si raggiunge anche un'alta efficienza di ventilazione con il sistema di controllo integrato completo di Freecooling dinamico, in funzione delle condizioni di utilizzo.

L'aria immessa è purificata grazie al sistema di filtrazione elettronica ad altissima efficienza, in grado di bloccare nanoparticelle, PM₁₀, batteri e pollini.

La portata di aria è variabile in base all'affollamento oppure al numero di zone effettivamente in funzione. Il post-riscaldamento è gratuito mediante il recupero di gas caldo che aumenta ulteriormente l'efficienza di tutto il sistema.

PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il sistema adottato per la produzione di acqua calda sanitaria è una pompa di calore ad alta efficienza, con serbatoio a carica stratificata da 270 litri e controllo elettronico avanzato, in grado di produrre acqua calda sanitaria ecologica, economica ed efficiente. La pompa di calore, in base ai nuovi standard di eccellenza in termini di estensione dei limiti operativi, di affidabilità e di comfort, garantirà il funzionamento con temperature dell'aria comprese tra -10° e 35° C. L'apparecchiatura sarà installata in un ambiente interno non climatizzato e funzionerà aspirando e scaricando l'aria

nell'ambiente d'installazione, oppure, in alternativa nell'ambiente esterno, tramite condotti opzionali. La pompa di calore sarà dotata di una resistenza elettrica con modalità d'intervento impostabile dall'utente. Il sistema pompa di calore-accumulo sarà composto da due moduli inglobati e disassemblabili per agevolare l'installazione e l'eventuale manutenzione. Un ampio display LCD fornirà le indicazioni dello stato di funzionamento dell'apparecchio e consentirà l'impostazione di programmi automatici e manuali per una programmazione personalizzata.

Riqualficazione dell'esistente: antisismica ed energetica

Gli accadimenti dell'ultimo semestre del 2016 avvenuti in centro Italia ed in particolare in Abruzzo, Marche e nelle adiacenti zone confinanti con il Lazio, hanno riportato all'attenzione dei media e quindi dell'opinione pubblica la sismicità del nostro territorio nazionale. Parlare quindi di efficienza energetica e di comfort indoor senza porre l'attenzione alla qualità strutturale del nostro patrimonio edilizio ed al suo grado di sicurezza nei confronti degli eventi naturali (sisma, trombe d'aria, ecc.) risulta un controsenso. Questo aspetto, spesso sottovalutato dai non addetti al settore, è invece più presente in quei professionisti della filiera edilizia (geometri, architetti, ingegneri, ma anche artigiani ed imprese) che operano con professionalità e coscienza per realizzare, riqualificare, risanare gli edifici sul territorio nazionale. Nonostante ciò, risulta non semplice coordinare la progettazione e soprattutto la realizzazione degli interventi sull'esistente, integrando aspetti termici ed acustici con quelli a valenza strutturale e quindi di sicurezza passiva. Grande influenza hanno infatti la particolarità del nostro tessuto urbano e la complessità e varietà costruttiva degli edifici esistenti. In ogni zona o regione d'Italia si trovano tecniche costruttive e consistenze edilizie di differente genere, qualità e sicurezza. I motivi sono molteplici e spaziano dalla cultura locale alle materie prime reperibili in loco (tipo di pietra, legname, argille, ecc.), alla consistenza economica delle popolazioni che hanno vissuto il territorio (case rurali o palazzi signorili, edifici storici in muratura o recenti a telaio in c.a.) oltre alla conformazione geografica del territorio stesso (pianura o zona montana). Anche gli eventi calamitosi che hanno nel tempo colpito il territorio, lo hanno profondamente modificato in seguito ai crolli e alle ricostruzioni effettuate dall'uomo con tecniche differenti in relazione alle conoscenze del tempo.

Ogni fabbricato ha quindi una sua particolarità costruttiva e storica che deve essere attentamente analizzata e vagliata dal professionista che si occupa di riqualificare l'esistente in senso energetico e strutturale.

