



comune
Carsoli



regione
Abruzzo

provincia
L'Aquila



PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO PER L'ADEGUAMENTO STRUTTURALE DELL'EDIFICIO SEDE DEL MUNICIPIO DI CARSOLI (AQ)

localizzazione

CARSOLI,
P.zza della Libertà, n°1
Fg. 69 - Part.IIa 16

data

Ottobre 2015

tavola

R01_GEN

scale

-

descrizione

elaborato

Relazione Generale

committente

COMUNE DI CARSOLI
P.zza della Libertà n°1
67061 - CARSOLI (AQ)

| <u>Revisione elaborato:</u> | data |
|-----------------------------|------|
| | |
| | |
| | |



Studio Tecnico Associato Progetto Integrato, Via Silvio Spaventa n°10, SULMONA (AQ)
tel.0864-51619 - fax. 0864-950372 - email: studiotecnico@progettointegrato.it - www.progettointegrato.it

Ing. Massimo Gerosolimo Porziella

COMUNE DI CARSOLI
PROVINCIA DI L'AQUILA

**ADEGUAMENTO STRUTTURALE DELL'EDIFICIO SEDE DEL
MUNICIPIO DI CARSOLI (AQ)**

-Progetto Esecutivo-

| |
|---------------------------|
| RELAZIONE GENERALE |
|---------------------------|

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. SCELTA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE..... | 2 |
| 2.1 Caratteristiche strutturali e vulnerabilità presenti | 2 |
| 2.2 Descrizione degli interventi di progetto per il consolidamento statico ed l'adeguamento sismico | 3 |
| 2.3 Metodi di analisi e verifiche di sicurezza | 4 |
| 3. INTERVENTI STRUTTURALI DI PROGETTO PER IL CONSOLIDAMENTO DELL'EDIFICIO | 6 |
| 3.1 Descrizione dettagliata delle soluzioni tecniche adottate..... | 6 |
| 3.2 Indicatori di rischio allo SLV nello stato di progetto post-intervento..... | 8 |
| 4. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI UTILIZZATI NEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO | 9 |
| 5. INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA: IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | 12 |
| 6. INTERVENTI PER RIQUALIFICARE ED ADIBIRE A NUOVA DESTINAZIONE GLI AMBIENTI DEL PIANO SEMINTERRATO. | 13 |
| Figura 2-1: Sede Comunale, vista del prospetto principale..... | 2 |
| Figura 2-2: Vista 3D del modello strutturale realizzato con il software di calcolo PROSAP | 5 |

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica generale descrive gli interventi e le soluzioni adottate nell'ambito della redazione del progetto esecutivo di consolidamento statico con adeguamento sismico della Sede Municipale del Comune di Carsoli.

Nel progetto sono previsti inoltre anche interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica e l'esecuzione di opere edili e sugli impianti di riscaldamento per riqualificare ed adibire a nuova destinazione gli ambienti del piano seminterrato.

2. SCELTA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

2.1 CARATTERISTICHE STRUTTURALI E VULNERABILITÀ PRESENTI

La Sede Municipale di Carsoli si sviluppa, con pianta rettangolare avente rapporto tra i lati pari a 2, in un piano seminterrato, un piano terra ed un piano primo aventi altezza rispettivamente pari a circa 2,85 m (piano seminterrato), 4,0 m (piano terra) e compresa tra 4,25 e 5,40 m (piano primo), più un piano sottotetto non abitabile. L'edificio è volumetricamente regolare con il vano scala posizionato sul prospetto posteriore dell'edificio in corrispondenza dell'asse di simmetria dell'edificio.



Figura 2-1: Sede Comunale, vista del prospetto principale

La struttura portante del fabbricato è di tipo misto con maschi in muratura di pietrame e travi e pilastri in c.a. Le strutture portanti in muratura sono costituite da una scatola muraria perimetrale ed una muratura di spina centrale disposta parallelamente al prospetto principale. Sono inoltre presenti alcune murature di controvento, in parte sostituite, in corrispondenza delle diverse elevazioni, da travi di piano emergenti in c.a. I pilastri in c.a. sono stati gettati entro lo spessore dei setti murari utilizzando gli stessi come cassero.

