

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

Il progetto di restauro per la conservazione del costruito:

**Il caso studio del Mulino Querio in Foglizzo.
Metodologia HBIM per la musealizzazione di una
testimonianza proto-industriale del diciannovesimo secolo.**



Relatore:

Prof. Carlo Luigi Ostorero

Correlatore:

Ing. Valerio Borgo

Candidato:

Emanuele Chiffi

Aprile 2023

*Alle mie nonne,
Iolanda e Maria.
Ai nostri abbracci
colmi d'Amore.*

"Crede nella luce delle idee è un credere nella capacità dell'umanità di essere buona, di essere sana e di essere salva. Forse questo è un tempo in cui ci vuole molta forza e molto coraggio per avere fiducia nell'altro, però la fiducia come la fede sono esercizi che si fanno nei momenti difficili. È un grande atto di volontà. La fede è anche una scelta, è scegliere di vedere le cose notando che esiste anche una parte sana e salva e su quella bisogna fare leva e forza".

[GIORGIA TODRANI]

A chi, durante il percorso universitario, per almeno una volta si è sentito solo, non ascoltato, non supportato.

A chi non ha trovato la forza di affrontare le difficoltà con il giusto spirito, con il coraggio di raggiungere i propri sogni, lasciandosi divorare dalla paura.

A chi, per scelta o destino, ha posto fine al più grande dono, la vita, perché sommerso dal dolore e dal terrore.

Alle anime sensibili, agli ultimi.

A loro dedico questo mio sforzo.

Abstract

Lo scopo di questo lavoro è quello di illustrare il progetto di recupero e conservazione di un edificio proto-industriale, attraverso un approccio al restauro dell'esistente. Nel caso in esame, si affronta la problematica del recupero del Mulino Querio, un mulino storico sito nel comune di Foglizzo, simbolo della cultura e dello sviluppo proto-industriale del territorio, che ha subito nel corso dei secoli numerose trasformazioni strutturali, diverse dominazioni territoriali e innovazioni tecnologiche che lo hanno reso un edificio di inestimabile valore simbolico da restituire alla comunità, attraverso un progetto di musealizzazione e rifunzionalizzazione.

Non trattandosi di un'opera pregevole per arte e storia, ma di un edificio rimarchevole per la testimonianza dell'evoluzione tecnologica e funzionale che ne fece elemento indispensabile per la crescita della comunità, l'approccio ad un eventuale recupero parte dalla conoscenza approfondita della costruzione, attraverso lo studio dei documenti, delle testimonianze dell'epoca e delle tecniche costruttive tipiche di questa tipologia di edifici. Successivamente, l'analisi dello stato di fatto della struttura, si focalizza sulla presenza di degrado generalizzato e possibili soluzioni di intervento. Oltre alle tecniche tradizionali di restauro, la metodologia di intervento pone una particolare attenzione al HBIM (Heritage BIM), ossia l'applicazione della metodologia BIM agli edifici storici al fine di preservarne la peculiarità e di ottenere la riqualificazione conservativa. Si propongono pertanto campagne di indagini, rilievo e modellazione digitale, con l'obiettivo di ottenere un livello di conoscenza dell'edificio utile all'intervento di restauro. Nel rispetto dell'architettura storica, se ne propone una musealizzazione attraverso un adeguamento tecnologico, normativo e sostenibile, tramite soluzioni che interessano i materiali, i servizi e gli spazi del mulino, muovendosi da una visione globale ad una attenta ai dettagli.

The purpose of this work is to illustrate the project for the recovery and conservation of a proto-industrial building through an approach to existing restoration. In the case at hand, the issue of the recovery of the Querio Mill, a historic mill located in the municipality of Foglizzo, symbol of the culture and proto-industrial development of the area, is addressed. Over the

centuries, it has undergone numerous structural transformations, different territorial dominations, and technological innovations that have made it a building of inestimable symbolic value to be restored to the community through a project of musealization and functionalization.

Since it is not a valuable work in terms of art and history, but rather a remarkable building for the testimony of the technological and functional evolution that made it an essential element for the growth of the community, the approach to a possible recovery begins with a thorough knowledge of the construction through the study of documents, testimonies from the period, and the typical construction techniques of this type of building. Subsequently, the analysis of the current state of the structure focuses on the presence of generalized degradation and possible intervention solutions. In addition to traditional restoration techniques, the intervention methodology places particular attention on HBIM (Heritage BIM), i.e., the application of BIM methodology to historic buildings in order to preserve their peculiarities and achieve conservation requalification. Therefore, campaigns of investigations, surveying, and digital modelling are proposed, with the aim of obtaining a level of knowledge of the building useful for the restoration intervention. In respect of the historic architecture, a musealization is proposed through technological, regulatory, and sustainable adaptation, through solutions that involve the materials, services, and spaces of the mill, moving from a global vision to a meticulous focus on details.

Indice

Introduzione.....	1
Capitolo 1	3
Il mulino di Foglizzo.....	3
1.1. <i>Il comune di Foglizzo e i territori del Canavese</i>	<i>5</i>
1.2. <i>Il contesto storico-culturale: dalle prime tracce del 1200 al 1800</i>	<i>8</i>
1.3. <i>Il mulino della famiglia Querio</i>	<i>11</i>
1.4. <i>Il funzionamento: la grande macchina del mulino</i>	<i>15</i>
1.5. <i>La fine delle attività e la donazione al Comune di Foglizzo.....</i>	<i>27</i>
Capitolo 2	28
Il mulino oggi.....	28
2.1. <i>Lo stato di fatto: l'abbandono e il degrado.....</i>	<i>30</i>
2.2. <i>L'evoluzione tecnico costruttiva dell'edificio.....</i>	<i>37</i>
2.2.1. L'analisi di sviluppo dei volumi costituenti.....	40
2.2.2. Le manutenzioni straordinarie e gli interventi di consolidamento strutturale.....	43
2.2.3. La distribuzione funzionale degli ambienti	46
Capitolo 3	49
Il progetto di restauro.....	49
3.1. <i>L'approccio al restauro</i>	<i>49</i>
3.2. <i>Analisi del degrado: Metodo Mario dalla Costa.....</i>	<i>52</i>
3.3. <i>Livelli di conoscenza e fattori di confidenza per la caratterizzazione del costruito.....</i>	<i>57</i>
3.3.1. Definizione della campagna di indagini.....	59
3.4. <i>HBIM: la metodologia BIM applicata al patrimonio storico.....</i>	<i>64</i>

3.4.1. L' Heritage Building Information Modeling per il Mulino Querio	69
3.5. <i>Il restauro dell'esistente: tecniche di intervento sui materiali</i>	74
3.5.1. Il restauro delle superfici esterne	75
3.5.2. Il restauro delle superfici interne	77
3.5.3. Tecniche di intervento specifiche	77
3.5.4. La rimozione degli elementi incongrui	79
3.5.5. Il restauro dei macchinari interni e del dipinto di San Martino	80
3.6. <i>Il restauro degli elementi strutturali</i>	81
3.6.1. Consolidamento della muratura esistente	81
3.6.2. Consolidamento del solaio in voltini	83
3.6.3. Rifacimento del manto di copertura	86
3.6.4. Consolidamento dei solai lignei	89
Capitolo 4	91
Il progetto di musealizzazione.....	91
4.1. <i>L'esposizione e l'illuminazione delle macchine</i>	94
4.2. <i>Cenni di adeguamento impiantistico</i>	97
4.3. <i>La piattaforma elevatrice e il restauro delle giranti</i>	98
4.4. <i>Progettazione dei servizi: la nuova struttura esterna</i>	101
4.5. <i>La riqualificazione delle aree antistanti</i>	102
4.6. <i>Querio Mill interactive tools: VR per un'esperienza immersiva</i>	103
Conclusioni.....	105
Bibliografia	106
Sitografia	108
Ringraziamenti	110
Elaborati.....	114

“Post nubila, phoebus”.

[ANONIMO]

Introduzione

Il mulino Querio è un simbolo del patrimonio proto-industriale dei territori del canavese, sito nel cuore del borgo storico della città di Foglizzo.

Attualmente in stato di degrado e abbandono, rappresenta un problema di sicurezza non solo per la costruzione stessa ma anche per l'ambito urbano in cui è inserito. Si trova infatti in una posizione di preminenza in corrispondenza dell'antica *Porta Molendini* di accesso al borgo storico e del canale d'acqua che lo attraversa, affluente del torrente Orco. In seguito alla riqualificazione degli edifici residenziali circostanti, l'edificio di ampio volume in progressivo deterioramento costituisce ad oggi una situazione di emergenza da risolvere.

Poiché il mulino non è vincolato come bene storico-architettonico, ci sono margini per introdurre soluzioni progettuali innovative e idonee al caso studio, salvaguardando la facciata sud per mantenere la continuità del tessuto urbano. Inoltre, l'edificio è classificato come caratterizzante il tessuto storico sottoposto a limiti paesaggistico-ambientali, il che stimolerebbe l'applicazione di sistemi di ristrutturazione appropriati solo in seguito di consultazione con la Soprintendenza ai beni culturali.

Al fine di raggiungere questo obiettivo, sono state condotte indagini sulla struttura utilizzando il rilievo con laser scanner e la restituzione grafica del degrado è stata realizzata secondo la proposta di rappresentazione simbolica e infografica del Professor Architetto Mario dalla Costa. In una fase successiva del progetto, è stata prevista una campagna di indagini sugli elementi costituenti l'edificio, al fine di ottenere un livello soddisfacente di conoscenza dell'edificio. L'insieme delle informazioni raccolte è stata inserita in un modello digitale dell'edificio, in fase di stato di fatto e di stato di progetto, seguendo le indicazioni fornite dalla metodologia BIM per gli edifici storici appartenenti al patrimonio costruito (HBIM).

Sono stati illustrati gli interventi di restauro delle facciate, tenendo conto dei materiali costituenti e delle tecniche opportune di intervento, con particolare attenzione ai lavori di consolidamento strutturale. Infine, è stata effettuata la redazione di una proposta di valorizzazione/musealizzazione del Mulino Querio per renderlo accessibile al pubblico e far conoscere questa particolare declinazione della rivoluzione industriale tipica delle aree rurali agricole. Il progetto proposto prevede l'adeguamento della struttura alla nuova destinazione d'uso, con l'installazione di una piattaforma che garantisce l'accesso ai piani e l'utilizzo di

tecnologie innovative, come i visori VR, per rendere fruibili alcuni ambienti inaccessibili. In questo modo, i visitatori potranno immergersi in un'esperienza museale completa, con animazioni e ricostruzioni digitali che illustrano i processi antichi di macinazione dei cereali e il funzionamento dei macchinari.

Infine, la riqualificazione delle aree esterne e l'aggiunta di servizi igienici e ristorazione renderanno il mulino un luogo accogliente e confortevole per i visitatori.

In conclusione, la decisione finale sul progetto di recupero e manutenzione del mulino Querio a Foglizzo richiede un'analisi attenta e approfondita di tutti gli aspetti in gioco, cercando di trovare un equilibrio tra la conservazione del patrimonio culturale e l'adeguamento alle esigenze urbane e funzionali attuali.

Capitolo 1

Il mulino di Foglizzo

Il Mulino Querio si può definire come un complesso di archeologia proto-industriale che è stato sotto il controllo dei Conti di Biandrate per secoli, poi di proprietà dei fratelli Querio dal 1886 e, solo di recente, è stato trasferito al Comune di Foglizzo tramite donazione. Si tratta di un importante esempio di attività di lavorazione dei prodotti agricoli che utilizzava le tecnologie disponibili, che si sono aggiornate nel corso del XIX e XX secolo. Situato ai margini del centro urbano, non lontano dal Castello dei conti San Giorgio di Biandrate, il Mulino Querio utilizzava l'acqua di un canale artificiale ancora esistente per generare l'energia meccanica necessaria al funzionamento delle macchine utilizzate per la trasformazione dei cereali in farina di mais, grano e altri alimenti.

La struttura odierna esistente risulta pertanto frutto di una evoluzione storica da approfondire in modo attento e puntuale. Dalla documentazione storica, si evince che l'edificio principale ospitava tutte le attrezzature necessarie per la raccolta, la lavorazione, la trasformazione, il porzionamento e l'imballaggio delle farine, rendendo il Mulino Querio di Foglizzo uno dei più importanti manufatti del luogo, che testimonia un particolare aspetto dell'evoluzione tecnologica e ingegneristica per la semi lavorazione e la lavorazione dei cereali.

Sebbene non presenti particolari emergenze di tipo artistico monumentale, il Mulino potrebbe essere considerato come una sorta di versione tridimensionale delle celebri illustrazioni a corredo delle pagine dell'Encyclopedie di Diderot e D'Alambert. In questo senso, rappresenta un prezioso testimone di un sapere applicato strettamente alle attività economiche della comunità.

Nel caso in esame, quindi, nonostante lo stato di conservazione del manufatto sia discretamente buono, vi sono alcuni elementi del sistema strutturale della copertura e del sottosistema edilizio di involucro che necessitano di restauro. La condizione di degrado diffuso, interno ed esterno alla struttura, richiede infatti un insieme di interventi che verranno illustrati di seguito lungo il corso della trattazione, volti a preservarne la conservazione unitamente della struttura e dei macchinari ivi custoditi.

Al fine di prevedere un intervento di restauro consono all'eredità culturale e sociale di cui il mulino risulta testimone esistente, l'approfondimento della narrazione storica e il prezioso supporto della famiglia Querio hanno costituito la base di partenza dell'analisi del caso di studio in esame.