Il percorso della conoscenza

Ogni progetto o proposta progettuale deve svilupparsi seguendo un percorso obbligato, che passa attraverso una conoscenza approfondita dell'opera per poter operare con tecniche e metodologie

appropriate e a costi contenuti. Il primo passo che un progettista dovrebbe fare è quello di reperire, catalogare ed analizzare tutte le fonti storiche, scritte o orali, sulla storia del fabbricato oggetto dell'intervento. È infatti molto importante conoscere la genesi del fabbricato, la sua evoluzione nel tempo ed eventuali accadimenti che ne abbiano modificato o danneggiato la struttura, in parte o totalmente. Dal periodo di edificazione si possono infatti stimare le tecniche costruttive con conseguenti informazioni sulla qualità strutturale del fabbricato e quindi anche sulle prestazioni termiche dell'involucro.

La sequenza di accrescimento dell'edificio (possibili sopraelevazioni o ampliamenti) o le modifiche apportate dall'uomo (cambi di destinazione d'uso, nuove aperture o modifiche/chiusura delle aperture esistenti), forniscono ulteriori informazioni sullo stato complessivo. Ad esempio si possono rilevare punti critici per scarso ammorsamento tra murature originarie e quelle nuove ad esse addossate, ma anche vulnerabilità per irregolarità nella disposizione degli impalcati tra porzioni adiacenti (piani sfalsati). Anche la conoscenza di eventi naturali o causati dall'uomo (terremoti, trombe d'aria, incendi, ecc.) che hanno colpito l'edificio, è essenziale affinché il progettista possa farsi un quadro generale sulla consistenza dell'oggetto dell'intervento di riqualificazione.

A questo punto, come anche indicato dalla normativa tecnica (Norme Tecniche sulle Costruzioni - NTC 2008-2018), è necessario corredare le informazioni con un rilievo geometrico del fabbricato (completo di prospetti, sezioni e piante) integrato da un rilievo strutturale finalizzato ad individuare l'ossatura portante del fabbricato. Spesso, soprattutto per gli edifici costruiti dopo l'introduzione della Legge n. 1086, che definisce l'obbligatorietà di un calcolo strutturale ed un conseguente deposito degli elaborati strutturali, del calcolo e della pratica di collaudo, è possibile reperire negli appositi uffici tecnici comunali o del Genio Civile, una documentazione utile al progettista.

Tale documentazione deve però essere attentamente vagliata e verificata.

Tutta la campagna di rilievo ed indagine è stata condotta dall'Ing. Antonio Trimboli, su incarico dell'Amministrazione, che ha effettuato anche l'analisi della vulnerabilità ed il grado di sicurezza dell'edificio scolastico. Tale documentazione è stata acquisita dal sottoscritto per consentire la definizione del livello di conoscenza (geometrico e dei materiali) tra quelli definiti da normativa e conseguentemente di applicare dei coefficienti (detti fattori di confidenza) alle formulazioni di calcolo utilizzate dal sottoscritto progettista strutturale.

La vulnerabilità ed il grado di sicurezza degli edifici

Ogni edificio possiede una capacità di risposta ovvero di resistere agli eventi sismici, che dipende dalle tecniche costruttive, dalle caratteristiche dei materiali, dalla forma, dalla qualità esecutiva e dal grado di manutenzione a cui viene sottoposto nel tempo. Il professionista deve quindi valutare tutti questi aspetti ed individuare il livello massimo di azioni che l'edificio è in grado di sopportare. In

realtà, in base a quanto indicato dalla normativa, non si ha un unico livello, ma sono definiti gli "Stati Limite", differenziati tra quelli di esercizio e ultimi. Per Stati Limite di Esercizio (SLE) si intendono quelli in cui l'edificio subisce modificazioni che possono essere sia reversibili che irreversibili (ad esempio: apertura di fessurazioni) con possibili danneggiamenti parziali e con spostamenti o deformazioni che possono limitare il funzionamento anche degli impianti.

Si definiscono quindi due livelli di SLE:

- Stato Limite di Operatività (SLO): è quella situazione limite in cui l'evento sismico è di intensità tale da non pregiudicare la funzionalità prevista per l'edificio. Ci possono essere delle piccole lesioni ma che non pregiudicano la fruibilità degli spazi ed il funzionamento di tutta l'impiantistica.
- Stato Limite di Danno (SLD): è quella situazione limite in cui l'evento sismico è di intensità tale da generare dei danni visibili ma facilmente riparabili. Vi saranno quindi rotture agli impianti e agli elementi secondari che potranno però essere ripristinati nella loro funzionalità con interventi puntuali e limitati. Non è pregiudicata la capacità di resistenza e rigidità nei confronti dell'azioni verticali e orizzontali.