I solai dell'edificio presentano diverse tipologie strutturali: dalla soletta nervata in c.a. a solai laterocementizi e solai con putrelle e tavelloni. Negli anni '80 – '90 la copertura, originariamente in legno è stata demolita e ricostruita con struttura portante in c.a. e solai in laterocemento.

Le indagini eseguite hanno consentito di definire la natura del terreno, di tipo ghiaioso in matrice limoso-argillosa con buone qualità di compattezza, e la geometria delle strutture di fondazione, costituite da plinti posti in corrispondenza dei pilastri in c.a., collegati da travi di sezione rettangolare 60x50 cm.

Le principali vulnerabilità dell'edificio possono essere ricondotte a:

1. progettazione, risalente a circa ottant'anni fa, per i soli carichi gravitazionali;
2. scadenti caratteristiche meccaniche del conglomerato cementizio costituente le strutture in c.a.;
3. le strutture in c.a. risultano avere una armatura a taglio spesso insufficiente anche per sole azioni gravitazionali;
4. elevata altezza di interpiano.

2.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO PER IL CONSOLIDAMENTO STATICO ED L'ADEGUAMENTO SISMICO

Facendo seguito ai risultati delle verifiche di vulnerabilità sismica ed alla redazione del progetto definitivo con gli interventi di consolidamento previsti per l'adeguamento statico e sismico dell'edificio, si è proceduto con la redazione del presente progetto esecutivo.

Considerata la scadente resistenza residua a compressione del conglomerato cementizio si è scelto, conformemente al progetto definitivo, di fare affidamento sulla resistenza delle sole strutture in muratura.

L'obiettivo del progetto esecutivo è quello di recuperare la struttura nella totalità prestando particolare attenzione agli elementi di pregio o valenza storica, garantendo nel contempo la sicurezza statica e sismica dell'edificio in accordo alle normative vigenti.

Ulteriore scopo che si è proposto il progetto è quello di realizzare il recupero del piano seminterrato dell'edificio, attualmente adibito in parte ad archivio ed in parte a deposito, al fine di poterlo utilizzare per funzioni amministrative o sociali.

Assegnati i carichi di progetto legati ad un uso pubblico (sovraccarico accidentale per uffici aperti al pubblico: 3 kN/m²), le verifiche numeriche sui vari elementi strutturali hanno consentito di ottimizzare gli interventi di consolidamento statico ed adeguamento sismico previsti in sede di progetto definitivo.

Gli interventi in progetto saranno rivolti a singole parti del manufatto, contenendone il più possibile l'estensione ed il numero, evitando di alterare in modo significativo l'originale distribuzione delle rigidità negli elementi ed integrandoli con la struttura esistente in modo tale da produrre il minimo impatto sul manufatto.

Nella scelta delle tecniche d'intervento si è data preferenza a quelle meno invasive e maggiormente compatibili con i criteri della conservazione pertanto si è fatto ricorso a tecniche di consolidamento pre-moderne opportunamente aggiornate ed esecutivamente semplificate grazie a strumenti e tecnologie contemporanee.

L'utilizzo di nuovi materiali, risultanti dall'innovazione tecnologica, è stato valutato alla luce dei criteri di compatibilità e durabilità nel tempo, in relazione alla materia storica ed alla reversibilità; si è cercato di rispettare la concezione e le tecniche originarie della struttura, nonché le trasformazioni significative avvenute nel corso della storia del manufatto.

2.3 METODI DI ANALISI E VERIFICHE DI SICUREZZA

La scelta del tipo di intervento, il dimensionamento dei rinforzi e l'analisi strutturale della struttura post-intervento e le corrispondenti verifiche di sicurezza sono state svolte ai sensi del D.M. 14/01/08 e della relativa Circolare applicativa (Circolare 617/09).