1.1. Il comune di Foglizzo e i territori del Canavese

Il mulino oggetto del presente elaborato è inserito nel contesto territoriale del comune di Foglizzo, sito a 25 km da Torino e facente parte della cintura di paesi appartenenti alla città metropolitana piemontese. Seppur di estensione territoriale esigua, abitato da circa 2200 residenti, il comune di Foglizzo ha una storia che si perde nel tempo.¹

Le prime informazioni storiche riguardanti questo borgo risalgono all'era dell'Impero Romano, quando rappresentava una tappa della strada lastricata più breve per raggiungere la Gallia (attuale Francia), la nota *via Cursi*. Sono state rinvenute infatti tombe romane sia lungo la strada verso Montanaro² che nella zona della chiesa di San Sebastiano, grazie a campagne di scavi archeologici svolte nei secoli. La sua importanza nel periodo storico del primo medioevo, la si deve anche a diverse citazioni contenute in documenti ufficiali: Foglizzo viene nominata infatti in un Diploma Imperiale di Carlo il Grosso insieme ad altri territori donati al vescovo di Vercelli, di cui resterà dominio almeno fino al XI secolo³. Dal XII secolo, il controllo passa poi nelle mani dei Conti di Biandrate grazie a Guido il Grande, comandante delle truppe di Federico Barbarossa, che lo ottiene tramite il matrimonio con Isabella del Monferrato. Foglizzo resta indipendente fino al 1326, poi vassallo dei Marchesi di Monferrato e sotto il dominio sabauda dal 1631. Dal 1811 i Biandrate vendono i territori alle famiglie agricole, ma solo nel 1885 il Comune viene autorizzato ad acquistare il Castello (attuale sede del municipio) e ottiene il controllo del borgo. Il castello, di origine tardo-romana, costituisce pertanto il simbolo della città fin dalle sue origini. La sua posizione elevata rispetto al paese, lo rende un ottimo luogo di difesa e rifugio soprattutto nel periodo medievale.⁴ Originariamente una fortezza antica, ha subito diversi ampliamenti nel corso dei secoli, soprattutto sotto il dominio dei Conti di

¹ AA VV., "Foglizzo. L'antico borgo del Canavese riabbraccia il Castello dei Biandrate", 25 marzo 2023, https://www.cdp.it/sitointernet/page/it/ristrutturazione_castello_di_foglizzo__comune_di_foglizzo?contentId=TRG33605

² Montanaro è un comune del Canavese confinante con il comune di Foglizzo.

³ <https://www.sapere.it/enciclopedia/Foglizzo.html>

⁴ <https://www.comune.foglizzo.to.it>

Biandrate. A questa struttura e alla sua storia, è legato indissolubilmente il mulino stesso. Dalle informazioni contenute nei documenti storici, si evince infatti che entrambi sono collegati alla venuta dei Conti Biandrate (quindi esistono già nel 1200) e vengono nominati negli Statuti del 1387, in cui si cita la “porta del mulino”, *Porta Molendini*, una delle porte delle antiche mura che cingevano il borgo e un “sentiero” che lungo il fossato delle mura, portava alla roggia del mulino.⁵

L’origine del nome *Foglizzo* è di dubbia certezza; se in alcuni scritti si fa riferimento a *Fulgitium*, ulteriori testimonianze storiche fanno risalire l’etimologia alla parola *Fulgidium* (dal latino *fidgere* che significa *risplendere*). Questa denominazione deriva probabilmente dalla presenza di un bosco di pioppi bianchi intorno al paese, le cui foglie sono lucenti in autunno e che conferiva al contesto un aspetto “fulgido, splendente”; oppure dai faggi della zona; o ancora dalla *Sylva Fullicia* l’antica selva circostante, con il tipico colore fulvo, rossiccio. Tuttavia, l’esistenza di diverse interpretazioni circa la denominazione, ne conferisce la mancanza di certezze assolute⁶.

Geograficamente il paese si colloca nella propaggine dell’anfiteatro morenico di Ivrea, su una modesta altura, a sinistra del torrente Orco. Borgo anticamente aggregato ai territori del Canavese, si è distinto per la pratica dell’agricoltura, in particolare per la produzione di mais, cereali e saggina, da cui si ottenevano le tradizionali scope prodotte dagli artigiani locali. Proprio le caratteristiche orografiche ed idrografiche del territorio sono state sfruttate al meglio dai foglizzesi: se da un lato, l’altura su cui sorge il castello ha rappresentato un luogo difensivo protetto, dall’altro, la presenza del fiume, ha consentito alle attività locali lo sfruttamento delle risorse idriche come energia da utilizzare nei secoli. Non di rado, infatti, in tutti i territori del canavese (di cui come specificato, anche Foglizzo fa parte), si osservava la presenza di mestieri tipici come *cadregai* (impagliatori di sedie), falegnami, artigiani del rame e impagliatori delle scope in saggina, antichi mestieri dell’area del Canavese che sfruttavano soprattutto il moto

⁵ <https://fondoambiente.it/luoghi/mulino-querio>

⁶ S. VISI, “*Storia di Foglizzo*”, Ivrea 1922

delle acque nei torrenti per muovere giranti, argani e meccanismi utili alle lavorazioni meccaniche e preindustriali.⁷

Allo stesso modo, anche il mulino di Foglizzo ha utilizzato nel corso dei secoli, l'energia fornita dal torrente Orco, per la macinazione di farine di diverso tipo. Il suo funzionamento nel corso della storia ha caratterizzato la vita dei popoli di questi territori: risulta pertanto evidente l'importanza strategica di un edificio storico di questo calibro, sia per la popolazione stessa, che per il patrimonio artistico e culturale di cui fa parte. La messa in sicurezza e la successiva restituzione alla comunità di questo gioiello, risulta pertanto un obiettivo da raggiungere al più presto.



Figura 01: Abitato di Foglizzo nella carta degli Statuti Sabaudi del 1852.

(Fonte: GeoPortale Piemonte).

⁷“Antichi mestieri del Canavese – Documentario (1980)”, *Rai Storia* (canale Rai su youtube), 25 marzo, 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=EVbuXrcJUgg>

1.2. Il contesto storico-culturale: dalle prime tracce del 1200 al 1800

Come riportato nei capitoli precedenti, non si hanno indicazioni storiche precise riguardo gli anni della costruzione del mulino o il suo funzionamento.

Dalle informazioni contenute nei documenti storici, si evince come il mulino fosse già presente nella sua sede odierna a ridosso del torrente Orco. Lo si nomina infatti negli Statuti del 1387⁸, in cui viene citata la “porta del mulino”, *Porta Molendini*, una delle aperture nelle antiche mura che cingevano il borgo; in un articolo successivo dello stesso documento ufficiale, viene riportata l’esistenza di un “sentiero” che lungo il fossato delle mura, portava alla roggia del mulino.

Al fine di ricostruire la storia del mulino e del borgo stesso, risulta pertanto necessario descrivere le condizioni di vita della popolazione di questi territori nel corso dei secoli. Durante gli anni del dominio da parte dei Conti di Biandrate, il mulino era probabilmente sotto il controllo dei nobili, come il castello stesso, che per volontà di questi ultimi venne ampliato nel volume rispetto alla struttura tardo romana originaria (il *castrum* del borgo antico).⁹

Sui territori del Canavese, compresi tra le odierne Torino, Biella e Vercelli, dopo l’abdicazione del re Arduino nel 1014, si formarono casati nobiliari che affermarono la loro signoria, sotto i titoli di “Conti di San Martino”, “Conti di Valperga” e “Conti di Biandrate” (il ramo canavesano di questi ultimi, divenne poi “Conti di San Giorgio”). Ognuno dei tre raggruppamenti costituiva una potenza, disponendo delle entrate derivanti dalle politiche di gestione comuni e delle azioni sul territorio e sulle popolazioni. Tuttavia questo equilibrio risultava flebile per diversi aspetti:

- Ad ogni generazione, venivano spartite le quote ereditarie tra le casate: vennero a formarsi diversi gruppi (i consortili) nei quali il capo famiglia aveva il titolo nobiliare, ma vedeva il proprio potere e le proprie ricchezze indebolirsi.

⁸ Cfr. gli statuti di Foglizzo del 1387, in *Corpus statutorum Canavisii*, II, pp. 379-393

⁹ AA VV. “Castello dei Biandrate a Foglizzo. Un fortilizio a dominio del paese”, *Parco piemontese* (sito web), 25 marzo, 2023, <http://www.parcopiemontese.it/pun-dettaglio.php?id=975>

- Dal punto di vista geografico, il potere dei Conti si estendeva su borghi distanti pochi chilometri gli uni dagli altri, con conseguenti contese: diritti, proprietà e possedimenti di appezzamenti territoriali, beni e attività produttive erano distribuiti a chiazze, sovrapponendosi non di rado gli uni su gli altri.
- La popolazione veniva vessata da parte dei nobili, attraverso il pagamento di tasse, l'imposizione di oneri senza il loro consenso e il controllo sulla produzione; era pertanto crescente tra i residenti la richiesta di *franchigie*¹⁰ alle casate regnanti.

Sull'intera regione del Canavese, inoltre, discendeva legittimamente il potere sabauda, che tuttavia doveva confrontarsi con la frammentazione dei diritti suddivisi tra decine di casate differenti. Al fine di garantire unità, nel 1372 il marchese di Monferrato cedette ad Amedeo VI di Savoia i possedimenti del canavese, invitando le casate nobiliari a rendere omaggio al conte di Savoia. La situazione però esplose ben presto, quando le diatribe tra casate nobiliari portarono a assalti dei borghi, razzie ed uccisioni ai danni delle popolazioni locali¹¹, le quali decisero di riunirsi in leghe supplicando l'intervento dei Savoia contro le vessazioni dei nobili su diritti personali e prelievi fiscali¹². Tuttavia, il potere sabauda pur permettendo alcune concessioni, punì tramite sanzioni pecuniarie le popolazioni per la costituzione delle leghe.¹³

Pertanto, le leghe scontente della risposta tiepida dei Savoia e deluse dalle sanzioni pecuniarie, diedero inizio ad una forte ribellione (il **Tuchinaggio**¹⁴) che portò all'espulsione dei conti canavesani dalle loro dimore, pensando di ottenere in questo modo il controllo dei territori canavesani. Del resto, al 1387 risalgono i già citati Statuti che, sia ai foglizzesi che alle comunità dei restanti borghi del Canavese, riconoscevano diritti e concessioni. Nello stesso anno infatti, il marchese del Monferrato cercò di recuperare i feudi ceduti al duca Amedeo, aprendo un fronte del conflitto contro i Savoia. La risoluzione del conflitto giunse grazie al duca Gian Galeazzo

¹⁰ Nel diritto medievale, concessione di un privilegio da parte del signore ai propri soggetti.

¹¹ P. AZARIO, *De Statu Canapicii Liber*, XVI/4

¹² A. BARBERO, *Rivolte urbane e rivolte contadine nell'Europa del Trecento*, Firenze University Press, Firenze 2006

¹³ Ibidem

¹⁴ Il *Tuchinaggio* fu una rivolta avvenuta in Canavese, soprattutto nelle valli alpine, alla fine del XIV secolo per l'insofferenza delle comunità locali verso l'eccessivo potere dei feudatari.

Visconti, nel 1389 con un trattato in cui gran parte delle comunità sottomesse al Monferrato, tornano sotto il dominio sabauda: alcuni tuchini avevano quindi contrattato con i principi al fine di mantenere il controllo armato del territorio. Le rivolte delle restanti comunità ribelli vengono sedate dai Savoia stessi e alcuni membri delle leghe vengono giustiziati. Nel 1391 il potere ritorna nelle mani dei nobili, con garanzie di stabilità e unità da parte dei Savoia e concessioni sui diritti personali dei residenti, ai quali sono ridotte alcune ammende e obblighi precedentemente esistenti nei confronti dei nobili. In uno scritto del prof. Alessandro Barbero, si legge infatti:

«[...] la pacificazione del 1391 risultò di gran lunga più vantaggiosa per i sudditi di quanto non fosse stata quella di sei anni prima, avviando concretamente il ridimensionamento dello sfruttamento signorile, è difficile non concludere che dal punto di vista delle comunità ricorrere alla violenza per sbloccare una situazione senza via d'uscita poteva anche risultare pagante.»¹⁵
(A. Barbero, op cit.).

Dalle vicende di questi territori e del borgo di Foglizzo in particolare, diviene semplice risalire quindi alla storia del mulino stesso: si può supporre infatti, dalle prime tracce storiche, risalenti al 1200, che il controllo delle attività produttive fosse nei poteri delle Signorie di questi territori; in particolare, la dominazione dei Conti di Biandrate sul borgo di Foglizzo, si estendeva anche alla proprietà del mulino storico, posto lungo le mura di cinta del borgo e a pochi metri dal Castello, residenza nobiliare dei Conti stessi. Si può pertanto supporre che il mulino fosse al servizio delle necessità del castello, per la fornitura di materie prime necessarie alla preparazione dei cibi.

¹⁵ A. BARBERO, “La rivolta come strumento politico delle comunità rurali: il Tuchinaggio nel Canavese (1386-1391)”, in *Linguaggi politici nell’Italia del Rinascimento*, a cura di A. Gamberini e G. Petralia, Roma 2007, pp. 245-266

1.3. Il mulino della famiglia Querio



Figura 02: Iscrizione sul fronte ovest, si legge “1886 FRATELLI QUERIO”.

Nei secoli successivi, come anticipato in precedenza, il dominio dei territori resta nelle mani dei conti fino al 1811, quando i Biandrate vendono i suoli alle famiglie agricole e nel 1885 quando il Comune viene autorizzato ad acquistare il Castello e ottiene il controllo del borgo. Al 1886 risale infatti l’acquisto del mulino antico da parte della famiglia Querio¹⁶, che lo gestirà durante gli anni delle due guerre mondiali, fino alla progressiva chiusura dei giorni nostri e alla cessione della proprietà al Comune di Foglizzo¹⁷, da parte dell’ultima erede, la signora Franca Querio.

Proprio quest’ultima, in un’intervista rilasciata al giornale LA VOCE nel giugno del 2021, racconta la storia recente del mulino, una storia legata ai ricordi della sua famiglia e del padre Piero che ne ha gestito il funzionamento nell’ultima metà del secolo scorso.