Per Stati Limite Ultimi (SLU) si intendono quelli in cui le modificazioni sono di tipo irreversibile e prossimi al collasso della struttura. Tra questi vi sono perdite di equilibrio di porzioni di fabbricato, deformazioni o spostamenti eccessivi per l'utilizzo previsto, instabilità globale, ecc... In particolare si definiscono i seguenti due livelli:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): è quella situazione limite in cui l'evento sismico è di intensità tale da generare danni importanti agli impianti, ai componenti non strutturali ed alle strutture stesse con possibili parziali crolli. L'edificio, al termine dell'evento, manterrà ancora una capacità portante ai carichi verticali mentre avrà ridotto la sua rigidità nei confronti delle azioni orizzontali. Il fabbricato, quindi, non sarà agibile ma avrà consentito agli occupanti di abbandonare la struttura.
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): è quella situazione limite in cui l'evento sismico è di intensità tale da generare danni rilevanti con decadimento della capacità portante complessiva ma al limite del collasso dell'intera struttura. L'edificio conserverà ancora un margine di sicurezza nei confronti delle azioni verticali ed una esigua capacità di assorbire ulteriori azioni sismiche.

L'obiettivo è quello di preservare dal collasso la struttura in funzione dell'abbandono dell'edificio da parte degli occupanti. Il grado di resistenza del fabbricato risulta però compromesso e molto probabilmente non è in grado di sopportare ulteriori scosse anche se di intensità minore di quella appena subita.

La normativa prevede, come riportato nello specchio seguente, per ogni stato limite una probabilità di superamento dell'intensità sismica di progetto nel periodo di riferimento (ovvero

di vita) del fabbricato. Esplicitando la formula e quindi il concetto in maniera differente, si ottengono i cosiddetti tempi di ritorno (TR) ovvero il periodo di tempo all'interno del quale è presumibile che accada l'evento considerato.

Questo significa che, ragionando in termini statistici, si presume diminuisca la probabilità di accadimento dell'evento stesso nell'arco temporale considerato, mano a mano che aumenta lo stato limite.

La suddivisione delle azioni sismiche di progetto in gradi crescenti di danneggiamento e collasso, consente di ottimizzare i costi e quindi il grado di sicurezza dell'edificio in relazione alla sua destinazione d'uso. Edifici strategici e pubblici quali caserme, scuole, ecc. prevedono infatti una vita di riferimento maggiore e quindi richiedono un grado di sicurezza più elevato.

Una corretta progettazione, quindi, deve obbligatoriamente valutare il comportamento globale e locale del fabbricato ed individuare il livello massimo di azione che è in grado di sopportare ai vari stati limite. Analizzando i nodi ed i punti critici che determinano il raggiungimento dello stato limite corrispondente, si possono progettare gli interventi adeguati di rinforzo e riqualificazione per migliorare o adeguare sismicamente l'edificio.

Rinforzo murature perimetrali di tamponamento ed efficientamento energetico.

In seguito al terremoto che ha colpito l'Aquila nel 2009, l'attenzione del mondo scientifico e della ricerca si è indirizzata verso le problematiche dei tamponamenti degli edifici multipiano con ossatura portante in telaio di c.a.. I maggiori danni riscontrati nei condomini della periferia dell'Aquila, come anche delle cittadine dell'Emilia-Romagna colpite dal terremoto del 2012, sono dovuti al danneggiamento delle tamponature esterne.

L'effetto combinato dell'azione nel piano (per sollecitazioni indotte dal telaio che si deforma sotto effetto del sisma) e fuori piano (per la massa del tamponamento soggetto all'azione sismica), porta a degradare la muratura con conseguente crollo. In particolare si sono riscontrati crolli sui paramenti a doppio strato dove lo strato esterno risultava completamente scollegato da quello interno e a cui era interposto l'isolante. Questa soluzione, ottima dal punto di vista termico, non garantisce una staticità della parete, in particolare su edifici pluripiano dove la snellezza diventa elevata.

