



COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15



VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO "PALAZZO COMUNALE"

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato		STATO DI FATTO				
SF.06		Relazione di sintesi della fase conoscitiva				
		File: SF.06_e01		Layout: SF.06		
ed.	data	motivo	redatto	verificato	approvato	autorizzato
01	18/12/2019	Emissione e Consegna	LuR	LuR	PM	PM
02						
03						
STUDIO MARCUCCI E ASSOCIATI ing. Paolo Marcucci - arch. Gianluca Sforna - ing. Maurizio Spigarelli - ing. Luigi Rossi - ing. Learco Boccali via S.Apollinare 4 - 06081 ASSISI (PG) - 075/812945 - fax. 075/813757 - e-mail: posta@marcucciassociati.it						
Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale. La proprietà tutelerà i suoi diritti in termini di legge.						

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE**

PROGETTO ESECUTIVO

STATO DI FATTO

Relazione di sintesi della fase conoscitiva

SF-06_e01.docx

rev_00

pagina 1 di 6

STATO DI FATTO

RELAZIONE DI SINTESI DELLA FASE CONOSCITIVA

INDICE

1	CONOSCENZA DEL MANUFATTO	2
1.1	Rilievo architettonico.....	2
1.2	Analisi storico-critica	2
1.3	Indagini e rilievo materico costruttivo.....	3
1.4	Terreno e fondazioni	4
1.5	Livello di conoscenza.....	4
1.6	Caratterizzazione meccanica delle murature esistenti	6

1 CONOSCENZA DEL MANUFATTO

1.1 Rilievo architettonico

In base a quanto previsto dal DPP, obiettivo del rilievo architettonico è la conoscenza della *geometria strutturale* della Palazzo Comunale di Montone, riferita sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con gli eventuali edifici in aderenza.

Il "*rilievo architettonico*" costituisce, quindi, sia la base di partenza per completare la fase conoscitiva, attraverso il rilievo del degrado e lo stato di conservazione, sia la base delle scelte e delle attività progettuali.

Il rilievo geometrico completo dell'edificio è stato effettuato mediante le seguenti operazioni:

- sopralluogo per la verifica della rispondenza geometrica delle planimetrie, fornite dalla Stazione Appaltante, con l'effettivo stato dei luoghi;
- rilievo di verifica dello spessore delle murature e delle dimensioni e posizioni delle aperture;
- verifica delle quote altimetriche e, ove possibile, dello spessore e tipologia degli orizzontamenti.

Il sopralluogo effettuato ha consentito inoltre di accertare, limitatamente a quanto verificabile a vista, alcuni dettagli costruttivi, in particolare:

- tipologia, orditura e spessori di alcuni orizzontamenti,
- tipologia e qualità della tessitura muraria dei paramenti non intonacati;
- forma, tipologia e dimensione degli elementi lapidei;
- natura delle malte e loro stato di conservazione;
- rilievo del quadro fessurativo, utile per l'individuazione delle cause e delle possibili evoluzioni, delle problematiche strutturali dell'organismo.

Con la scorta delle informazioni acquisite è stato possibile verificare la buona rispondenza geometrica degli elaborati forniti dalla Stazione Appaltante, operare i necessari aggiustamenti e graficizzare ulteriori sezioni e planimetrie utili per una esaustiva comprensione della geometria del corpo di fabbrica.

1.2 Analisi storico-critica

Al fine di comprendere le vicende costruttive, i dissesti, i fenomeni di degrado e le trasformazioni operate dall'uomo che hanno prodotto cambiamenti all'assetto stato originario, è stata effettuata una ricerca all'archivio della Regione dell'Umbria per reperire elaborati e documenti relativi ad interventi realizzati nel corso degli anni.

E' stato possibile acquisire alcuni elaborati relativi alla documentazione progettuale dell'ultimo intervento eseguito, così individuato:

Comune di Montone - Progetto per i lavori di ristrutturazione e sistemazione della Sede Comunale

Consegnato alla Regione dell'Umbria al prot. n. 9171 del 26/05/1980 - Posizione n. 8236

Progettista geom. Franco de Angelis

Copia dei suddetti elaborati sono riportati nell'elaborato SF.01

Dai suddetti elaborati sono state desunte alcune informazioni, in particolare

- forma originaria del fabbricato e modifiche introdotte;
- tecniche, regole e particolari costruttivi;
- verifiche di calcolo.