Il progetto esecutivo di consolidamento strutturale con adeguamento sismico dell'edificio è stato realizzato verificando la sicurezza degli elementi strutturali sia per carichi statici che per carichi sismici, considerando per quest'ultimi un'azione sismica di progetto pari a quella prevista dalla vigente normativa per il progetto di nuove costruzioni.

L'azione sismica viene valutata in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

L'edificio in esame appartiene alla categoria di "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*", quindi si assume che la sua vita nominale sia pari a **$V_N = 50$ anni**.

Il coefficiente d'uso viene, invece, definito in funzione delle conseguenze connesse ad una interruzione di operatività o ad un eventuale collasso. Data l'importanza degli uffici che hanno sede nell'edificio in oggetto. In considerazione delle attività istituzionali che vengono svolte nell'edificio e dell'importanza di esse ai fini della protezione civile si è scelto una **classe d'uso pari a IV**, per il quale si definisce un coefficiente d'uso **$C_U = 2,0$** (D.M. 14/01/08; Tab. 2.4.II.).

Il periodo di riferimento del fabbricato in oggetto, espresso in anni, è dunque pari a $V_R = 50 \times 2,0 = 100$ anni.

Le verifiche sull'edificio nello stato di progetto sono state eseguite mediante un'**analisi dinamica modale**. Il modello di calcolo è stato definito sulla base dei parametri di resistenza e di rigidità coerenti con i valori riscontrati nelle prove in situ e in accordo alle normative vigenti. Le rigidità degli elementi murari sono calcolate considerando sia il contributo flessionale sia quello tagliante. Di seguito si riporta una vista del modello di calcolo ad elementi finiti realizzato con il programma di calcolo PRO_SAP.