Ecco un primo esempio di integrazione tra aspetti strutturali ed energetici. Nella realizzazione del nuovo, risulta fondamentale dimensionare i collegamenti tra i due paramenti in maniera accorta o valutare soluzioni differenti di composizione del tamponamento esterno. Nel caso invece di intervento sull'esistente, è possibile progettare l'applicazione esterna di una rete, distribuita su tutto il prospetto ed adeguatamente rinforzata e risvoltata in presenza delle forometrie, per aumentarne la resistenza alle azioni nel piano ma soprattutto per impedirne il crollo fuori piano. La forte adesività della malta

di calce, nella quale viene annegata la rete in fibra di vetro, consente di garantire un corretto aggrappo anche in presenza di intonaci esistenti, che devono comunque essere trattati ed eventualmente rimossi nei punti "scatolati".

Inoltre si possono ottenere spessori limitati (dell'ordine del centimetro) con ottima traspirabilità. Successivamente è possibile applicare un ulteriore strato di isolamento a cappotto con le tecniche certificate dalle norme di settore e riportate sul manuale CORTEXA.

L'edificio scolastico di Via Messina n.4 di Partanna è stato realizzato tra il 1989-1990 e manifesta caratteristiche tipologiche strutturali tipiche di quegli anni. L'edificio è nel suo complesso realizzato mediante la composizione in pianta di due differenti corpi di fabbrica, strutturalmente separati tra di loro mediante opportuni giunti.

Conformemente alle indicazioni fornite dal calcolo di vulnerabilità sismica, è stato ipotizzato di utilizzare il sistema di rinforzo Ruregold (fibre in PBO con matrice inorganica stabilizzata) da applicare direttamente sugli elementi caratterizzati dai più critici coefficiente di verifica e, pertanto, da elevato indice di sfruttamento. In particolare, l'intervento si è concentrato sulla necessità di intervenire per migliorare la risposta nei confronti dei meccanismi di rottura di tipo "fragile" (tipicamente a taglio).

Il sistema di rinforzo Ruregold è stato scelto anche perché in grado di garantire la durata nel tempo del rinforzo stesso grazie alle proprietà del sistema che offre, oltre ad una praticità di applicazione, ottima resistenza al fuoco ed alle alte temperature, l'assenza di fenomeni di corrosione e, non ultimo, consente di effettuare una finitura mediante intonacatura e successiva tinteggiatura una volta eseguito il rinforzo.

I rinforzi realizzati sono tali da garantire localmente il raggiungimento di un miglioramento locale pari almeno al 50% della sollecitazione sismica di riferimento (vale a dire la domanda sismica). Tale requisito, in alcuni casi, risulta pari anche al 100%.

Viste le tipologie strutturali e le necessità di un intervento con la minore invasività prevista, si è valutato di agire con tecniche innovative, realizzando fasciature dei nodi e delle aste mediante rinforzi FRCM della linea Ruregold con reti in PBO (poliparafenilbenzobisoxazolo) e matrice inorganica stabilizzata Ruregold MX Calcestruzzo. Tale sistema di rinforzo è costituito da una fibra di materiale polimerico, che viene posata direttamente sulla superficie in calcestruzzo, previa perfetta pulitura e bagnatura, mediante matrice Ruregold MX Calcestruzzo. Le operazioni per la posa in opera del rinforzo necessitano di interventi di rimozione delle finiture esistenti (pitture, intonaco, ecc.) ma non ne pregiudicano il successivo ripristino così da riportare le zone di intervento nella stessa situazione antecedente i lavori ed essere del tutto identiche a quelle esistenti. Il rinforzo a taglio delle pareti dei

vani scala e dei nodi non confinati è stato realizzato mediante l'utilizzo delle fibre Ruregold XP, Ruregold XT e Ruregold XS applicate con apposita malta Ruregold MX Calcestruzzo.

L'uso di questi materiali compositi nel rinforzo sismico di elementi in c.a. è finalizzato ad aumentare: la resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce, il confinamento nelle parti terminali di travi e pilastri mediante applicazione di fasce, la duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri e il miglioramento dell'efficienza delle giunzioni. A seconda della direzione e della posa delle reti, tale tipologia di intervento ha la duplice funzione di rinforzo a taglio della parete o a flessione degli elementi.

Per la struttura è stato necessario un intervento di miglioramento strutturale che ora garantisce agli studenti della Scuola Plesso di via Messina una migliore risposta ad un eventuale sisma. Ne è conseguito un intervento effettuato con tecniche poco invasive e soprattutto che non hanno alterato né la massa né la rigidità degli elementi strutturali, attraverso l'applicazione di fibrorinforzi "tipo RureGold" .