In particolare, seguendo il racconto di Franca, si riesce ad immaginare ancora il movimento delle macine in pietra che costituivano la struttura originaria del mulino stesso. Le due giranti in ferro poste lungo il prospetto Ovest dell’edificio erano alimentate dalla corrente delle acque del torrente Orco. Una paratia mobile veniva azionata per far scorrere le acque lungo una canalizzazione (la *gora*¹⁸ stessa oppure una canalizzazione sospesa in metallo) che portava la corrente direttamente sulla girante da azionare, che per energia meccanica, ruotava lungo il suo asse (*albero*) muovendo le ruote dentate degli ingranaggi, capaci di azionare tre macine posizionate su un piano rialzato in legno: la prima, verso l’ingresso Nord, era utilizzata per la

¹⁶ I. FONTANA, “FOGLIZZO. Franca Querio racconta la storia del Mulino millenario”, *Giornale LA VOCE* (blog), 25 marzo, 2023, <https://www.giornalelavoce.it/video/blog/418764/foglizzo-franca-querio-racconta-la-storia-del-mulino-millenario-video.html?id=0>

¹⁷ AA VV, “Il mulino Querio sarà del Comune”, *Giornale La Sentinella del Canavese* (blog), 25 marzo, 2023, <https://lasentinella.gelocal.it/ivrea/cronaca/2017/10/02/news/il-mulino-querio-sara-del-comune-1.15933873>

¹⁸ La *gora* è un canale artificiale derivato da un fiume per portare acqua come forza motrice ad un mulino.

macinazione del grano con la crusca, da cui si otteneva la farina grezza, integrale. La seconda struttura, invece, era impiegata per la macinatura della saggina, principalmente utilizzata come foraggio per il bestiame; nella terza ed ultima macina, veniva lavorato il gran turco¹⁹.

La produzione di farine del mulino era continuativa, anche e soprattutto nel periodo dei due conflitti mondiali, nei quali la popolazione vedeva nel pane ottenuto dalle farine dei mulini, la principale fonte di sostentamento delle famiglie, dei soldati e dei cittadini che versavano in condizioni di estrema povertà.

Tuttavia, nel periodo successivo al secondo dopoguerra, la richiesta di farine grezze da parte della popolazione diminuì drasticamente; dopo un conflitto mondiale che aveva decimato la popolazione, distrutto intere città e portato la fame, fu viva la necessità da parte del ceto medio di raggiungere un livello di benessere superiore che passava anche attraverso il buon cibo. Vennero infatti richieste farine più raffinate, che garantivano la realizzazione del pane bianco, considerato in quei tempi un alimento quasi pregiato.

Al fine di soddisfare la richiesta dei propri clienti, Piero Querio, secondo il racconto della figlia Franca, acquistò 3 macine elettriche a cilindro dalla ditta BLANC di Torino, leader del tempo nel campo della produzione di macine molitorie e macchinari per l'industria agricola.²⁰



Figura 03: Da sinistra, laminatoi cilindrici della ditta BLANC; macine antiche con tramoggia in legno.

(Fonte: foto dell'autore).

¹⁹ I. FONTANA, "FOGLIZZO. Franca Querio racconta la storia del Mulino millenario", *Giornale LA VOCE*

²⁰ U. RODDA, *Storia dell'industria piemontese*, Torino, 2021

Le tre macine a cilindro affiancavano quindi le tre antiche in pietra, rendendo la farina lavorata, sempre più raffinata. Il mulino operava a pieno régime, di giorno e di notte, sotto la supervisione costante degli operai che controllavano il lavoro delle macchine e molto spesso si fermavano la notte nelle stanze al primo piano.

Come visto fino ad ora, pertanto, la testimonianza dell'ultima erede, la signora Franca Querio, risulta fondamentale non solo dal punto di vista storico, con l'obiettivo di ricostruire la vita del mulino nel periodo pi  recente, quello del secolo scorso, ma soprattutto dal punto di vista culturale, sottolineando l'estrema importanza e la connotazione simbolica che lo stesso mulino ricopre per la comunit  di Foglizzo.

Nell'immagine collettiva, infatti, vi   ancora il signor Piero Querio, il mugnaio, che passando per le vie del borgo con il proprio carretto in legno, ritirava a domicilio i sacchi di grano degli agricoltori, annunciando il suo arrivo con il suono di una campanella. I sacchi venivano poi svuotati all'interno di vani e condotte che attraversavano tutta la struttura del mulino, fino a giungere alle macine, dove il grano era macinato. Terminata la lavorazione, il sacco era riempito di farina, pesato e caricato sul carretto in legno per essere destinato al cliente finale, sempre attraverso la distribuzione porta a porta.



Figura 04: Da sinistra, ruota del carro per il trasporto delle farine; targa di immatricolazione; Carlo Ostorero e Simone Gramaglia ispezionano lo stato di conservazione del mezzo di trasporto.

(Fonte: foto dell'autore).

Questa consuetudine, che legava umanamente Piero Querio alla popolazione, si è ripetuta fino al progressivo calo della domanda di macinazione del grano da parte dei clienti in vista di un diffuso sviluppo progressivo dei grandi mulini industriali, sempre più avanzati sul piano tecnologico, della ricerca e dei metodi di lavorazione. Non potendo più competere con i grandi colossi industriali, nel 1986 Piero Querio decise di chiudere la propria attività, lasciando successivamente in eredità la struttura alla figlia Franca. Solo nell'ottobre del 2017, probabilmente a fronte dello stato di degrado avanzato e della mole di interventi di manutenzione economicamente insostenibili per un privato, è giunta la decisione da parte di quest'ultima, di donare l'intero complesso molitorio al comune di Foglizzo²¹, con l'obiettivo di restituire alla comunità un bene di inestimabile valore culturale, storico e simbolico, la cui musealizzazione, come previsto dal presente progetto, ne garantirebbe la dignità che merita una tale traccia del passato per le generazioni future.



Figura 05: Da sinistra, fronte Sud-Est con ingresso principale al mulino; vista Nord-Ovest su via Perla.

(Fonte: foto dell'autore).

²¹ AA VV, "Il mulino Querio sarà del Comune", *Giornale La Sentinella del Canavese* (blog), 25 marzo, 2023, <https://lasentinella.gelocal.it/ivrea/cronaca/2017/10/02/news/il-mulino-querio-sara-del-comune-1.15933873>

1.4. Il funzionamento: la grande macchina del mulino

Al fine di comprendere il complesso funzionamento del mulino e il suo sviluppo tecnologico nel corso dei secoli, è fondamentale descriverne le componenti e andare a ricercare nella documentazione storica, una forma di narrazione cronologica che parta dal concetto di sfruttamento di forme di energia presenti in natura, impiegate nel lavoro, fino ai giorni nostri.

La storia dei mulini risale a migliaia di anni fa, quando l'uomo iniziò a cercare modi per macinare il grano e altri cereali per produrre farina. I primi mulini erano semplici pietre da macinazione azionate manualmente o da bestie da soma, ma con il passare del tempo, grazie anche allo sfruttamento di forme di energia continua, i mulini si sono evoluti e sono stati costruiti in diverse forme e dimensioni.²²

Uno dei primi tipi di mulini ad acqua è stato il *mulino a pale*, in cui le giranti venivano posizionate in un torrente per sfruttare la forza motrice dell'acqua che scorreva. Questi mulini erano comunemente usati per la macinazione del grano e della farina.

In seguito, sono stati i *mulini a vento* a diventare popolari in molte parti del mondo, in particolare in Europa. Questi mulini erano dotati di grandi pale rotanti che sfruttavano la forza del vento per azionare la macchina. I mulini a vento venivano utilizzati per macinare il grano, ma anche per pompare acqua, tagliare legna da ardere e altri lavori meccanici. Le prime testimonianze dell'attività molitoria risalgono all'area mesopotamica, tra il Tigri e l'Eufrate, dove si pensa che i primi mulini a vento siano stati utilizzati per irrigare la pianura. Secondo alcune leggende, il re babilonese Hammurabi avrebbe promosso l'uso di questi mulini per muovere l'acqua e aumentare la produzione agricola. Questi mulini erano costituiti da pale che venivano mosse dal vento, trasmettendo il movimento a una pietra per la macinazione dei cereali. Questa tecnologia si diffuse poi in tutto il mondo e fu utilizzata per secoli nella produzione di farina e altri prodotti derivati dai cereali.²³

²² AA VV. "Mulini ad acqua: cenni storici", *Parco piemontese* (sito web), 25 marzo, 2023, <http://www.lozzodicadore.eu/sito/node/32>

²³ MADURERI, E., *Storia della macinazione dei cereali*, Chinotti Editori, Pinerolo, 1995

Tra i primi scritti sui mulini e sulla loro tecnologia si trovano quelli di **Vitruvio**, nel trattato *De Architectura* del 25 a.C., e quelli del poeta greco, Antipatro di Tessalonica (40 a. C. -20 d.C.); quest'ultimo in un suo epigramma dell'Antologia Greca descrive la tecnologia di un mulino a ruota verticale, sistema successivo a quello con ruota orizzontale. La descrizione grafica degli ingranaggi ortogonali descritta da Vitruvio rimase invariata fino ai nostri giorni.²⁴

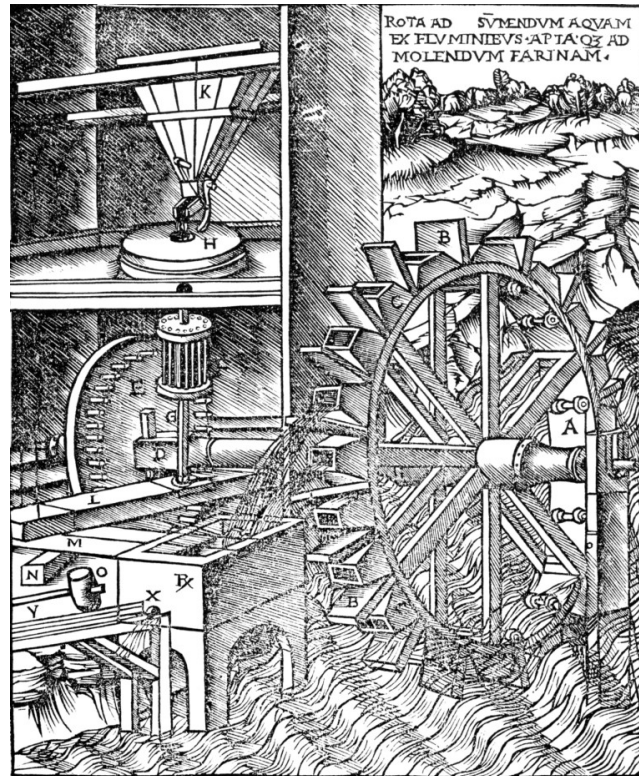


Figura 06: Mulino vitruviano da "De Architectura" edizione 1521.

(Fonte: <http://macchinetecnologiaromana.blogspot.com/2011/03/mulino-ad-acqua-di-vitruvio.html>).

Il mulino a ruota verticale, a differenza di quello a ruota orizzontale, non ha una trasmissione diretta, dove ad ogni giro di ruota corrisponde un giro della mola superiore, ma attraverso l'utilizzo dell'ingranaggio detto "ruota dentata-lanterna", vi è la moltiplicazione dei giri, oltre alla trasformazione del movimento di rotazione verticale della ruota, in orizzontale della mola.

²⁴ VITRUVIO POLLIONE, M., *De Architectura*, trattato, Roma, 1486-1487

La ruota verticale può essere colpita dall'acqua dall'alto, a metà o in basso, da cui derivano i nomi dei tre tipi di ruota idraulica, detta: “*per di sotto*”, “*per di sopra*” e “*per di fianco*”:²⁵

- **Per di sotto:** La ruota a palette è un tipo di ruota idraulica che sfrutta la spinta dell'acqua sulle pale immerse nella corrente per generare energia meccanica. La corrente d'acqua spinge le pale della ruota, facendola girare, e l'energia meccanica generata può essere utilizzata per alimentare macchinari o generare energia elettrica; si tratta di uno dei primi sistemi per la generazione di energia idraulica ed è stata utilizzata per secoli in tutto il mondo per alimentare mulini, segherie e altri macchinari. Anche se oggi ci sono tecnologie più avanzate per la generazione di energia, la ruota a palette è ancora utilizzata in alcune parti del mondo per la sua semplicità e affidabilità.
- **Per di sopra:** La ruota a cassetta è un altro tipo di ruota idraulica utilizzata per la generazione di energia meccanica che sfrutta il peso dell'acqua che cade sopra le pale sagomate a cassetta per generare energia. La forma a cassetta delle pale consente all'acqua di accompagnare la ruota per parte della sua circonferenza, aumentando così il suo rendimento rispetto alla ruota a "per di sotto". Questa tipologia è particolarmente adatta per salti d'acqua elevati e non richiede grandi quantità d'acqua, ma che essa sia ben diretta e convogliata. Questo tipo di ruota è presente in diversi mulini in Europa, tra cui i mulini a Lozzo di Cadore in Italia, il "moulin du Got" di Limoges in Francia e il "Chase-mill" in Bi-shop's Waltham nell'Hampshire in Inghilterra. Anche se oggi la tecnologia per la generazione di energia è avanzata, la ruota a cassetta viene ancora utilizzata in alcuni luoghi per la sua efficacia e per il suo fascino storico.
- **Per di fianco (o a metà):** La ruota idraulica colpita dall'acqua, anche chiamata ruota a "petto" o ruota a "fianco", è un altro tipo di ruota utilizzata per la generazione di energia meccanica. In questo caso, l'acqua colpisce la ruota a circa metà altezza, in un punto vicino al centro o al piede della ruota. La ruota a petto viene utilizzata per

²⁵ AA VV. “Mulini ad acqua: cenni storici”, *Parco piemontese* (sito web), 25 marzo, 2023, <http://www.lozzodicadore.eu/sito/node/32>

salti d'acqua di piccola e media altezza (fino a tre metri) e richiede un flusso d'acqua variabile e abbondante. Il rendimento di questo tipo di ruota è intermedio tra la ruota a "per di sotto" e quella a "per di sopra". La ruota a fianco, invece, viene colpita dall'acqua tra il centro e il piede e viene utilizzata per salti d'acqua leggermente più alti. La ruota idraulica colpita dall'acqua è stata sviluppata in epoca più tarda rispetto alla ruota a "per di sotto" e a "per di sopra", ed è stata utilizzata in Europa e in America per secoli come fonte di energia meccanica per la molitura di cereali, la lavorazione della legna e altre attività artigianali. Oggi, la tecnologia per la generazione di energia si è evoluta notevolmente, ma la ruota idraulica colpita dall'acqua viene ancora utilizzata in alcune parti del mondo per la sua semplicità e affidabilità.²⁶

I mulini tradizionali, come quelli ad acqua o a vento, sono costituiti da diversi elementi che lavorano insieme per macinare il grano o altri prodotti. Di seguito vengono illustrati alcuni degli elementi costituenti un mulino tradizionale:²⁷

Ruota idraulica o pale: nei mulini ad acqua, l'energia dell'acqua in movimento viene trasformata in energia meccanica tramite una ruota idraulica, mentre nei mulini a vento, l'energia del vento viene catturata dalle pale rotanti.