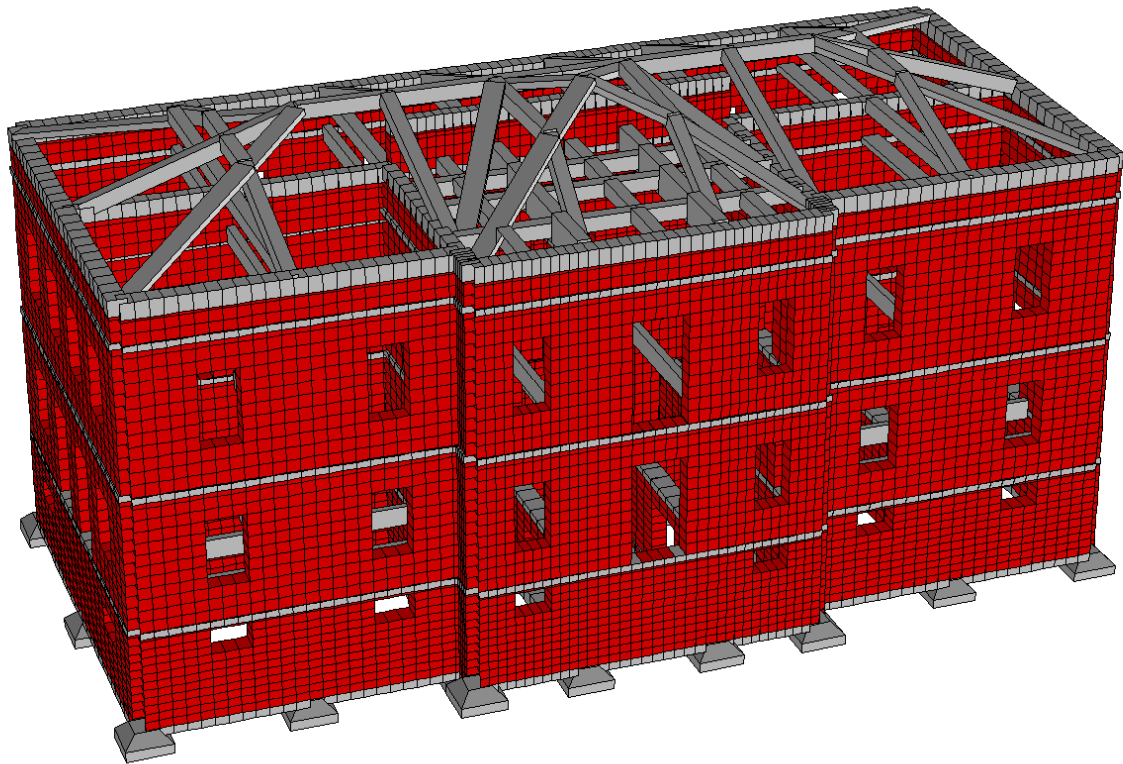


Figura 2-2: Vista 3D del modello strutturale realizzato con il software di calcolo PRO-SAP

3. INTERVENTI STRUTTURALI DI PROGETTO PER IL CONSOLIDAMENTO DELL'EDIFICIO

In sintesi il progetto prevede la realizzazione dei seguenti interventi strutturali:

- 1) Realizzazione di sottofondazioni per una delle murature di controvento del piano seminterrato;
- 2) Consolidamento della muratura esistente;
- 3) Consolidamento localizzato degli architravi e delle fasce di piano;
- 4) Rinforzo delle travi in c.a. che costituiscono l'orditura principale e secondaria dei solai.

3.1 DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE SOLUZIONI TECNICHE ADOTTATE

1) Realizzazione di sottofondazioni per una delle murature di controvento del piano seminterrato

Le verifiche geotecniche hanno fornito esito positivo ed il fabbricato non presenta un quadro fessurativo che possa far presumere la presenza di cedimenti differenziali od altre problematiche legate all'interazione terreno-struttura. Non si è quindi ritenuto necessario procedere con interventi di consolidamento delle strutture di fondazione esistenti, fatto salvo che per il caso di una delle murature di controvento dell'edificio sotto alla quale non è presente una trave di fondazione in c.a. ma una sottomurazione di scadente qualità in pietrame gettato a sacco.

Per tale muratura vi è quindi la necessità di realizzare una fondazione che sia adeguata a trasmettere al terreno i carichi delle strutture di elevazione, mediante la realizzazione di una coppia di cordoli di fondazione in c.a.

2) Consolidamento della muratura esistente

A causa dell'elevato grado di sollecitazione delle murature, soprattutto in corrispondenza delle prime elevazioni, è stato necessario prevedere l'esecuzione di una serie di interventi di consolidamento aventi la finalità sia di restituire monoliticità alle murature che di incrementarne la resistenza.

Gli interventi di progetto possono essere distinti nel seguente modo:

- a) Chiusura nicchie ed aperture;
- b) Interventi per incrementare la resistenza delle murature portanti;
- c) Interventi per garantire la continuità materica e strutturale dei cantonali d'angolo;

a) Chiusura nicchie ed aperture:

Prima di procedere al consolidamento dei pannelli murari ed al fine di conferire alla struttura una maggiore rigidità in entrambe le direzioni si prevede di realizzare la chiusura delle nicchie e di alcune aperture non essenziali all'utilizzo del fabbricato, in particolare in corrispondenza del piano seminterrato.

b) Interventi per incrementare la resistenza delle murature portanti:

Per aumentare la capacità di resistenza delle strutture in muratura sono state previste le iniezioni di malta. Questa tecnica di consolidamento delle strutture in muratura rappresenta una delle tecniche d'intervento più usate, poiché è una metodologia non invasiva architettonicamente, di facile e rapida applicazione ed economicamente vantaggiosa. Il metodo consiste nell'iniettare una miscela di legante, in pressione o per

gravità, nei vuoti presenti della parete che s'intende consolidare in modo da ripristinare la continuità in caso di stati lesionativi diffusi o di migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura.