Lo studio della struttura ha permesso di verificare le dimensioni degli elementi strutturali e determinare le armature necessarie da installare. Per l'adeguamento alle norme vigenti antisismiche della struttura scolastica è stato quindi necessario un intervento di adeguamento strutturale che avrebbe garantito all'istituto una migliore risposta alle azioni sismiche del terreno: i lavori, effettuati con tecniche poco invasive che non hanno alterato né la massa né la rigidità degli elementi strutturali, hanno visto l'applicazione di "RureGold", con fibre di polimeri e malte rinforzate che aumentano notevolmente la resistenza delle strutture con la realizzazione di placcaggi con tessuti bidirezionali in PBO.

Le analisi strutturali hanno dato modo di verificare che la maggiore carenza nei confronti della sicurezza strutturale è data dall'acciaio presente, tanto nei pilastri quanto nelle travi:

si sono quindi individuati gli elementi strutturali che necessitavano di rinforzo e si è determinata, in via quantitativa, la carenza in termini di capacità dell'elemento.

Per gli elementi strutturali individuati sono state poste in essere cerchiature e confinamenti con rinforzi in PBO in grado di incrementare la capacità resistente dell'elemento. Inoltre, sempre utilizzando elementi in PBO, per le travi è stata prevista un'integrazione dell'armatura esistente con elementi in PBO resistenti a flessione e taglio. Il prodotto utilizzato per il rinforzo della scuola, RureGold, sostituisce e migliora l'affidabilità e le prestazioni delle tecniche tradizionali basate sull'impiego dei sistemi FRP con tutti i tipi di fibre.

Inoltre le malte speciali, differenziate nella formulazione per ciascun specifico sistema di rinforzo, assicurano un'efficace adesione tra le fibre strutturali e i materiali che costituiscono il sottofondo, garantendo un'elevata adesione e quindi affidabilità del rinforzo strutturale.

I vantaggi del sistema di rinforzo mediante sistemi compositi inorganici (PBO-FRCM)

Rispetto a un sistema FRP con matrice epossidica, offre numerosi vantaggi, quali una resistenza alle alte temperature identica a quella del supporto, resistenza all'umidità, applicabilità su supporti umidi in quanto a base inorganica, facilità di manipolazione e lavorabilità anche su superfici scabre e irregolari e, più in generale, una maggiore versatilità d'impiego. Anche la messa in opera risulta molto più semplice rispetto agli altri sistemi e non richiede manodopera specializzata.

Miglioramento sismico di edificio scolastico mediante sistemi compositi inorganici (PBO-FRCM) armati con fibre polimeriche ad alte prestazioni

GLI INTERVENTI DI RINFORZO

Requisiti progettuali

L'obiettivo progettuale è stato quello di ottenere il miglioramento sismico sugli elementi strategici e su quelli perimetrali, volto a ridurre le carenze di resistenza e duttilità più critiche.

I criteri delle scelte progettuali sono stati:

- rinforzare le strutture localmente a sopportare i carichi secondo le norme vigenti;
- contenere i tempi di cantiere (periodo disponibile limitato);
- prevedere soluzioni di rapida messa in opera;
- garantire la durabilità nel tempo dei rinforzi (pari minimo alla vita utile dell'edificio).

Scelta progettuale

La scelta del sistema di rinforzo è ricaduta sui sistemi FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) per le peculiarità dovute all'uso di una matrice cementizia in luogo delle matrici polimeriche tipiche dei sistemi FRP.

Inoltre l'armatura di rinforzo delle matrici è costituita da reti in fibre lunghe di PBO le quali, oltre ad avere caratteristiche meccaniche sensibilmente superiori anche rispetto alle fibre di carbonio, presentano lo stesso coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo e dell'acciaio, circostanza che non avviene con le fibre di carbonio, e pertanto garantiscono una durabilità maggiore per la perfetta compatibilità fisica, chimica e meccanica con gli elementi in cemento armato sui quali si interviene. A tale proposito si osserva che il modulo elastico delle fibre di PBO è pari a 270.000 N/mm², e la tensione di rottura a trazione delle fibre di PBO è pari a 5.800 N/mm².