Albero: L'albero è un elemento fondamentale della trasmissione del movimento generato dalla ruota idraulica o da qualsiasi altra fonte di energia meccanica. Si tratta di un'asse di rotazione orizzontale, chiamato anche albero a motore, in quanto oltre a fare da perno per la ruota di forza, trasmette il movimento agli ingranaggi o ad altri elementi della macchina.

Negli impianti più complessi, l'albero è solitamente collegato a una serie di ingranaggi che permettono di aumentare la velocità di rotazione e di trasmettere il movimento alle macchine o ai meccanismi di lavoro. Invece, nelle tipologie meno complesse, l'albero può essere dotato di

²⁶ ibidem

²⁷ V. MARCHIS, *Quaderni di storia della tecnologia - Mulini e canali*, Levrotto e Bella, Torino, 1991

camme, che sono dei profili irregolari o a forma di perno, in grado di trasformare il movimento rotatorio in un movimento discontinuo o a impulsi.

Trasmissione: la trasmissione è costituita da una serie di ingranaggi o cinghie che trasferiscono l'energia dalla ruota idraulica o dalle pale rotanti alla macina.

Macina: la macina è costituita da due pietre circolari, una fissa e una rotante, che schiacciano e macinano il grano o altri prodotti. Le macine possono essere fatte di pietra, legno o metallo.

Meccanismi di regolazione: i meccanismi di regolazione consentono di modificare la distanza tra le due macine per regolare il grado di macinatura.²⁸

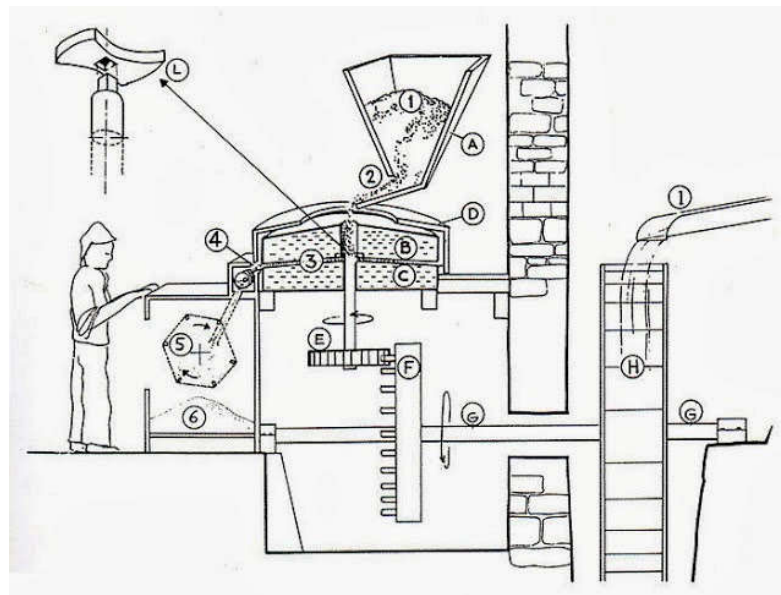


Figura 07: Funzionamento di un mulino; da sinistra, il cereale all'interno della tramoggia A) scende nella macina composta da due elementi B) e C). L'albero G) viene mosso dalla girante esterna H) sulla quale la canaletta con apposita doccia 1) lascia cadere l'acqua.

(Fonte: <http://mulinoripamonti.blogspot.com/2013/12/funzionamento-del-mulino-ripamonti.html>).

²⁸ A.I.A.M.S. "Glossario dei termini molitori", *Associazione Italiana Amici dei Mulini Storici* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://aiams.eu/archivio-mulini/glossario.html>

Esistono poi diversi sistemi per deviare o regolare il flusso d'acqua, a seconda delle esigenze del mulino; tra questi si individuano:

Presa: è una diga costruita a monte del mulino, allo scopo di aumentare il livello dell'acqua e di regolarne la portata; può essere realizzata con diverse tecniche costruttive, a seconda delle caratteristiche del terreno e delle esigenze del mulino. Una delle tecniche più comuni per la costruzione della presa consiste nell'utilizzo di sassi e di muri di piccolo spessore a secco, che vengono posati uno sull'altro per formare una barriera solida ma permeabile all'acqua. In alternativa, si possono utilizzare tronchi lignei, che vengono disposti in modo da formare una struttura intrecciata e resistente. L'acqua viene poi convogliata attraverso una canaletta artificiale, detta condotto di adduzione, che porta l'acqua dalle sorgenti o dalla diga fino alle ruote idrauliche del mulino. Il condotto di adduzione può essere realizzato in muratura, in legno o in metallo.

Paratoia o saracinesca: è una valvola utilizzata per regolare il flusso dell'acqua che viene convogliata verso il mulino. Inizialmente realizzata in legno e poi in ferro, la paratoia può essere azionata attraverso un meccanismo a leva o a vite, dall'interno del mulino (come se fosse un moderno controllo remoto) che permette di alzare o abbassare il livello dell'acqua all'interno della canaletta di adduzione. Quest'ultima, detta anche **roggia**, è un canale artificiale che trasporta l'acqua dalla presa del mulino fino alle ruote idrauliche. La canaletta può essere realizzata in diversi materiali, come ad esempio la trincea scavata nel terreno, mattoni o legno.

La **canaletta di adduzione** deve essere costruita in modo tale da garantire una portata costante di acqua alle ruote idrauliche del mulino, e quindi deve essere adeguatamente inclinata per consentire un flusso uniforme. Inoltre, deve essere dotata di un sistema di pulizia e manutenzione, in modo da evitare il rischio di ostruzioni o intasamenti che potrebbero compromettere il funzionamento del mulino.

Serranda: è una valvola posta al di sopra della doccia finale di alimentazione della ruota, che consente di regolare il flusso d'acqua e di evitare che la ruota venga danneggiata da eccessive portate d'acqua. Solitamente, la serranda è costituita da una sorta di sportello mobile, che può essere aperto o chiuso a seconda delle necessità, e che è manovrato da un meccanismo a leva o

a vite. Quando la serranda è chiusa, l'acqua in eccesso viene scaricata direttamente nel canale di scarico, evitando di danneggiare la ruota.²⁹

La **doccia** costituisce la parte finale della canaletta, inclinata in modo tale da andare a colpire con la giusta forza le cassette o le pale della girante idraulica.

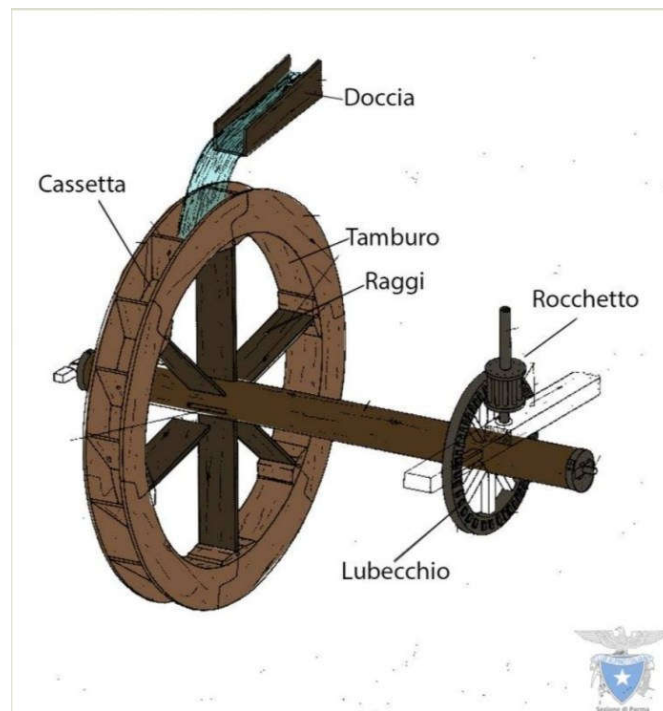


Figura 08: Funzionamento di un mulino; da sinistra, la doccia porta l'acqua in corrispondenza delle cassette della girante che riempiendosi, fanno ruotare la ruota e trasmettono il moto all'albero..

(Fonte: <https://www.altavaltrebbia.net/2021/10/13/i-mulini-ad-acqua>).

Se all'esterno si riscontrano gli elementi sopracitati, è all'interno della struttura del mulino che la tecnica trova la propria applicazione attraverso macchinari e dispositivi necessari alla macinazione del grano. Di seguito si trovano:

Il castello: costituisce l'ossatura portante del mulino, soprattutto nei mulini ad acqua, ed è costituito principalmente da travi di legno, a volte rinforzate da elementi metallici. All'interno del castello si trovano le parti meccaniche del mulino, come l'asse di trasmissione, le ruote

²⁹ ibid

dentate, le macine e i sistemi di regolazione della macinazione. La parte inferiore del castello solitamente è stata chiusa con pannelli di legno, per proteggere gli operatori dai meccanismi rotanti, mentre la parte superiore è stata destinata a deposito per la farina e altri prodotti del mulino, oltre all'alloggiamento delle macine stesse.



Figura 09: Da sinistra, tramoggia e macina poste sul castello che le sorregge; ingranaggi e elementi di trasmissione del moto posti al di sotto del castello.

(Fonte: foto dell'autore).

La macina: intesa in questo caso come “parte per il tutto”, è composta da un elemento superiore ed uno inferiore; la macina inferiore (detta anche *dormiente* o *pedana*) è costituita da una lastra di pietra di forma piatta, mentre quella superiore (chiamata *rotante* o *volante*) ha una forma conica e può essere sollevata o abbassata tramite un sistema di bilanciamento per regolare la finezza della macinazione. Le canalette incise sulle macine sono detti *solchi*, e servono a separare il chicco di grano in parti più o meno fini. I solchi sulla mola superiore erano generalmente a spirale, per spingere il chicco verso l'esterno, mentre quelli sulla mola inferiore erano diritti, per mantenere il chicco al centro. Il processo di macinazione consisteva nell'abbassare la mola superiore sulla mola inferiore in modo da schiacciare il chicco di grano tra le due pietre e farlo passare attraverso i solchi, riducendolo in farina. La macinazione poteva essere più o meno fine a seconda della distanza tra le due mole e del tipo di solchi utilizzati.

Inoltre, era importante evitare l'accumulo di impurità tra le canalette delle macine, che potevano compromettere la qualità delle farine prodotte. Per questo motivo, le macine venivano pulite e raschiate regolarmente, soprattutto durante il cambio del tipo di grano macinato.

La tramoggia: struttura fondamentale nei mulini ad acqua e serve a contenere il grano da macinare prima di farlo passare attraverso il foro centrale della mola superiore. È solitamente realizzata in legno e ha la forma di una cassetta quadrangolare che si restringe verso il basso a forma di imbuto per permettere al grano di scendere gradualmente. La valvola posta alla base della tramoggia serve a regolare il flusso del grano in modo da controllare la quantità di grano che entra nella mola superiore.³⁰

All'interno della tramoggia, anticamente era presente un sistema sonoro (detto *uccellino*) costituito da un cordino alla cui estremità era collegato un contrappeso; quest'ultimo veniva posto al di sopra della massa di cereali che, scendendo gradualmente nella macina, faceva tendere il cordino e abbassare il pesetto stesso. Giunto ad una certa altezza, la tensione del cordino faceva suonare una campanella che avvertiva il mugnaio che la tramoggia era vuota e doveva essere riempita.³¹ Vi era inoltre un sistema vibrante che consentiva l'immissione del cereale all'interno delle macine costituito da un elemento scanalato (in genere cilindrico) che ruotando sul proprio asse, batteva contro una paletta in legno: veniva generato in questo modo un tremolio.³²

³⁰ A.I.A.M.S. "Glossario dei termini molitori", *Associazione Italiana Amici dei Mulini Storici* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://aiams.eu/archivio-mulini/glossario.html>

³¹ "Il Mulino rimasto indietro nel tempo – Documentario (2018)", *Albyphoto Urbex* (canale youtube), 25 marzo, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=C0YtTP_6UR8

³² *ibid*



Figura 10: Da sinistra, tramoggia e cordino del sistema “uccellino”; buratto con cilindro interno.
(Fonte: foto dell'autore; <https://tuttoin1.it/buratto-macchina-antica-setacciare/>).

Il buratto: macchina utilizzata per la separazione della farina dalla crusca, generalmente costituita da cilindri ricoperti da tessuto di diversa trama e fittezza; il buratto normalmente affiancava la tramoggia con le macine ed era posto sul castelletto.³³

Con l'avvento della rivoluzione industriale nel XVIII e XIX secolo, i mulini sono stati ulteriormente sviluppati e modernizzati. I mulini a vapore, alimentati dal carbone, hanno sostituito i mulini ad acqua e a vento, e hanno permesso la produzione su larga scala di farina e di altri prodotti a base di cereali.

In particolare, già dal 1800 i mulini tradizionali hanno subito un adeguamento tecnologico che ha interessato soprattutto le parti interne, in particolare le lavorazioni delle farine che divengono sempre più raffinate e seguono processi standardizzati. Nel dettaglio, vengono introdotti i **laminatoi cilindrici** che rompendo il chicco, setacciano e rimacinano il prodotto per ottenere la farina. Questi macchinari costituiscono i primi sistemi di macinazione alternativa a quella in pietra.³⁴ Cinghie e pulegge collegavano i mulini a cilindri con un macchinario di dimensioni importanti, detto **Plansichter**, una evoluzione del buratto piano. Questo

³³ Buratto, def, *Dizionario Treccani online* 2023, 25 marzo, 2023

³⁴ AA VV. “La tecnologia in molino: scopriamo il plansichter”, *Mulino padano* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/plansichter/>

macchinario, simile ad un *armadio rotante* la cui invenzione risale al 1800, è dotato di un sistema di vibrazione che fa passare la farina attraverso le maglie degli stacci, separando le diverse granulometrie e producendo farine di varie qualità e grana. In questo modo è possibile ottenere una farina sempre più raffinata, separando la farina fine dalla crusca e dal germe del grano. Il plansichter è ancora oggi utilizzato nelle moderne industrie molitorie per la produzione di farine di alta qualità.³⁵

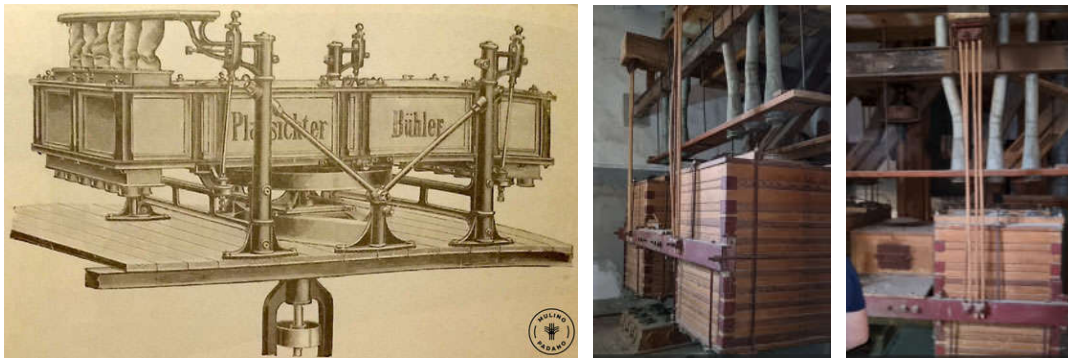


Figura 11: da sinistra, buratto piano ad oscillazione libera, il primo modello di Plansichter; Macchinario presente nel mulino Querio al secondo piano.