I setti murari per i quali l'intervento di consolidamento delle murature mediante iniezione di miscele leganti non è da solo sufficiente verranno successivamente rinforzati a taglio e/o a pressoflessione mediante tessuti compositi unidirezionali in fibre di acciaio ad altissima resistenza applicati alla muratura mediante malta tixotropica.

Questa tecnica di consolidamento è efficacemente utilizzata da alcuni anni per la conservazione e il recupero delle strutture di interesse storico-artistico in muratura. Le caratteristiche principali del sistema sono la resistenza meccanica e chimica, il peso e lo spessore limitati, nonché la facilità e la duttilità di applicazione.

c) Interventi per garantire la continuità materica e strutturale dei cantonali d'angolo

Le indagini strutturali eseguite nell'ambito della valutazione di vulnerabilità sismica e del progetto definitivo hanno evidenziato come una delle murature di controvento del piano seminterrato non è strutturalmente connessa al prospetto ed alle murature di spina. Per detta muratura si è quindi previsto un intervento di connessione strutturale mediante cuciture armate con barre in acciaio.

Le medesime indagini hanno inoltre mostrato che i pilastri in c.a. sono stati realizzati effettuando il getto direttamente entro le murature in pietrame, cosa che, malgrado la scadente resistenza residua a compressione del conglomerato cementizio, è usualmente sufficiente a garantire una adeguata connessione strutturale tra le due tipologie strutturali. Un miglioramento della connessione strutturale tra le strutture verticali in c.a. ed in muratura verrà comunque ottenuta come effetto del consolidamento dell'edificio mediante fasce di tessuto in fibra di acciaio (vuoi per effetto della continuità delle fasce orizzontali o per effetto degli sfocchi di connessione).

3) Consolidamento localizzato degli architrave e delle fasce di piano

Per il consolidamento delle fasce di piano in corrispondenza delle aperture è stato previsto l'inserimento, sopra l'apertura, di profilati in acciaio collegati alla sovrastante muratura mediante barre di acciaio inghisate, con funzione di architrave.

Ove si riscontri la presenza di architravi in calcestruzzo od in c.a. sopra le aperture, si procederà con il consolidamento dell'architrave esistente mediante applicazione ad intradosso di un piatto in acciaio collegato mediante incollaggio strutturale e barre di acciaio inghisate.

4) Rinforzo delle travi in c.a. che costituiscono l'orditura principale e secondaria dei solai

In considerazione della scadente resistenza residua a compressione del conglomerato cementizio delle strutture portanti di elevazione in c.a. e del ridotto quantitativo di staffe presenti nelle travi di piano, è stato previsto il consolidamento a taglio delle stesse.

Tale consolidamento verrà effettuato o mediante l'inserimento sotto trave di un profilato in acciaio oppure mediante fasciatura con tessuto in fibra di acciaio.

3.2 INDICATORI DI RISCHIO ALLO SLV NELLO STATO DI PROGETTO POST-INTERVENTO

La sicurezza sismica di un edificio esistente può essere espressa mediante degli indicatori di rischio che specificano il rapporto tra Capacità dell'edificio e la Domanda sismica. La Capacità del manufatto rappresenta in particolare l'entità dell'azione sismica da esso sostenibile, mentre la Domanda rappresenta l'entità dell'azione sismica attesa.

Un parametro molto importante, che rappresenta la capacità dell'edificio esaminato in termini di PGA (Peak Ground Acceleration), è rappresentato dall'accelerazione sostenibile dalla struttura ad un certo stato limite. Tale parametro varia in funzione dello stato limite considerato e, nel caso in esame, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, può essere definito come segue:

PGA_{CLV} = accelerazione al suolo a_g sostenibile allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) - per tale stato limite la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

L'Indicatore di Rischio sismico espresso in termini di accelerazione al suolo $\alpha_{V,PGA}$ viene definito dal rapporto tra **PGA_{CLV}** (capacità) e **PGA_{DLV}**, che rappresenta la domanda in termini di accelerazione, coincidente con l'accelerazione al suolo a_g definita dalla Normativa. Poiché l'accelerazione al suolo a_g è direttamente correlata ad un periodo di ritorno T_R e ad una probabilità di superamento P_{VR} , definire quindi una PGA sostenibile (**PGA_{CLV}**) è equivalente a definire un T_R sostenibile ($T_{R,CLV}$), e, con riferimento a V_R , una probabilità P_{VR} sostenibile ($P_{VR,CLV}$).