In generale i vantaggi legati all'uso dei sistemi FRCM sono riassumibili nei seguenti temi:

- esecuzione rapida;

- peso trascurabile: consente di rinforzare gli elementi in c.a. senza alterare il regime statico sui terreni di fondazione;
- bassa invasività;
- applicabilità su supporti umidi;
- resistenza al fuoco;
- buona resistenza alle elevate temperature;
- basso rapporto costi/prestazioni;
- durabilità dell'intervento: vita utile >> 50 anni;
- matrice cementizia pienamente compatibile con c.a.;
- matrice cementizia: non risente dei fattori di degrado ambientale più di quanto non ne risenta il supporto.

Il rinforzo dei nodi trave-pilastro

Gli eventi sismici occorsi negli ultimi 50 anni, quando ormai la tecnica del cemento armato ha definitivamente soppiantato le strutture in muratura ed in acciaio, hanno messo in evidenza come il punto debole di un telaio in cemento armato sia costituito dai nodi trave-pilastro essendo tali elementi delegati a trasmettere le sollecitazioni tra gli elementi strutturali e soggetti a sollecitazioni dinamiche elevate. La normativa tecnica italiana sulle costruzioni del D.M. 14.01.2008 e ss.mm.ii., ha definitivamente reso obbligatorio il confinamento dei nodi trave-pilastro nelle nuove costruzioni con particolare riguardo al pannello libero dei nodi esterni presenti nelle ossature strutturali.

L'intervento sui nodi trave-pilastro prevede il confinamento mediante l'avvolgimento di reti unidirezionali in fibra di PBO ancorati con matrice cementizia.

Con tale provvedimento si ottiene l'aumento di duttilità e quindi si aumenta la capacità rotazionale delle sezioni di estremità delle colonne in cemento armato ad ogni ordine, benefica ai fini della resistenza del telaio alle azioni sismiche.

La rotazione rispetto alla corda viene in effetti incrementata grazie al confinamento con tessuti in fibra di carbonio e per la valutazione della rotazione ultima rispetto alla corda, θ_u , si è utilizzata la formula seguente:

$$\theta_u = \frac{1}{\gamma_{el}} \cdot \left[\theta_y + (\phi_u - \phi_y) \cdot L_{pl} \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{L_{pl}}{L_v} \right) \right]$$

nella quale:

- $\gamma_{el} = 1,5$

- θ_u = rotazione rispetto alla corda quando l'acciaio teso raggiunge lo snervamento

- Φ_u = curvatura ultima della sezione terminale in corrispondenza della deformazione ultima del calcestruzzo \square ccu

- Φ_y = curvatura ultima della sezione terminale quando l'acciaio teso raggiunge lo snervamento

- L_{pl} = ampiezza della cerniera plastica

$$L_{pl} = 0,1 \cdot L_v + 0,17 \cdot h + 0,24 \cdot \frac{d_b \cdot f_y}{\sqrt{f_c}}$$

- L_v = luce di taglio

- d_b = diametro medio delle barre longitudinali

Eseguendo i calcoli nel caso in esame, la ampiezza della zona di possibile formazione della cerniera plastica "Lpl" assume i seguenti valori a seconda delle tipologie di pilastri:

- pilastro 400 x 600: $L_{pl} = 500$ mm
- pilastro 200 x 600: $L_{pl} = 500$ mm
- pilastro 200 x 1.000: $L_{pl} = 570$ mm

Ad ogni modo il confinamento dei pilastri è stato eseguito per una profondità di 750 mm sia in testa che al piede dei pilastri (pari a tre fasce di PBO larghe 25 cm).

Oltre all'effetto benefico legato all'aumento della duttilità della sezione in cemento armato rinforzata, l'intervento di confinamento dei pilastri permette anche di incrementare la resistenza ultima a taglio degli stessi.

Nel caso delle travi sono state introdotte in corrispondenza dei nodi delle reti unidirezionali di fibre di PBO disposte a 45° rispetto all'asse longitudinale della trave e quindi allineate con le isostatiche di trazione in modo da ottimizzare le risorse meccaniche.

Le fasce, di larghezza 100 mm, sono state disposte ad interasse di 200 mm e risultano costituite da reti unidirezionali di fibre di PBO aventi spessore equivalente in direzione dell'ordito pari a 0,067 mm.