PROGETTO ESECUTIVO

STATO DI FATTO

Relazione di sintesi della fase conoscitiva

SF-06_e01.docx

rev_00

pagina 3 di 6

1.3 Indagini e rilievo materico costruttivo

Le indagini per il rilievo materico-costruttivo sono state cruciali per definire il percorso di conoscenza poiché hanno permesso di individuare completamente l'organismo resistente della struttura, utilizzando come parametri di giudizio anche la qualità e lo stato di conservazione dei materiali.

Sono state acquisite informazioni anche non direttamente rilevabili a vista mediante indagini non distruttive (termografie) o ispezioni dirette debolmente distruttive (videoendoscopie, piccoli saggi, microcarotaggi) al fine di acquisire informazioni su tipologia, orditura e spessore di alcuni orizzontamenti, presenza di caldane estradossali in c.a. o di cordoli perimetrali, livello di approfondimento delle fondazioni.

Nella tabella che segue sono riportate le tipologie e la quantità di indagini eseguite.

INDAGINI STRUTTURALI sui DETTAGLI COSTRUTTIVI e sui MATERIALI			
Tipologia	Rif.	Descrizione del tipo di indagine	n. prove
FONDAZIONI	M	MICROCAROTAGGIO IN FONDAZIONE con video endoscopia	2
MURATURE	S	ESAME VISIVO MURATURE con SCOPRITURA DI INTONACO	6
	P	PROVA PENETROMETRICA SULLE MALTE	6
	Vm	INDAGINE VIDEO ENDOSCOPICA sulle murature	8
	MP	PROVA CON MARTINETTI PIATTI DOPPI	3
SOLAI	T	INDAGINE TERMOGRAFICA	9
	Vs	INDAGINE VIDEO ENDOSCOPICA sui solai (stratigrafia/spessore)	4
	Vc	INDAGINE VIDEO ENDOSCOPICA per verifica esistenza cordoli in c.a.	6
	A	INDAGINE VISIVA DELLE ARMATURE DEI SOLAI mediante rimozione intonaco, laterizio e copriferro	3

La posizione e l'esito delle indagini e dei saggi, eseguiti nei giorni 13 e 14 dicembre 2019, è riportata negli elaborati specifici, I.02 e I.03.

Speciale attenzione è stata riservata alla valutazione della **qualità muraria**, tenendo conto del modo di costruire tipico del territorio, dell'evoluzione storica, ed individuando le caratteristiche geometriche e materiche, oltre alle modalità di assemblaggio.

Le murarie rilevate sono state classificate secondo le seguenti tipologie:

- muratura in pietrame disordinata;
- muratura a conci sbozzati con paramenti di spessore disomogeneo;
- muratura in mattoni pieni e malta di calce.

Di particolare importanza sono risultate le informazioni su:

- forma, tipologia e dimensione degli elementi;
- presenza di elementi trasversali (diatoni) di collegamento tra i paramenti murari;
- grado di assemblaggio della muratura nello spessore ovvero disposizione degli elementi;
- orizzontalità dei filari;
- tessitura ottenuta tramite l'ingranamento e lo sfasamento dei giunti;
- natura delle malte e loro stato di conservazione.

La lettura dello schema strutturale resistente è stata possibile solo attraverso la conoscenza dei **dettagli costruttivi** e delle caratteristiche di **collegamento** tra i diversi elementi, in particolare:

- tipologia e stratigrafia degli orizzontamenti;
- qualità dei collegamenti tra orizzontamenti e pareti;
- qualità dei collegamenti e ammorsamenti tra pareti verticali;

- fuori piombo delle pareti;
- presenza di eventuali cordoli di piano o dispositivi di collegamento, come catene;
- tipologia ed efficienza degli architravi al di sopra delle aperture;
- presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad equilibrare spinte eventualmente presenti.

L'utilità di questo rilievo e delle informazioni raccolte consiste nella determinazione del corpo strutturale della fabbrica, del suo funzionamento d'insieme, del mutuo rapporto tra i vari componenti, fino alla determinazione dei carichi agenti e delle caratteristiche meccaniche delle varie tipologie di muratura.

L'insieme delle informazioni raccolte è riportata negli elaborati grafici relativi allo Stato di Fatto.

1.4 Terreno e fondazioni

La conoscenza del terreno su cui insiste il fabbricato è basata sullo studio geologico-geotecnico eseguito in occasione delle campagne geognostiche per il consolidamento del colle, sull'esecuzione di indagini sismiche di superficie (MASW e HSRV), e sul rilevamento geologico di dettaglio a livello degli scantinati degli edifici limitrofi.