Poiché gli interventi di consolidamento di progetto sono stati dimensionati in modo da raggiungere, per l'edificio in oggetto, l'adeguamento sismico, l'indicatore di rischio sismico allo SLV della struttura è ≥ 1 .

4. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI UTILIZZATI NEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

1) Strutture in c.a.

Per le strutture in c.a. di nuova realizzazione (cordolo di fondazione) si prevede di utilizzare i seguenti materiali:

- Conglomerato cementizio magro: C12/15;
- Conglomerato cementizio strutture di fondazione e controterra: C25/30, slump S4, classe esp. XC2
- Barre di armatura ad aderenza migliorata: B450C;

2) Strutture in acciaio

Per le strutture in acciaio (profilati e piatti di consolidamento, barre filettate di connessione e bulloneria) si prevede di utilizzare i seguenti materiali:

- Acciaio da carpenteria (profilati, piatti): S275JR, zincato;
- Viti, bulloni e barre filettate: Classe 8.8;
- Dadi: 8;

Le strutture in acciaio dovranno essere realizzate in classe di esecuzione EXC3 secondo norma UNI EN 1090. Le saldature dovranno essere realizzate in officina.

3) Resine per inghisaggio di barre entro strutture in c.a.

Per l'installazione di barre filettate o di barre di armatura entro strutture in c.a. esistenti si utilizza un ancorante chimico tipo Hilti "HIT-RE 500-SD" od equivalente.

4) Resine per incollaggio strutturale di elementi in acciaio

Per l'incollaggio strutturale di piatti in acciaio su strutture in c.a. si utilizza una resina epossidica in pasta tipo Sika "Sikadur-30" od equivalente avente le caratteristiche minime di seguito riportate.

- | | | |
|--|------|-----|
| - Resistenza a compressione a 7 giorni | 70 | MPa |
| - Resistenza a taglio a 7 giorni | 14 | MPa |
| - Resistenza a trazione a 7 giorni | 24 | MPa |
| - Adesione sull'acciaio | 21 | MPa |
| - Modulo elastico a compressione | 9,6 | GPa |
| - Modulo elastico a trazione | 11,2 | GPa |

5) Elementi in laterizio per la chiusura di nicchie ed aperture e per scuci e cucì.

Per la realizzazione di interventi di scuci e cucì su murature esistenti e per la chiusura di nicchie si prevede l'utilizzo di elementi portanti in laterizio pieno aventi le caratteristiche minime riportate nella tabella seguente. Come indicato nel §11.10.1 del D.M. 14/01/2008, gli elementi devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 e recare la Marcatura CE.

- | | |
|---|------------------------------------|
| - Tipologia | Blocco portante in laterizio pieno |
| - Percentuale di foratura | ≤ 15 % |
| - Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} | > 15 [MPa] |

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.10.1.1 del D.M. 14/01/2008.

6) Tessuti in fibra di acciaio per il consolidamento delle strutture in muratura ed in c.a.