La resistenza ultima a taglio $VR_{d,rinf}$ di un elemento in cemento armato rinforzato con armatura integrativa di fibre strutturali, si calcola, in accordo con le Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 24-07-2009, come il valore minimo tra:

- la resistenza a "taglio compressione" offerta dal calcestruzzo;
- la somma delle resistenze a "taglio trazione" offerta dalle staffe in acciaio esistenti e dalle reti di fibre in PBO di rinforzo:

$$VR_{d,rinf} = \min \{ VR_{d,c} , VR_{d,s} + VR_{d,f} \}$$

In ottemperanza alle Istruzioni contenute nel documento tecnico 200 del 2004 del CNR, l'incremento di resistenza a taglio dovuto alla introduzione delle reti di fibre di PBO, può essere valutato in base al meccanismo a traliccio di Mörsch e risulta pari a:

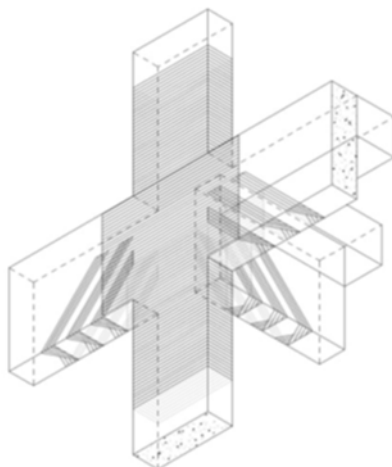
dove:

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{fed} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \vartheta + \cot \beta) \frac{w_f}{p_f}$$

- d = altezza utile della sezione
- f_{fed} = resistenza efficace di calcolo del sistema di rinforzo
- t_f = spessore della rete di PBO di rinforzo in ordito
- b_f = larghezza della rete di PBO di rinforzo
- p_f = passo delle reti di rinforzo di PBO
- g_{Rd} = 1,20 per il meccanismo resistente a taglio

Le sequenze operative dell'intervento sono state:

1. rimozione dell'intonaco, delle tamponature, degli infissi inclusi gli elementi di supporto dove presenti nelle zone di intervento.
2. arrotondamento degli spigoli di calcestruzzo mediante smussatura con raggio di curvatura minimo pari a 20 mm nelle zone di testa e del piede dei pilastri dove prevista la posa delle reti di PBO.
3. eliminare polvere e parti incoerenti:
 1. procedere ad una sabbiatura meccanica o con idropulitrice, fino a totale eliminazione dello strato millimetrico della boiaccia cementizia.
 2. La superficie idonea all'applicazione dei sistemi di rinforzo composito deve risultare planare e priva di irregolarità.
 3. bagnare il sottofondo saturandolo con acqua, avendo cura di asportarne l'eccesso.
 4. Applicare il primo strato di matrice cementizia con frattazzo metallico liscio in spessore di circa 3-4 mm;
 5. attendere 2 minuti prima di annegarvi la rete di fibre di PBO mediante rullo, avendo cura di eliminare bolle d'aria e disponendo le reti con le fibre dell'ordito ortogonali all'asse dei pilastri.
 6. posa di secondo strato di circa 3-4 mm, di malta cementizia, in modo tale da coprire completamente la rete, utilizzando apposito rullo ed avendo cura di eliminare ogni eventuale residua bolla d'aria.



Vista assonometrica del nodo rinforzato con FRCM

CONCLUSIONI

L'intervento descritto ha permesso di adeguare l'organismo strutturale in cemento armato, migliorandone il funzionamento meccanico ed evitando di introdurre ulteriori elementi strutturali la cui messa in opera avrebbe comportato opere di demolizione invasive oltre che la riduzione delle dimensioni utili dei vani.

I sistemi compositi FRCM presentano una serie di vantaggi peculiari legati principalmente alla matrice cementizia in cui vengono immerse le fibre di armatura.

Tali vantaggi risiedono principalmente nella massima rapidità delle fasi di cantiere e nella elevata durabilità dell'opera rinforzata, comportando quindi notevoli economie sia nell'ottica dell'organizzazione dei lavori e sia in relazione al ciclo di vita delle strutture potendone ridurre i costi di manutenzione.

IMPORTO DEL PROGETTO E QUADRO ECONOMICO

I prezzi applicati alle varie categorie di lavori sono stati desunti dal "Nuovo prezziario unico regionale per i lavori pubblici nella Regione Siciliana - 2019" validi alla data odierna, mentre per quei prezzi previsti nell'elenco prezzi di progetto) non riportati nel suddetto prezziario unico regionale e per i quali non è stato possibile la sostituzione con altre categorie di lavori si sono formulate apposite analisi dei prezzi.