(Fonte: <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/plansichter/>; foto dell'autore)

In alcuni mulini vi era un sistema di **lavaggio dei cereali** con apposita pompa e vasca di raccolta, in grado di ripulire in maniera grossolana le materie prime giunte nella struttura molitoria; le acque di scarto venivano rigettate all'interno della gora del mulino, attraverso appositi sistemi di tubazioni con sbocco all'esterno.³⁶

³⁵ AA VV. “La macinazione del grano tenero: ecco il processo con molino a cilindri”, *Mulino padano* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/macinazione-del-grano-molino-a-cilindri/>

³⁶ C. L. OSTORERO, E. CHIFFI, “L’ultima erede del Mulino: Intervista a Franca Querio”, Torino, 24 febbraio 2023



Figura 12: Da sinistra, sistema di lavaggio dei cereali nel mulino Querio, con pompa di adduzione d'acqua e vasca di raccolta; sistema di trasporto dei semilavorati che attraversano tutta la struttura del mulino, in alcuni punti con coppelle.

(Fonte: foto dell'autore)

Infine, i passaggi del materiale in lavorazione da una macchina all'altra venivano garantiti grazie all'esistenza di tubi che attraversavano i diversi piani della struttura; al loro interno, scorreva un nastro trasportatore dotato di **coppelle** capaci di trasportare il macinato attraverso le varie lavorazioni di raffinatura.³⁷

Oggi, i mulini moderni sono altamente automatizzati e utilizzano la tecnologia per controllare il processo di macinazione, dalla pulizia del grano alla miscelazione della farina. Tuttavia, i mulini tradizionali a vento e ad acqua sono ancora in uso in molte parti del mondo, come attrazioni turistiche e per la produzione di farina artigianale.

³⁷ "Il Mulino rimasto indietro nel tempo – Documentario (2018)", *Albyphoto Urbex* (canale youtube), 25 marzo, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=C0YtTP_6UR8

1.5. La fine delle attività e la donazione al Comune di Foglizzo

Verso la fine degli anni '80 del secolo scorso, le attività di produzione delle farine e della macinazione dei cereali da parte del mulino Querio, hanno iniziato a scarseggiare in termini di quantitativi di materie prime lavorate e di domanda da parte dei clienti stessi.

Un adeguamento tecnologico importante del mulino si ottenne intorno al 1947 quando Piero Querio decise di installare nella propria attività i **laminatoi cilindrici** della nota ditta A. Blanc di Torino, oltre al plansichter sito al secondo piano e ad una serie di interventi strutturali e modifiche necessarie per l'installazione dei macchinari stessi.³⁸ Questa decisione, presa fondamentalmente per aumentare la produttività della propria attività, portò il mulino ad essere operativo a pieno regime fino al 1986, quando venne presa la decisione di chiudere la produzione. Seppur vi fosse stato un adeguamento tecnologico dei macchinari dell'attività, come si evince sia dal racconto della signora Franca Querio che dalla documentazione storica, il fatturato non poteva competere con le grandi industrie della macinazione dei cereali; oltretutto, la sempre più stringente normativa in termini di igiene negli ambienti di lavorazione dei prodotti alimentari e l'assenza di macchinari moderni di macinazione, furono le cause scatenanti della decisione definitiva di chiudere il mulino stesso.

Nell'ottobre del 2017³⁹, verosimilmente a fronte dello stato di degrado avanzato e della mole di interventi di manutenzione economicamente insostenibili per un privato, l'erede legittima della struttura ha deciso di donare l'intero complesso molitorio al comune di Foglizzo, al fine di restituire alla comunità un bene di inestimabile valore culturale, storico e simbolico, il cui recupero sarebbe auspicabile per il patrimonio costruito caratterizzante il territorio stesso.

³⁸ C. L. OSTORERO, E. CHIFFI, "L'ultima erede del Mulino: Intervista a Franca Querio", Torino, 24 febbraio 2023

³⁹ AA VV, "Il mulino Querio sarà del Comune", *Giornale La Sentinella del Canavese* (blog), 25 marzo, 2023, <https://lasentinella.gelocal.it/ivrea/cronaca/2017/10/02/news/il-mulino-querio-sara-del-comune-1.15933873>

Capitolo 2

Il mulino oggi

Nel corso della trattazione, più volte ci si riferisce al mulino di Foglizzo con il nome di mulino Querio, per via dell'acquisto della struttura e dei macchinari interni da parte della famiglia Querio nel 1886, in seguito alla vendita dei possedimenti dei conti di Biandrate ai privati, come descritto nei precedenti capitoli.

Questa specificità nella nomenclatura, si preferisce soprattutto per riconoscere nel profilo identitario della popolazione, una distinzione rispetto ad altri mulini storici presenti nel territorio e poco distanti dall'abitato di Foglizzo. Oltretutto, la maggior parte delle informazioni riguardanti questo edificio, giungono proprio dalla storia recente dei primi del '900, grazie ai documenti ufficiali catastali a riguardo e alle informazioni ottenute dall'ultima erede della proprietà.

Tuttavia, per quanto sia fondamentale il contributo documentale e archivistico dello scorso secolo, risulta lacunosa la conoscenza approfondita della storia dell'edificio nei precedenti 500 anni.

Come anticipato in precedenza, i primi testi che descrivono la presenza del mulino risalgono al 1200, dove negli Statuti di Foglizzo, già si cita la presenza dell'attività posta in prossimità di una delle porte dell'abitato antico (*Porta Molendini*).⁴⁰

Al fine di ricostruire lo sviluppo storico, strutturale e tecnologico dell'intero mulino, sono state pertanto effettuate alcune ipotesi basate sull'osservazione diretta durante il sopralluogo svolto in settembre 2022, oltre alla consultazione dell'archivio storico di Torino (il Catasto Rabbini di riferimento). Partendo infatti dall'analisi dello stato di fatto e del degrado imperante che interessa la struttura, sono state effettuate ipotesi sugli schemi distributivi della struttura, sull'analisi di eventuali modifiche volumetriche dell'intero complesso e interventi di consolidamento strutturale e manutenzione straordinaria che quasi sicuramente sono stati effettuati nel corso del tempo.

Nei capitoli seguenti viene affrontata nel dettaglio questa analisi attraverso un attento percorso di osservazione, studio e ricostruzione secondo l'applicazione del **metodo filologico-congetturale**⁴¹, necessario ad apportare idonee soluzioni di restauro nel rispetto attento della storia della struttura stessa e del territorio.

⁴⁰ P. AZARIO, *De Statu Canapicii Liber*, XVI/4

⁴¹ Il metodo filologico-congetturale di Augusto Cavallari Murat si basa sull'analisi di documenti e testimonianze storiche al fine di ricostruire e interpretare un fenomeno, tramite congetture razionali e osservabili.

2.1. Lo stato di fatto: l'abbandono e il degrado

Nei precedenti paragrafi, si è fatto più volte riferimento alla donazione del mulino al comune di Foglizzo, da parte della signora Franca Querio, ultima erede della struttura che ospitava l'attività molitoria di famiglia.

Nell'ottobre del 2017, a fronte dello stato di degrado avanzato e della mole di interventi di manutenzione economicamente insostenibili per un privato, la famiglia ha deciso di effettuare la donazione dell'immobile alla comunità, con l'obiettivo di inserire il recupero del mulino in un più ampio programma di recupero grazie a investimenti economici territoriali⁴².

Da questa data, fino ad oggi, il mulino è rimasto praticamente abbandonato a sé stesso, vittima dell'incuria e del degrado imperante.



Figura 13: Da sinistra, distacco di intonaco sul fronte sud che interessa le pareti perimetrali; dettaglio della copertura in lamiera da rimuovere nell'intervento di restauro.

(Fonte: foto dell'autore)

⁴² I. FONTANA, "FOGLIZZO. Dal Castello al Mulino Querio: mille progetti in ballo", *Giornale La Voce* (blog), 25 marzo, 2023, <https://www.giornalelavoce.it/news/dai-comuni/388220/foglizzo-dal-castello-al-mulino-querio-mille-progetti-in-ballo.html>

Analizzando le superfici esterne, lungo tutto il perimetro della struttura si osserva la presenza di vegetazione selvaggia con arbusti diffusi, che in alcuni casi invade le aree di accesso alla struttura (vedasi prospetto Nord). Sulle superfici verticali, la presenza di patina biologica, muffa e croste denota la probabile concentrazione d'acqua nelle pareti, causata da umidità di risalita. Puntualmente sono presenti fenomeni di ammaloramento di porzioni superficiali che interessano materiali quali l'intonaco, il legno, i metalli degli elementi aggiunti in periodi successivi rispetto alla costruzione dell'edificio. Il degrado dell'intonaco, causato dal distacco di elementi o da fenomeni di disgregazione con aumento di porosità che ne peggiorano il comportamento del materiale. Sul fronte di ingresso, è presente una raffigurazione di San Martino interessata da deposito di crosta nera e muffe. Inoltre, i pochi interventi di manutenzione sulle facciate, avvenuti nel corso degli anni, sono stati effettuati con scarsa attenzione ai materiali originari, probabilmente al fine di eseguire i lavori a risparmio di capitale: si osservano infatti rabberciature diffuse, atte a colmare vuoti o stuccatura di fessure. Da una attenta osservazione, infatti, si notano discordanze cromatiche e diffusi fenomeni di degrado che interessano i rivestimenti in pietra (macchiati da smog e agenti chimici), le murature in mattoni pieni del piano terra (interessate da fenomeni di efflorescenza e pertanto ossidate), le ringhiere dei balconi e i montanti in ferro della copertura metallica posta sull'ingresso principale del prospetto Sud: i profili metallici mostrano segni evidenti di usura superficiale e distacco delle vernici, oltre che fenomeni puntuali di ossidazione, dovuti principalmente all'azione di fattori ambientali (inquinamento, agenti atmosferici, umidità, ecc.) e al naturale processo di invecchiamento dei componenti che costituiscono la facciata.



Figura 14: Da sinistra, vegetazione infestante fronte Nord; dettaglio dell'affresco di San Martino.

(Fonte; foto dell'autore)

Particolare attenzione richiedono le condizioni di manutenzione e di pulizia della gora del mulino; oltre alla presenza di arbusti di notevole diffusione, i problemi principali interessano le due giranti metalliche, risultando in più punti compromesse da agenti ossidanti che ne hanno consumato il materiale stesso. La paratia mobile che consentiva la deviazione del flusso d'acqua del canale sulla condotta sospesa al di sopra della seconda girante, risulta anch'essa interessata da ruggine. Il ponticello in pietra, seppur non presentando visivi problemi statici, è ricoperto di agenti vegetali quali muschi e muffe.



Figura 15: Gora del mulino e vegetazione infestante sul fronte Ovest; girante, canaletta e paratia in avanzato stato di ossidazione. (Fonte: foto dell'autore)

Se all'esterno gli agenti atmosferici e quelli ossidanti hanno compromesso alcuni elementi, la condizione di degrado interna è meno diffusa; gli ingranaggi delle macine in pietra risultano infatti in ottimo stato di conservazione, così come le tramogge in legno, i laminatoi cilindrici della ditta BLANC e i macchinari presenti nei diversi piani della struttura. Anche i solai lignei che ospitano le attrezzature, sono interessati semplicemente da deposito di polvere e sporco diffuso. Le scalette in legno che collegano i diversi solai della struttura, risultano stabili ma richiedono un intervento di verifica e consolidamento.

Parte degli infissi risulta danneggiata da fenomeni di vandalismo, con rottura dei vetri; i telai in legno della facciata presentano gravi problemi di tenuta per deterioramento insito dei materiali, con conseguenti problemi di infiltrazione diffusa, corrosione puntuale, impregnamento e rigonfiamento dei pavimenti. In alcuni ambienti, infine, sono depositati mobili e cimeli probabilmente appartenuti alle diverse generazioni della famiglia Querio.

Al piano terra, sulla sinistra dell'ingresso principale, è presente una stanza deposito a cui si accede tramite una serranda metallica a rullo posta in una cornice che indica un chiaro ampliamento dell'edificio. La copertura di questo spazio è costituita da un solaio a voltini laterizi

che scarica su un'orditura lignea a sezione piena, a sua volta fissata longitudinalmente nella parete di testa e in quella di fondo della stanza. Tuttavia, l'analisi delle fessure presenti nelle volte rivela lacune nelle immorsature sia longitudinalmente sia sui muri di fondo. Al momento, è stato messo in sicurezza con una puntellatura mediante l'uso di tubi innocenti e ripartitori di carico, ma richiede un intervento di consolidamento.



*Figura 16: Da sinistra, locale ex stalla con solaio in voltini crepato; degrado degli infissi esistenti nel locale sul terrazzo.
(Fonte: foto dell'autore)*

La copertura della struttura richiede un intervento tempestivo. Le condizioni di degrado, dovute ad ammaloramento degli arcarecci in legno (sia per fessurazione, che per rottura), sono state causate da probabili infiltrazioni d'acqua, con conseguente cedimento in più punti degli elementi portanti lignei e dell'orditura in tavelle di cotto: l'apertura di questi vuoti nel manto di copertura, ha permesso l'ingresso di volatili e animali, con conseguente peggioramento delle condizioni interne dell'edificio stesso.