Per il consolidamento delle strutture esistenti in muratura ed in c.a. mediante applicazione di tessuti unidirezionali in fibra di acciaio si prevede di utilizzare un tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzata ad altissima resistenza tipo Kerakoll "GeoSteel G2000" avente le caratteristiche minime di seguito riportate sotto riportate oppure altro tessuto similare aventi le medesime caratteristiche:

| | | |
|--|--------|------------------|
| - Tensione caratteristica a trazione del filo in acciaio | 2900 | MPa |
| - Modulo elastico del filo in acciaio | 205 | GPa |
| - Area del filo in acciaio | 0,1076 | mm ² |
| - Area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) | 0,538 | mm ² |
| - N° trefoli/cm | 4,72 | trefoli/cm |
| - Massa del tessuto | 2000 | g/m ² |
| - Spessore equivalente del nastro di rinforzo | 0.254 | mm |
| - Carico di rottura caratteristica di un trefolo | 1500 | N |
| - Resistenza caratteristica del nastro di rinforzo | 2800 | MPa |
| - Modulo di elasticità normale del nastro di rinforzo | 190 | GPa |
| - Deformazione a rottura del nastro di rinforzo | 1.5 | % |

7) Malta tixotropica per il ripristino di strutture in c.a.

Per la preparazione e la rasatura di superfici di strutture esistenti in c.a. è stato previsto l'utilizzo di una malta tixotropica tipo Kerakoll "GeoLite 40®" avente le caratteristiche minime di seguito riportate.

| | | |
|----------------------------------|----|-----|
| - Resistenza a compressione | 45 | MPa |
| - Resistenza a trazione | 9 | MPa |
| - Modulo elastico a compressione | 21 | GPa |

8) Malta tixotropica per l'applicazione di tessuti di rinforzo in fibra di acciaio del tipo Geosteel G2000 su strutture in muratura

Per l'applicazione in situ dei tessuti unidirezionali in fibra di acciaio galvanizzata ad altissima resistenza tipo Kerakoll "GeoSteel G2000" su strutture esistenti in muratura è stato previsto l'utilizzo di una malta tixotropica tipo Kerakoll "GeoLite®" avente le caratteristiche minime di seguito riportate. È possibile utilizzare altre tipologie di malte od adesivi purché con caratteristiche meccaniche almeno equivalenti e conformi ai requisiti delle linee guida CNR-DT 200 R1/2013 per l'incollaggio dei sistemi di rinforzo strutturale.

| | | |
|----------------------------------|-----|-----|
| - Resistenza a compressione | 55 | MPa |
| - Resistenza a trazione | 10 | MPa |
| - Modulo elastico a compressione | 5,3 | GPa |
| - Modulo elastico a flessione | 2,5 | GPa |

9) Adesivo minerale epossidico per l'applicazione di tessuti di rinforzo in fibra di acciaio del tipo Geosteel G2000 su strutture in c.a.

Per il consolidamento di strutture esistenti in c.a. mediante applicazione di rinforzi in tessuto di fibra di acciaio tipo Kerakoll "GeoSteel G2000" si prevede di utilizzare un adesivo minerale epossidico tipo GEOLITE GEL con le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|----------|
| - Resistenza a trazione: | 14 MPa; |
| - Resistenza a taglio: | 12MPa; |
| - Ritiro lineare: | 0.1%; |
| - Modulo elastico secante a compressione: | 2.0 GPa; |

10) Malta a base di calce idraulica per inghisaggio barre entro strutture in muratura e per consolidamento muratura

Per l'inghisaggio di barre di armatura o barre filettate entro le murature e per realizzare il consolidamento delle murature mediante iniezioni si prevede di utilizzare leganti a base di calce idraulica naturale NHL 3.5, GEOCALCE FLUIDO o similare, a norma EN 459-1, avente le seguenti caratteristiche:

- Materiale: Calce naturale NHL 3.5 e geolegante;
- Classe della malta: M15;
- Resistenza a compressione a 28 giorni: ≥ 15 MPa;
- Modulo elastico statico: 9,5 GPa;
- Resistenza allo sfilamento di barre di acciaio: $\geq 3,5$ MPa;

11) Malta a base di calce idraulica naturale per interventi di scuci e cuci, chiusura nicchie, stuccatura, rinzeppatura