Tra le somme a disposizione dell'Amministrazione sono state previste anche le spese per pubblicità e risultanze di gara, per il conferimento a discarica e per gli allacciamenti ai pubblici servizi. Nel quadro tecnico-economico dei lavori l'I.V.A. è stata prevista con una aliquota pari al 10%

dell'importo dei lavori a base d'asta rientrando nella tipologia di lavori di ristrutturazione, manutenzione e opere di urbanizzazione.

Si precisa inoltre che la **marcatura CE**, prevista dalla direttiva **305/2011/UE**, anche se non espressamente indicata nelle voci di Elenco Prezzi, è **divenuta obbligatoria** per molti prodotti e materiali e, pertanto va acquisita la relativa certificazione prima della loro accettazione ed impiego.

Per le opere compiute previste nell'elenco prezzi del progetto, sono stati valutati i compensi per Spese Generali ed Utile d'Impresa, per tener conto dei maggiori oneri derivanti da una conduzione organizzata e tecnicamente qualificata del cantiere nella misura del 13% per le Spese Generali e del 10% per l'Utile d'Impresa.

È stato redatto a parte il computo metrico per tenere conto dei costi diretti della Sicurezza che, nel quadro economico non verranno assoggettati a ribasso d'asta come previsto dalla vigente normativa in materia di Sicurezza nei Cantieri Edili.

L'importo stimato, come da computo allegato, risulta pari ad € **1.1.331.925,63** per lavori a base d'asta soggetti a ribasso d'asta a cui si sommano costi della sicurezza, stimati in un capitolo specifico del Computo Metrico che ammontano ad € **71.076,89**, non soggetti a ribasso per un importo complessivo del progetto per Lavori a Misura pari a € **1.403.002,52** oltre Somme a Disposizione dell'Amministrazione pari a € **362.249,48** per un importo complessivo del progetto pari a € **1.765.252,00**.

QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

Di seguito viene riportato il Quadro Economico del progetto:

| RIEPILOGO CAPITOLI | Pag. | Importo Paragr. | Importo subCap. | IMPORTO |
|--|------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| ADEGUAMENTO STRUTTURALE | 1 | | | 525.878,53 |
| IMPIANTI | 23 | | | 261.666,51 |
| OPERE EDILI | 42 | | | 544.380,59 |
| COSTI DELLA SICUREZZA | 61 | | | 71.076,89 |
| SOMMANO I LAVORI A BASE D'ASTA | | | | € 1.403.002,52 |
| Costi della Sicurezza | | | | 71.076,89 |
| a detrarre | | | | 71.076,89 |
| Importo dei lavori a base d'asta soggetti a aumento | | | | € 1.331.925,63 |
| SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE | | | | |
| Spese tecniche (Collaudo statico in corso d'opera) + IVA e CNPAIA | | | | 24.913,60 |
| Spese tecniche per incarichi esterni (Diagnosi Post intervento - Certificazione energetica, IVA, CNPAIA) | | | | 2.500,00 |
| Allacciamenti ai pubblici servizi | | | | 1.500,00 |
| Imprevisti sui lavori < 5% | | | | 66.868,06 |
| Oneri per conferimento a discarica materiale di risulta | | | | 2.300,00 |
| Competenze tecniche per Direzione dei Lavori, misura e contabilità e Coordinamento | | | | |
| Sicurezza in fase di esecuzione | | | | 62.900,00 |
| Per IVA su competenze tecniche e CNPAIA | | | | 16.907,52 |
| Spese tecniche 2% per incentivo | | | | 28.060,05 |
| Spese Geologo + IVA | | | | 2.000,00 |
| Spese per pubblicità + ANAC + IVA | | | | 8.000,00 |
| Spese per rilascio visti e pareri | | | | 6.000,00 |
| IVA SUI LAVORI 10% | | | | 140.300,25 |
| TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE | | | | 362.249,48 |
| IMPORTO COMPLESSIVO dei Lavori | | | | € 1.765.252,00 |
| PARTANNA li settembre 2020 | | | | |
| Ing. Antonio Di Giovanni | | | | |

IL PROGETTISTA

Ing. Antonio Di Giovanni