L'insieme dei suddetti fenomeni di degrado è stata esaminata attraverso la restituzione grafica resa secondo la proposta di rappresentazione simbolica e infografica del Professor Architetto Mario dalla Costa. Il dettaglio di questa analisi viene illustrato nei capitoli successivi e specificato negli elaborati in allegato.



Figura 17: Dall'alto a sinistra, dislocazione di coppi di copertura; ammaloramento tralici lignei copertura; rottura arcareccio per agenti fitopatogeni; errata esecuzione di consolidamento in getto di calcestruzzo di capriata lignea tranciata.

(Fonte; foto dell'autore)



Figura 18: Da sinistra, vista fronte Est con rabberciatura delle pareti perimetrali esterne e fenomeni di umidità di risalita; fronte Ovest con vari fenomeni di degrado diffusi sulle murature.

(Fonte; foto dell'autore)

2.2. L'evoluzione tecnico costruttiva dell'edificio

La composizione architettonico-strutturale del mulino Querio risulta, sia da una prima osservazione che da una attenta analisi, mutata nel tempo.

Se si pensa che, come descritto in precedenza, si hanno informazioni riguardanti il mulino risalenti almeno al 1200, si può ipotizzare e successivamente indagare sulle possibili mutazioni volumetriche della struttura stessa. Dalle indicazioni ottenute tramite i documenti ufficiali sugli Statuti di Foglizzo⁴³ si fa riferimento alla *Porta Molendini* del borgo come uno degli accessi principali all'antico agglomerato urbano, affiancato proprio dalla presenza del mulino, costituito probabilmente dal corpo di volume maggiore e una più bassa manica servizi, deposito attrezzatura, ecc.. Sempre nello stesso documento, si cita la roggia del mulino e dalle informazioni fornite dall'erede Franca Querio, le attrezzature più antiche del mulino sembrano essere proprio le macine in pietra del 1300.

La vicenda costruttiva del mulino (oggi noto come Querio) è stata descritta vividamente e in modo sintetico nel testo "*Foglizzo, storia locale e riflessioni*" del sacerdote Don Paolo Rossio, pubblicato dal Centro Piemontese di Cultura⁴⁴. Nel capitolo dedicato al mulino, precisamente alla pagina 131, si narra la storia della sua costruzione e sviluppo nel corso degli anni. Il testo offre interessanti indicazioni sulle tecniche di costruzione dell'epoca e sulle vicissitudini del mulino nel corso della storia locale. Di seguito, viene riportato un estratto:

“Alla fine di giugno dello scorso anno (1986) cessava l'attività dell'ultimo mulino Foglizzese, appartenente al signor Querio Pietro. Anni prima si era già chiuso quello del signor Berta Giuseppe. Un piccolo fatto di cronaca, in realtà una pagina di storia che si conclude in quelle che sono le modeste vicende del nostro paese. È l'attività artigianale che, un pò per volta, scompare, assorbita da quella che è la grande industria, e così vengono a cessare le piccole caratteristiche, le semplici fonti di guadagno, antiche e più che secolari di questo centro, che una volta viveva solamente dell'agricoltura. E ci rincresce, perché tutto finisce e ogni cosa resta

⁴³ Cfr. gli statuti di Foglizzo del 1387, in *Corpus statutorum Canavisii*, II, pp. 379-393

⁴⁴ P. ROSSIO, *Foglizzo, storia locale e riflessioni*, Torino: Centro Piemontese di Cultura, 1987

come standardizzata ed appiattita nella normalità. Era bello sentire, ogni mattina, il caratteristico campanello. Si sapeva che passavano i mugnai prima col cavallo - e questa pure era una bella nota di vita agreste - poi, in seguito, con mezzo motorizzato. E la gente si affacciava lungo i viali A consegnare il grano, a ricevere la farina... Ora, anche questo rientra nei ricordi del tempo passato, di una lunga storia che si perde nei secoli, iniziata con la vita del nostro paese. Ci auguriamo che restino le ruote: anche queste hanno il loro valore e ricorderanno ai posteri la vita del tempo passato. Il mulino Querio era antico come Foglizzo, Situato sempre nel medesimo posto. Di esso parlano già gli statuti del 1387, ma risale, almeno, alla venuta dei Conti Biandrate, e quindi agli inizi del 1200. Il mulino e la roggia appartenevano infatti ai feudatari. Di esso parlano ben due volte, sia pure per inciso, gli statuti suddetti. All'articolo 12 si nomina la porta del mulino, porta Molendini, che era una delle porte delle antiche mura che circondavano e difendevano l'abitato. Quando si fecero nelle vicinanze, esattamente in via Umberto I, lì accanto, gli scavi per la fognatura e l'acquedotto furono scoperti i cardini in pietra di detta porta, ed il Prevosto aveva tanto raccomandato che fossero conservati in un lato di piazza Torino. Nell'articolo 36 si parla del sentiero che partendo dal pozzo, lungo il fossato delle mura, andava sino alla roggia del mulino: detto sentiero doveva essere largo sei piedi. Il Prevosto Don Malvisi - A pagina 42 della sua Storia di Foglizzo- Si pone la domanda se, oltre al suddetto mulino, ne esistessero altri nel nostro paese. E risponde affermativamente, citando ancora gli statuti del 1387, almeno per mulini e mulinelli che servivano per lavare la biancheria posti lungo la riva della medesima roggia. Se non allora, certo in seguito, furono costruiti altri mulini, almeno quello del signor Berta Giuseppe, di cui abbiamo parlato all'inizio. Mulino, questo, costruito come rurale nel 1879 dai fratelli Domenico, Pietro e Giacomo Berta.

Archivio parrocchiale, nella sezione riguardante la confraternita di San Giovanni (sezione X-E), Conserva ben 58 documenti che vanno dal 30 ottobre 1810 al 1867, riguardanti una lunga vertenza sorta cara famiglia Zina, che aveva acquistato il castello e parte della proprietà dei conti Biandrate, e la famiglia Querio, vertenza che interessava anche l'antico mulino dei conti....

Siccome i mulini erano e sono una necessità per la vita dell'uomo, in tutto il medioevo ed oltre ancora, i mulini erano nella maggior parte, proprietà dei feudatari, come lo era per Foglizzo, perché questa è una sicura fonte di guadagno...''⁴⁵

Dai brevi cenni storici emerge come l'attività del mulino risalisse a un'epoca precedente all'acquisizione da parte dei fratelli Querio. Questi ultimi, tuttavia, hanno apportato significativi cambiamenti e probabilmente miglioramenti all'efficienza produttiva dell'edificio, approfonditi di seguito. Ciò suggerisce che i fratelli Querio siano stati determinanti nello sviluppo e nel successo dell'attività del mulino nel corso degli anni.

⁴⁵ ibid

2.2.1.L'analisi di sviluppo dei volumi costituenti

Nel corso dei secoli di vita del mulino Querio, è ragionevole supporre come lo sviluppo della struttura sia variato in funzione delle differenti esigenze dell'attività molitoria.

Se da un lato non vi sono informazioni storiche dettagliate sulla volumetria dell'edificio risalenti al periodo compreso tra 1200 e 1800, dall'altro grazie alla consultazione della documentazione catastale, si può risalire al volume originario e supporre eventuali modifiche effettuate in tempi recenti.



Figura 19: Mappa originale dell'abitato di Foglizzo; stratto da *Catasto Rabbini*, Archivio di Stato di Torino.
(Fonte: <https://archiviodistatotorino.beniculturali.it/dbadd/visua.php?uad=288421&indx=8&rife=>).

Un confronto semplice con la cartografia del **Catasto Rabbini** del 1866, ovvero vent'anni prima che i fratelli Querio acquisissero il mulino, mostra che l'attuale corpo di fabbrica del mulino a scavalco della roggia non esisteva ancora.⁴⁶

Dall'esame delle tessiture e degli ammorsamenti delle murature, si evince che l'ampliamento volumetrico del mulino a scavalco della roggia è avvenuto in due fasi successive, con il posizionamento probabile di una seconda girante e la creazione di una fondazione a volta a botte per superare il tracciato della roggia stessa. Ciò è testimoniato anche dall'incongruenza dei livelli

⁴⁶ ARCHIVIO DI STATO DI TORINO, *Catasto Rabbini*, Foglio II, Allegato A, mappa originale Abitato di Foglizzo, Torino, 1866

di orizzontamento interno. La situazione attuale di difficoltà o addirittura impossibilità di accedere a certi ambienti è probabilmente il risultato del più recente ammodernamento e ampliamento. L'allungamento evidente e la curvatura delle murature per consentire il posizionamento di una moderna serranda metallica da autorimessa, insieme alla creazione di un soppalco in calcestruzzo armato subito a sinistra dell'ingresso per il posizionamento di moderni strumenti meccanici per la macinatura, costituiscono gli adattamenti più recenti all'arredo industriale dell'edificio.



Figura 20: Prospetto Ovest su via Perla. La linea rossa tratteggiata evidenzia la mancanza di ammorsature tra le pareti, che suggerisce una diversa epoca di costruzione dei due volumi verticali.

(Fonte: elaborazione personale).

Utilizzando queste informazioni, si può supporre pertanto come la volumetria dell'edificio sia mutata nel tempo, secondo la seguente ipotesi:

1. il mulino era inizialmente costituito da un unico ambiente di lavoro corrispondente all'attuale atrio in cui sono presenti ancora adesso macine e macchinari;
2. in una fase successiva, è stato realizzato il volume dell'ex stalla, del deposito attrezzi al secondo piano e della soffitta al terzo piano;
3. con tecniche costruttive moderne, è stato poi realizzato il volume che contiene il garage, la stanza al secondo piano e il terrazzino piano;

- infine, il servizio igienico sul balcone murato, la tettoia metallica del prospetto sud e quella in coppi e listelli in legno del prospetto nord, costituiscono le ultime superfetazioni edilizie che si suppone possano essere state realizzate nel corso del tempo.

L'analisi dettagliata dello schema distributivo degli ambienti interni e delle eventuali manutenzioni e consolidazioni strutturali, si rimanda al capitolo successivo.



Figura 21: A sinistra, dall'alto, rappresentazione grafica per masse delle fasi evolutive del complesso molitorio; a destra, estratto da P.R.G.C dell'area di ingombro del mulino Querio ad oggi..

(Fonte: elaborazione personale).

2.2.2. Le manutenzioni straordinarie e gli interventi di consolidamento strutturale

Come accennato nei capitoli precedenti, l'utilizzo della struttura, la destinazione d'uso degli ambienti e i dimostrati ampliamenti volumetrici, hanno modificato la percezione degli spazi dell'edificio. In primo luogo, quasi sicuramente, il mulino comprendeva una superficie dedita alle attività molitorie di grano, cereali, saggina ecc. e uno spazio dedicato all'alloggio del mugnaio. Nelle modifiche successive, l'inserimento di nuove stanze ha portato alla variazione dei collegamenti verticali esistenti tra i diversi livelli della struttura: durante il sopralluogo svoltosi nel settembre 2022, si è riscontrata la presenza di una **decorazione pittorica** di una scala posta al secondo piano e di **una stanza abbandonata**, non raggiungibile dai diversi livelli della struttura. Questa osservazione ha spinto a supporre l'esistenza precedente di un corpo scale che collegava verticalmente i vani dei diversi piani, garantendone l'accesso (oggi compromesso).



Figura 22: A sinistra, decorazione pittorica della parete al secondo piano da cui si è presunta l'antica presenza di una rampa di scale, successivamente rimossa per far posto al solaio ligneo e al plansichter che si nota in primo piano; stanza abbandonata a seguito del suddetto intervento di installazione del macchinario, della quale è impedito l'accesso.

(Fonte: foto dell'autore).

Inoltre, le informazioni riguardo l'adeguamento tecnologico dell'attività, ottenute grazie all'intervista di Franca Querio, fanno risalire l'intervento di acquisto del plansichter e dei laminatoi cilindrici BLANC al 1947, periodo a cui si suppone faccia riferimento anche un massiccio intervento di consolidamento della struttura: si è analizzata infatti la presenza di travi IPE, putrelle in acciaio, rinforzi nei nodi trave-pilastro, getti di consolidamento dei pilastri portanti, rinforzo dei solai lignei, che fanno supporre una modifica sostanziale degli ambienti interni, effettuata al fine di poter installare i suddetti macchinari ed aumentare la produttività del mulino stesso.

Successivo a questo intervento, si ipotizza anche la realizzazione di ulteriori elementi:

- il **garage** che ospita il carretto in legno per il trasporto dei sacchi di farina. In questo caso si osserva la presenza di un solaio piano e pilastri tipicamente in calcestruzzo armato;
- il **terrazzo piano**, per consentire l'accesso al locale deposito nel sottotetto;
- la **tettoia metallica** in corrispondenza dell'ingresso principale, realizzata in lamiera e elementi portanti in acciaio di prefabbricazione industriale;
- il servizio igienico posto sul balcone (probabilmente aperto e murato successivamente);
- la tettoia del prospetto nord, con i relativi pilastri probabilmente realizzati in calcestruzzo armato e rivestiti in mattoni pieni.

Infine, interventi di manutenzione di lieve o importante entità, sono stati riscontrati sia sulle pareti interne dell'edificio, che sulle facciate esterne; in dettaglio, rabberciature di intonaco, consolidamento di capriate lignee, sostituzione di elementi ammalorati, ecc interventi effettuati con scarsa attenzione ai materiali originari, probabilmente al fine di eseguire i lavori a risparmio di capitale.



Figura 23: Dall'alto in senso orario, intervento di probabile consolidamento in getto di consolidamento di una capriata tranciata; trave IPE di probabile recente installazione in funzione di un intervento di consolidamento effettuato sulla struttura; stanza al primo piano in corrispondenza del garage sottostante; corridoio con servizio igienico al primo piano.

(Fonte: foto dell'autore).