L'esito delle prove eseguite e le caratteristiche geomorfologiche dei terreni sono riportate nella Relazione Geologica, elab. G.01, redatta dal dott. Geol. Francesco Duranti

I due microcarotaggi in fondazione, eseguiti nell'ambito delle indagini per la conoscenza del manufatto, hanno permesso di indagare il livello di approfondimento delle fondazioni, costituite dal naturale prolungamento delle murature in elevazione, in corrispondenza della facciata principale, su piazza Fortebraccio, e di valle su via S. Albertino.

Come riportato nell'elaborato I.03 "Report sulle indagini eseguite", l'approfondimento della base di imposta delle fondazioni rispetto al piano di campagna risulta di 95 cm su piazza Fortebraccio e 315 cm su via S. Albertino, pertanto tutte le fondazioni sono intestate nei "conglomerati con ciottoli centimetrici e decimetrici molto addensati/cementati", per i quali si può assumere un angolo di attrito di $\phi = 40^\circ$.

Dalla prova Masw risulta invece una velocità delle onde di taglio Vs compresa tra 360 e 411 m/s per cui, ai fini della determinazione dello spettro di risposta, si considera un terreno di categoria B.

1.5 Livello di conoscenza

Il rilievo geometrico completo del manufatto, insieme alle indagini estese di seguito riportate, consente di raggiungere, come previsto dal Capitolato Tecnico Prestazionale, un livello di conoscenza minimo **LC2**, e quindi un Fattore di Confidenza $FC=1,20$, come previsto dalle Norme NTC 2018.

Poiché il fabbricato è un edificio storico sottoposto a tutela diretta ai sensi del D. Lgs. 42/2004, la valutazione della vulnerabilità sismica è condotta con riferimento alle "Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008", "Linee Guida BB.CC.", contenuta nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 febbraio 2011.

Rispetto a quanto previsto nelle NTC18, per gli edifici esistenti, la Direttiva suddetta consente di determinare tale fattore come somma di quattro diversi fattori parziali di confidenza F_{ck} ($k=1,2,3,4$), sulla base dei coefficienti numerici riportati nella tabella che segue, ciascuno associato alle quattro categorie di indagini ad al livello di conoscenza in esse raggiunto.

PROGETTO ESECUTIVO

STATO DI FATTO

Relazione di sintesi della fase conoscitiva

Tabella 4.1 – Definizione dei livelli di approfondimento delle indagini sui diversi aspetti della conoscenza e relativi fattori parziali di confidenza.

Rilievo geometrico	rilievo geometrico completo	$F_{C1} = 0.05$
	rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi	$F_{C1} = 0$
Identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica	restituzione ipotetica delle fasi costruttive basata su un limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.12$
	restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su: a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche); b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.06$
	restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche)	$F_{C2} = 0$
Proprietà meccaniche dei materiali	parametri meccanici desunti da dati già disponibili	$F_{C3} = 0.12$
	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0.06$
	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0$
Terreno e fondazioni	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geotecnici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni	$F_{C4} = 0.06$
	disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0.03$
	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0$

Nel caso specifico, in funzione delle indagini che si propone di eseguire (come specificate nel seguito), e dello specifico livello di conoscenza raggiunto (**LC2**), si può assumere:

$$FC = 1,00 + [FC1 + FC2 + FC3 + FC4] = 1,00 + [0,00 + 0,06 + 0,00 + 0,00] = \mathbf{1,06}$$

1.6 Caratterizzazione meccanica delle murature esistenti

La caratterizzazione meccanica delle murature esistenti è stata eseguita in esito alle indagini a carattere esteso che sono state eseguite, in particolare:

- esame visivo delle murature con scopritura di intonaco n.6;
- prove penetrometriche sulle malte n.6;
- indagini videoendoscopiche n.8;
- prove con martinetti piatti doppi n.3.

Le risultanze delle prove sono diffusamente riportati negli elaborati relativi alle indagini eseguite.

In esito alle suddette prove, nella tabella delle tipologie delle murature riportata al paragrafo C.8.5.3 della Circolare applicativa, sono state individuate le seguenti classi di appartenenza:

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Nei calcoli di verifica strutturale sono stati assunti i valori medi di resistenza e dei moduli elastici, in accordo a quanto prescritto dalla normativa per il livello di conoscenza LC2.