Per il consolidamento delle strutture esistenti in muratura e la loro parziale ricostruzione ("scuci e cuci", chiusura nicchie etc.) si prevede di utilizzare una malta di calce idraulica naturale NHL 3.5, tipo GEOCALCE o similari, a norma EN 459-1, avente le seguenti caratteristiche:

- Materiale: Calce naturale NHL 3.5 e geolegante;
- Classe della malta: M15;
- Resistenza a compressione a 28 giorni: ≥ 15 MPa;
- Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni: ≥ 5 MPa;
- Adesione su laterizio: ≥ 1 MPa;
- Legame di aderenza: $\geq 0,8$ MPa;
- Modulo elastico a compressione: 9,23 GPa;

5. INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA: IMPIANTO FOTOVOLTAICO.

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico (utilizzante lo **scambio sul posto**) avente le seguenti caratteristiche:

- impianto tipo “**grid connect**” cioè connesso alla rete di distribuzione
- l'impianto realizza lo **scambio sul posto**

L'impianto FV previsto avrà potenza pari a 17kWp e dovrà essere ubicato sul tetto dell'edificio comunale e in particolare sulla falda orientata in direzione 45° SUD-EST. L'inverter sarà invece ubicato nel locale sottotetto.

I moduli FV saranno posizionati sulla falda utilizzando un sistema di ancoraggio composto da profilati e ganci regolabile (tipo Wurth Solar o similari).

Moduli FV

Si prevede l'utilizzo di 68 moduli FV in silicio policristallino da 250Wp (tipo Solarworld SUN MODULE PLUS da 250W o similare) classificati in **classe II**. Essi saranno suddivisi in 4 stringhe da 17 moduli cad.

Inverter

Si prevede l'utilizzo di un solo inverter di potenza >17kW (20kW) (tipo ABB TRIO 20TL OUTD vers. S2X-400 o similare). Esso è dotato di:

- scaricatori per lato CC e AC
- quadro di stringa (wiring box)

Sistema di protezione di interfaccia (SPI)

Il SPI è del tipo ABB CM-UFD.M22 (o similare) completo di:

- buffer di carica
- alimentatore switching

che garantiscono la funzionalità del SPI in caso di mancanza della tensione di rete. In alternativa si potrà utilizzare un UPS (se disponibile).

Per i criteri generali e di dettaglio di progetto si rimanda alla relazione specialista.

6. INTERVENTI PER RIQUALIFICARE ED ADIBIRE A NUOVA DESTINAZIONE GLI AMBIENTI DEL PIANO SEMINTERRATO.

La riqualificazione dei locali ubicati al piano seminterrato comporterà l'esecuzione di opere edili nonché la realizzazione dell'impianto di riscaldamento.

Opere edili

Le opere edili saranno rivolte esclusivamente alla chiusura di nicchie e/o porte esistenti, esecuzione di nuove aperture, rifacimento parziale della pavimentazione oltre alle opere di completamento necessarie.

Impianto di riscaldamento

L'impianto sarà di tipo centralizzato a radiatori a colonne in acciaio alimentati da adatta caldaia esistente installata nella centrale termica.

La distribuzione del fluido termico dalla centrale termica alle unità terminali sarà realizzata con sistema modul con collettore complanare e linea di distribuzione, di mandata e di ritorno in rame ricotto nei diametri indicati nelle tavole di progetto per ogni corpo scaldante.

Le tubazioni di distribuzione del fluido termico saranno isolate termicamente con guaine in polietilene espanso a cellule chiuse, dello spessore conforme alle prescrizioni dell'allegato B al DPR n.412 del 26 agosto 1993.

La regolazione della temperatura sarà effettuata mediante cronotermostato ambiente, pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consente la regolazione su n.2 livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

I cronotermostati saranno collegati alle valvole di zona a due vie presente sul collettore di distribuzione.

Nelle singole zone la regolazione della temperatura si effettuerà sui singoli corpi scaldanti con valvole termostatiche a bassa inerzia termica autoazionate inserite nella testa della valvola.

IL PROGETTISTA