2.2.3. La distribuzione funzionale degli ambienti

Si illustra di seguito lo schema funzionale della struttura nei diversi livelli di sviluppo:

- **PIANTA PIANO TERRA**

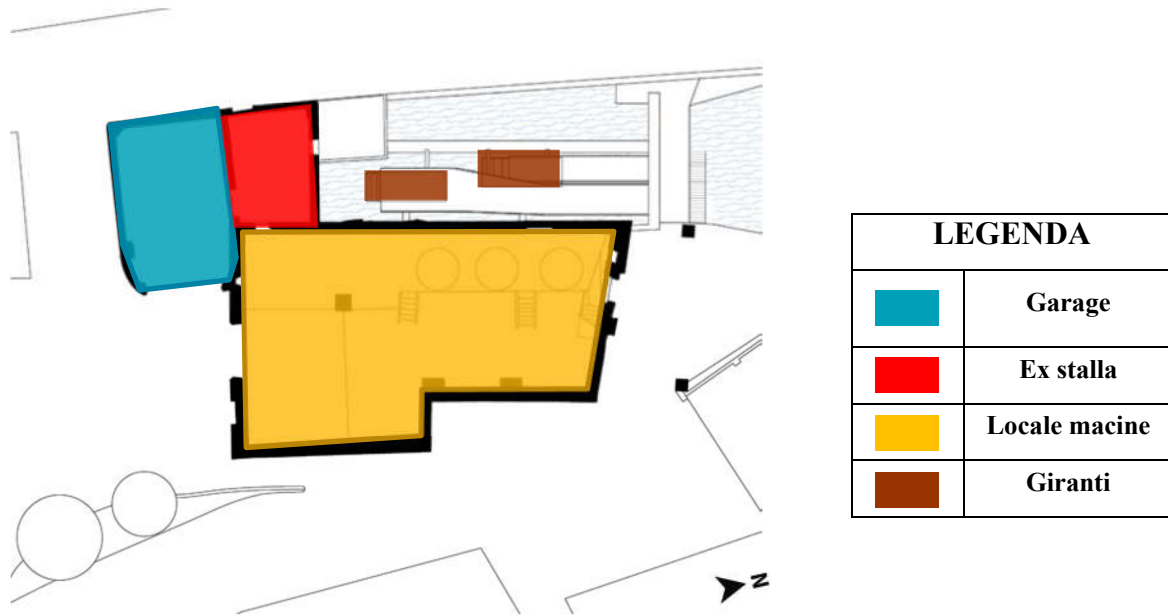


Figura 24: Indicazione delle destinazioni d'uso degli ambienti interni al piano terra.
(Fonte: elaborazione personale).

Dall'ingresso principale alla struttura, posto sul fronte Sud, si accede al locale principale al piano terra, in cui sono allestite le 3 macine in pietra e i tre laminatori cilindrici rossi collegati, attraverso i meccanismi di trasmissione posti sotto al castello, alle giranti esterne poste lungo la gora del canale. Questo rappresentava lo spazio di lavoro principale, con le attrezzature idonee all'imballaggio del prodotto e alla valutazione del peso, del prezzo, ecc. In fondo al salone, vi è una rampa di scalette il legno che portano al solaio ligneo del secondo piano.

Dall'atrio esterno, si può accedere attraverso la serranda metallica al garage dove è stato rinvenuto il carretto in legno e ad un locale anticamente utilizzato come stalla per i cavalli ed ora come deposito arredi. Questo ambiente è interessato dal problema di fessurazione del solaio in voltini, su cui è necessario intervenire al più presto.

- **PIANTA PIANO PRIMO**

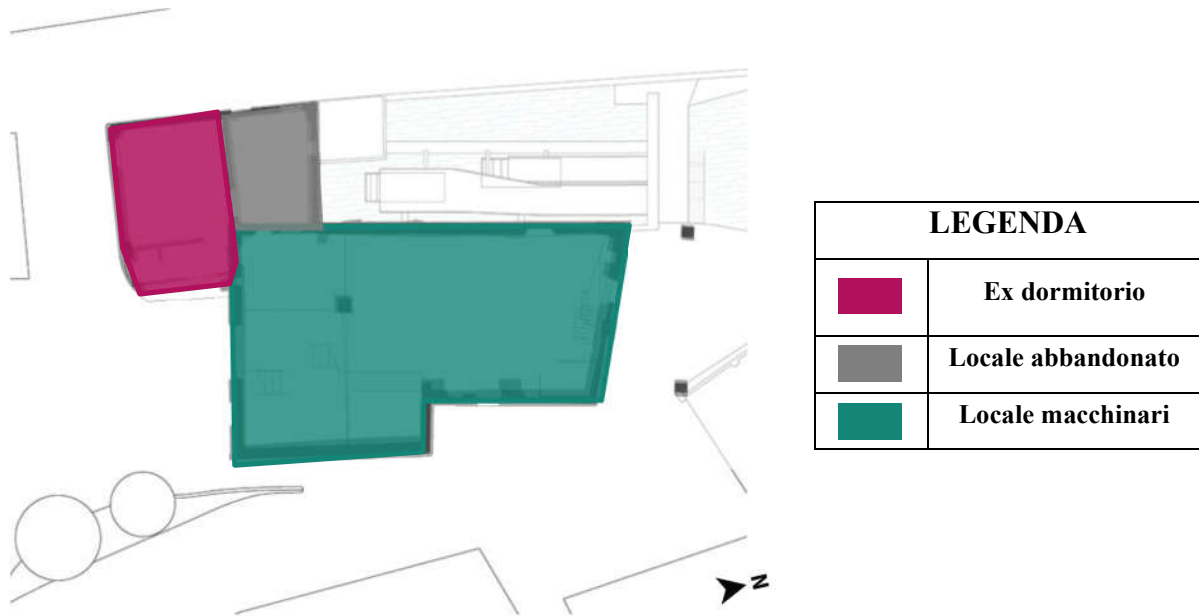


Figura 25: Indicazione delle destinazioni d'uso degli ambienti interni al piano primo.

(Fonte: elaborazione personale).

Dalle scalette in legno al piano terra, si accede al primo piano in un volume aperto, in cui trovano spazio macchinari quale i buratti, il plansicher e i vani di raccolta dei semi lavorati. Da questa superficie, si riesce ad accedere al balconcino con servizio igienico e all'ex dormitorio degli operai che dovendo trascorrere la notte all'interno del mulino in continua produzione, trovavano ristoro in questo ambiente. La stanza abbandonata accennata nei precedenti capitoli, si trova invece ad una quota inferiore, motivo per cui non si riesce ad accedervi ma solo a visionarla dall'esterno.

Da questo livello, una scaletta in legno porta ad un secondo piano semi soppalcato mentre un ulteriore collegamento permette l'accesso al terrazzino piano esterno.

- **PIANTA PIANO SECONDO**



Figura 26: Indicazione delle destinazioni d'uso degli ambienti interni al piano secondo.

(Fonte: elaborazione personale).

Dalle scalette in legno al piano primo, attraverso il balconcino esterno, si accede al terrazzino e ad un locale sottotetto, che presenta un arcareccio di copertura tranciato a causa dell'azione di agenti fitopatogeni. All'interno, il soppalco posto ad una quota superiore rispetto al piano primo di calpestio, costituisce a tutti gli effetti un ulteriore livello che ospita i macchinari idonea al lavaggio e pulitura dei cereali. Nell'ex vano di deposito delle materie lavorate, infine, si prevede l'eventuale installazione di una piattaforma elevatrice nel progetto di musealizzazione. Questo volume, infatti, risulta idoneo a tale scopo, previa verifica approfondita e consultazione con la Soprintendenza.

Capitolo 3

Il progetto di restauro

3.1. L'approccio al restauro

La condizione di abbandono in cui versa oggi il mulino Querio in Foglizzo rappresenta un problema non solo per la costruzione stessa ma anche per l'ambito urbano in cui è inserita.

Con la posizione di preminenza in si trova, in corrispondenza sia dell'antica *Porta Molendini* di accesso al borgo storico, che del canale d'acqua che lo attraversa, e in seguito alla riqualificazione degli edifici residenziali circostanti, è comprensibile come in un contesto simile, un edificio di ampio volume in progressivo deterioramento posto in una posizione così rilevante, costituisca una situazione di emergenza da risolvere.

Sulla base di queste tematiche, potrebbe sorgere il dilemma se sia necessario demolire il complesso o recuperarlo. Tuttavia, bisogna considerare il fatto che sarebbe una gravissima perdita per il patrimonio architettonico proto-industriale di un simbolo storico del territorio, e che le peculiarità dei materiali e delle tecniche costruttive applicate alla struttura portante costituiscono un vantaggio a favore di un recupero.

Sebbene sia stata presentata in diverse occasioni la volontà di riutilizzo e ammodernamento della struttura, da parte del Comune di Foglizzo⁴⁷ ad oggi non vi è alcuna delibera di progetto definitivo riguardo il futuro del mulino. Tuttavia, una proposta di intervento di messa in sicurezza prima e di restauro dopo, risulta necessaria quanto urgente.

Dalla consultazione dei documenti catastali, l'edificio non risulta vincolato come bene storico-architettonico⁴⁸, ma è classificato come edificio caratterizzante il tessuto storico sottoposto a limiti paesaggistico-ambientali. Questa condizione potrebbe ad esempio favorire strategie di intervento non soggette a imposizioni prescrittive restringenti: se da un lato, pertanto, si potrebbero introdurre materiali e soluzioni progettuali innovative (salvaguardando allo stesso tempo la facciata a sud, per principio di continuità urbana con il contesto) dall'altro i limiti ambientali stimolerebbero l'applicazione di sistemi di ristrutturazione opportunamente studiati per il mulino, previa consultazione con la Soprintendenza ai beni culturali.

Pertanto, una proposta di recupero idonea al caso, dovrebbe preferibilmente conservare volumetrie e caratteri architettonici dell'edificio, nel rispetto del progetto originario, prevedendo allo stesso tempo un adeguamento impiantistico e tecnologico del complesso, al fine di garantirne la musealizzazione.

Come premesso, il presente elaborato fornisce le linee guida e il metodo per intervenire in modo d'urgenza per la messa in sicurezza delle coperture e di alcune porzioni strutturali del Mulino Querio, mentre successivamente per intervenire nel restauro conservativo. Tuttavia, per quanto riguarda un progetto più approfondito di indagine materiale, ad esempio sulla superficie intonacata e decorata, in particolare sulla rappresentazione di San Martino sul fronte di ingresso, si rimanda l'intervento alla redazione di documentazione da parte di un restauratore abilitato. L'amministrazione proprietaria del bene deve ottenere finanziamenti ad hoc per tale progetto.

Nell'approccio al restauro, in primo luogo, sono state condotte indagini a partire dal rilievo con laser scanner al fine di ottenere una nuvola di punti sullo stato di conservazione delle varie

⁴⁷ I. FONTANA, "FOGLIZZO. Dal Castello al Mulino Querio: mille progetti in ballo", *Giornale La Voce* (blog), 25 marzo, 2023, <https://www.giornalelavoce.it/news/dai-comuni/388220/foglizzo-dal-castello-al-mulino-querio-mille-progetti-in-ballo.html>

⁴⁸ <https://www.comune.foglizzo.to.it/piano-regolatore-generale.html>

porzioni dell'edificio e sulla morfologia delle principali superfetazioni che hanno modificato la leggibilità della geometria integrale della struttura e delle sue addizioni. La restituzione grafica è stata realizzata secondo la proposta di rappresentazione simbolica e infografica del Professor Architetto Mario dalla Costa.

In una fase successiva del progetto, facendo in maniera opportuna riferimento alla antologia del restauro di edifici di simile destinazione d'uso, pertanto mulini appartenenti al patrimonio industriale del territorio, è stata prevista una campagna di indagini sugli elementi costituenti l'edificio, al fine di poter raggiungere un livello soddisfacente di conoscenza dell'edificio.

L'insieme delle informazioni raccolte è stata inserita all'interno di un modello digitale dell'edificio, in fase di stato di fatto e di stato di progetto, seguendo le indicazioni fornite dalla metodologia BIM per gli edifici storici appartenenti al patrimonio costruito (HBIM).

Sono stati illustrati gli interventi di restauro delle facciate, tenendo conto dei materiali costituenti e di tecniche opportune di intervento, approfondendo soprattutto nel dettaglio gli interventi di consolidamento strutturale, quali quello previsto per la copertura, per il solaio in voltini, ecc.

Infine, l'approccio di intervento prevede anche la redazione di una proposta di valorizzazione/musealizzazione del Mulino Querio, per rendere disponibile al pubblico la visione spiegata e commentata di questa particolare declinazione della rivoluzione industriale tipica delle aree rurali agricole non direttamente interessate da insediamenti di produzione.

3.2. Analisi del degrado: Metodo Mario dalla Costa

Quando si affronta un restauro, si può osservare come l'architettura sia costituita da materiali che subiscono variazioni nel corso degli anni, dovute a diverse cause come l'azione dell'ambiente, l'uso e gli interventi dell'uomo, la mancanza di manutenzione e gli eventi traumatici. In un approccio al restauro, pertanto, è necessario valutare attentamente queste variazioni, sia qualitativamente che quantitativamente. In primo luogo, bisogna distinguere i segni di invecchiamento naturale da quelli che indicano situazioni di degrado. Non tutte le alterazioni dei materiali sono infatti necessariamente da considerarsi una situazione di degrado: risulta importante stabilire su quali modificazioni dei materiali è necessario intervenire per evitare che gli stessi vadano perduti o subiscano alterazioni che compromettano le qualità dell'intera struttura.

Nel trattato *Il progetto di restauro per la conservazione del costruito*, il professor Mario Dalla Costa, delinea un progetto di approccio ben preciso al restauro attraverso il seguente brano, egli esprime l'importanza di una conoscenza e valutazione approfondita per lo studio dei diversi interventi che hanno il fine di raggiungere la conservazione del bene:

“Quello storiografico è un metodo di analisi che procede per deduzioni e valutazione degli esiti e delle testimonianze storico-materiali del passato, per avviare il costruito alle compatibili condizioni future, attraverso il progetto di restauro, che richiede conoscenze che vanno oltre le testimonianze archivistiche di interpretazione filologica specifica.⁴⁹ La conoscenza del costruito [...] contempla anche la considerazione delle peculiarità proprie dell'ambiente e delle sue trasformazioni temporali [...]. L'obiettività della conoscenza si realizza con il rilievo. Con il rilievo, l'architettura viene scomposta, analizzata e ricondotta a considerazioni valutative: da quelle geometrico compositive, a quelle proprie della modularità, della simmetria, della serialità, delle proporzioni e della aggregazione delle parti. [...] La metodologia del progetto di conservazione, nel contemplare il succedersi delle fasi operative, considera inoltre quella del “restauro”, che richiamandosi allo stato generale dei difetti, ovvero ai dissesti delle strutture e

⁴⁹ M. DALLA COSTA, *Il progetto di restauro per la conservazione del costruito*, Celid (Torino, 2002), pag.16.

al degrado dei materiali considerati nella fase della conoscenza, analizza le cause intrinseche, o estrinseche che li hanno prodotti. L'azione del tempo o quella dell'uomo sono elementi primari per dare un significato ad esse e per programmare in modo puntuale e appropriato la previsione degli interventi, che nel cantiere ricevono una definitiva conferma sulla base dei dati previsti e di quelli emergenti, rilevabili solo a cantiere aperto. La conservazione, riferita agli aspetti costruttivi, è anche mantenimento della concezione strutturale e materiale della fabbrica; preventivamente si manifesta attraverso l'identificazione e l'analisi di quei principi del costruire in essa presenti, che dovranno essere mantenuti attraverso coerenti criteri di intervento, per garantire la materialità e il rispetto della concezione strutturale antica.[...]Pertanto se la conservazione si attua attraverso il Restauro, inteso [...]insieme di "interventi tecnico-scientifici atti a garantire (...) la continuità temporale dell'opera, la sua efficienza" con lo scopo di rivelare i valori formali e storici del monumento", gli interventi suggeriti dalla rifunzionalizzazione devono adeguarsi al rispetto dei valori delle preesistenze e delle concezioni tecniche e tecnologiche del costruito".⁵⁰

Da questa citazione si deduce come, secondo il professor Dalla Costa, sia fondamentale riconoscere la centralità del progetto in funzione dei diversi problemi correlati al restauro, analizzando con riflessione oggettiva i fenomeni di degrado, di evoluzione e di cambiamento della materia, con la consapevolezza che il metodo di intervento, che verrà illustrato di seguito, ha dei limiti a volte adattabili in funzione dell'intervento di restauro che il progetto richiede.

Lo schema metodologico prevede pertanto la compresenza di tre fasi fondamentali:

- conoscenza
- restauro
- rifunzionalizzazione

queste fasi rappresentano un percorso di analisi volto a intraprendere determinati interventi su un edificio che, attraverso il restauro, possano raggiungere l'obiettivo di valorizzazione e

⁵⁰ Ibid.

conservazione del bene stesso. A loro volta, ogni fase prevede una rappresentazione descritta graficamente attraverso una simbologia codificata; si riscontrano infatti delle sottofasi:

1. CONOSCENZA

1.1. Datazione

1.2. Consistenza

1.2.1. Materiali

1.2.2. Strutture

1.3. Stato dei difetti

1.3.1. Degrado e dissesti

2. RESTAURO

2.1. Interventi: Pulitura, Consolidamento, Protezione, Reintegrazione, Integrazione, Liberazione

3. RIFUNZIONALIZZAZIONE

3.1. Utilizzazione

3.2. Riuso

L'insieme di questo macro-gruppo viene inserito all'interno di un elaborato grafico, con determinate specifiche, di cui di seguito si osservano alcuni esempi:

- La CONSISTENZA si osserva attraverso uno schema grafico in cui è indicata la struttura, il materiale, il tipo, il trattamento superficiale, il colore.

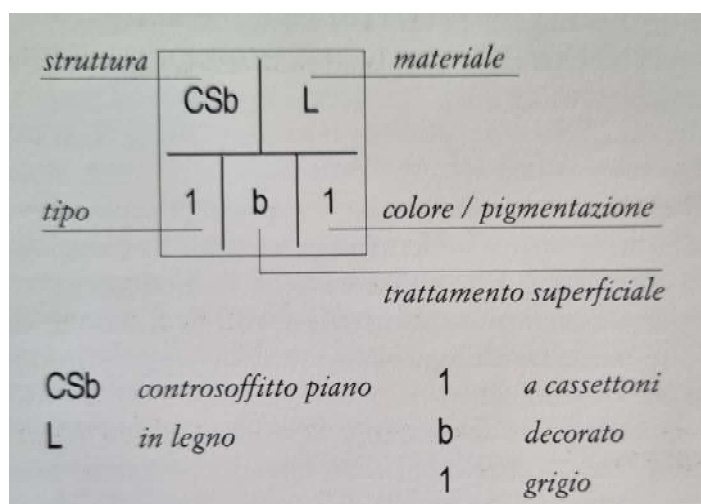


Figura 27: Schema grafico descrittivo della consistenza

(Fonte: M. DALLA COSTA, *Il progetto di restauro per la conservazione del costruito, Celid (Torino, 2002)*)

Pertanto, di volta in volta, in funzione dell'elemento strutturale o architettonico e del materiale analizzato, si avranno differenti specifiche.

- Lo STATO DEI DIFETTI viene rappresentato in una specifica simbologia secondo raggruppamenti di fenomeni di degrado con l'obiettivo di rappresentarli progettualmente.
 1. **Alterazioni dovute ad apposizioni:** Concrezione, crosta, deposito superficiale, imbrattamento, ecc.
 2. **Alterazioni dovute a presenza d'acqua:** Dilavamento, efflorescenza, umidità generica e di risalita, ecc.
 3. **Alterazioni dovute a decoesioni:** Corrosione, decoesione, disgregazione, esfoliazione, erosione, scagliature, ecc.
 4. **Alterazioni dovute a distacco:** Distacco di elementi, distacco di intonaco, ecc.

Esistono altresì, nel metodo in esame, simbologie legate agli elementi osservati, quali strutture di coperture, fondazioni, infissi, vuoti in murature, ecc di cui si rimanda la trattazione specifica negli elaborati grafici in allegato alla presente trattazione.

- Nella simbologia degli INTERVENTI, si osservano invece:
 1. PULITURA: a getto di vapore, applicazione di biocidi, eliminazione di imbrattamenti con impiego di solventi, interventi di sabbiatura, di pulizia con spazzola di saggina o di nylon, ecc.
 2. CONSOLIDAMENTO: di strutture o elementi con varie tecniche della antologia del restauro.
 3. PROTEZIONE: applicazione di protettivi quali cera microcristallina, resine, protettivi naturali, trattamenti di deumidificazione, ecc.
 4. REINTEGRAZIONE/INTEGRAZIONE: in funzione delle scelte progettuali, si può verificare la reintegrazione di un elemento ammalorato o la sua integrazione qualora fosse assente.
 5. LIBERAZIONE: con allontanamento di interventi pregressi, caratterizzati da provvisorietà.⁵¹

L'applicazione del Metodo Dalla Costa per l'analisi del degrado e la scelta progettuale di intervento ai fini del restauro conservativo del mulino Querio, è stata approfondita nelle tavole dei prospetti in allegato al presente elaborato. Ai relativi elaborati grafici, si rimandano i dettagli sugli interventi previsti.

⁵¹ Ibid, pag..77

3.3. Livelli di conoscenza e fattori di confidenza per la caratterizzazione del costruito

Da quanto si è appreso fino a questo punto della trattazione, il mulino Querio è oggetto dell'interesse da parte del Comune di Foglizzo al fine di realizzarne il recupero sulla base di un progetto che, come nel caso presente, potrebbe essere quello di restauro ai fini di una musealizzazione.

Qualsivoglia intervento di recupero, non può basarsi soltanto sulla documentazione tecnico-catastale, sui racconti tramandati dalla popolazione e sulle osservazioni visive, ma deve sostanziarsi in un percorso conoscitivo che passi soprattutto dalla sua **caratterizzazione della tessitura strutturale**. Questa, è strettamente legata al livello di approfondimento delle fasi conoscitive. In caso di caratterizzazione della muratura esistente, la normativa NTC 2018, al capitolo 8 riferito alle costruzioni esistenti, definisce tre livelli di conoscenza in funzione di operazioni quali:

- **analisi storico-critica:** fondamentale per la conoscenza delle vicende costruttive, dissesti, degrado e trasformazioni che potrebbero aver modificato l'assetto strutturale originario; si fonda sull'analisi di documentazione tecnica, dal progetto originario a eventuali successivi interventi di consolidamento, manutenzione, ecc.
- **rilievo:** importante fase per la restituzione grafica dei piani della struttura, dei collegamenti orizzontali, al fine di comprendere la composizione degli elementi costruttivi comprese eventuali discontinuità tra i materiali costituenti l'edificio. In funzione del grado di approfondimento, in questa fase si individuano:
 - indagini *limitate* di tipo visivo accompagnate da saggi che almeno localmente definiscano la tipologia muraria;
 - indagini *estese* come le precedenti ma con saggi più estesi al fine di ottenere una caratterizzazione più fedele alla realtà;
 - indagini *esaustive* che comprendono saggi diffusi, capaci di fornire una conoscenza completa degli spessori, degli ammorsamenti e delle caratteristiche dei nodi strutturali.

- **prove:** il cui obiettivo è la caratterizzazione meccanica dell'elemento e la qualità dell'insieme muratura-materiali nel complesso. In base al livello di approfondimento si distinguono:

- prove *limitate* poco dettagliate al fine di fornire una stima della caratterizzazione meccanica sulla base della tipologia muraria;

- prove *estese* come le precedenti ma con saggi più estesi e tecniche di diagnostica non distruttiva (quali termografi, prove sclerometriche, ecc);

- prove *esaustive* che hanno lo scopo di descrivere le caratteristiche meccaniche e si sostanziano in prove distruttive in situ o eseguite in laboratorio, quali prove di compressione, prove di taglio, ecc.⁵²

In base al grado di approfondimento ottenuto dal rilievo, dalle analisi storico-critiche e dalle prove effettuate, si distinguono i *livelli di conoscenza* (LC) del fabbricato e i relativi *fattori di confidenza* (FC) tramite i quali si definiscono parametri meccanici della muratura.

Gli LC si distinguono in:

- **LC1: (conoscenza limitata)** si raggiunge quando vengono effettuate valutazioni basilari sullo stato del fabbricato. Queste valutazioni includono rilievi geometrici, verifiche in situ limitate sui dettagli costruttivi e indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali; il fattore di confidenza risulta: $FC=1,35$ e riduce i valori di resistenza dei materiali dell'edificio.
- **LC2: (conoscenza adeguata)** si raggiunge se sono stati compiuti il rilievo geometrico, le indagini esaustive sui dettagli costruttivi e determinate prove estese sulle caratteristiche dei materiali; il fattore di confidenza corrispondente risulta: $FC=1,2$.
- **LC3: (conoscenza accurata)** si raggiunge se oltre ai rilievi geometrici, vi sono verifiche esaustive sui dettagli costruttivi e indagini sulle proprietà dei materiali; il fattore di confidenza corrispondente è pari a $FC=1$

⁵² N.T.C. del 2018 Circolare capitolo 8 Costruzioni esistenti

Queste specifiche sono fondamentali nel caso del recupero del mulino in esame. Allo stato di fatto, non si hanno infatti informazioni riguardo la caratterizzazione meccanica degli elementi strutturali; risulta pertanto necessaria l'esecuzione di una campagna di indagini volta a raggiungere questo obiettivo.⁵³

3.3.1. Definizione della campagna di indagini

Gli strumenti di diagnostica per valutare la conoscenza degli edifici si sostanziano in tecniche applicabili sugli elementi strutturali, quali muratura o elementi in calcestruzzo armato, al fine di interpretarne la vulnerabilità e la resistenza meccanica degli stessi.⁵⁴

Tra le differenti prove a cui si può ricorrere per la valutazione dei fattori di confidenza, con i relativi livelli di conoscenza, si citano:

- PROVE NON DISTRUTTIVE: Prove ad ultrasuoni, termografi, sclerometro, Son Reb, ecc.
- PROVE SEMI-DISTRUTTIVE: Carotaggi, endoscopie, martinetti piatti, ecc.
- PROVE DISTRUTTIVE: Prove di compressione diagonale, ecc

Alcune di queste vengono di seguito analizzate:

Ultrasuoni: Applicate sia per calcestruzzo armato che per muratura, misurano il tempo di attraversamento T di un impulso ad alta frequenza emesso da un trasmettitore e ricevuto da una sonda ricevente, in seguito all'attraversamento di uno spessore L . La velocità di propagazione viene indicata come:

$$V=L/T$$

e dipende dalle proprietà elastiche del materiale, dal modulo di Poisson e dalla densità.

⁵³ S. F. MUSSO, *Recupero e Restauro degli edifici storici - Guida pratica al rilievo e alla diagnostica*, EPC libri, Roma, 2004

⁵⁴ A. GRAZZINI, "La diagnostica per conoscere gli edifici esistenti", *Ingenio* (blog), 25 marzo, 2023, <https://www.ingenio-web.it/>

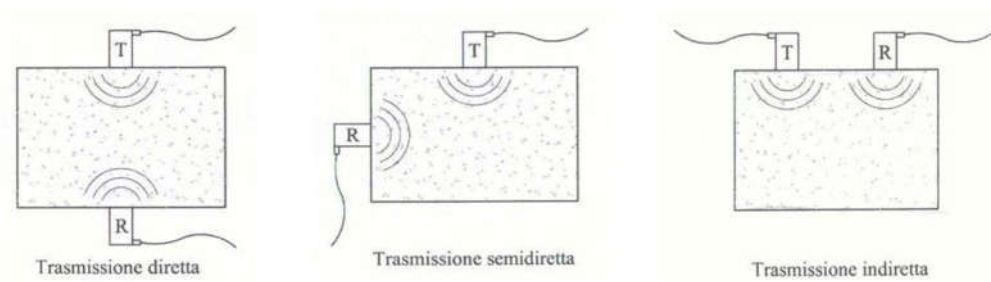


Figura 28: Tipologie di misurazione in funzione della posizione di trasmittente e ricevente
(Fonte: Ing. Rocco Tolve).

Sclerometro: prova non distruttiva basata sulla determinazione dell'indice sclerometrico in funzione del rimbalzo di una massa elastica che dipende dalla superficie su cui urta e dalle caratteristiche di resistenza del materiale. Le prove sclerometriche consentono di stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in strutture già esistenti, nonché in nuovi edifici in fase di costruzione. Tuttavia, è importante eseguire un numero sufficiente di battute per ogni punto di indagine al fine di ottenere un valore statistico più accurato.

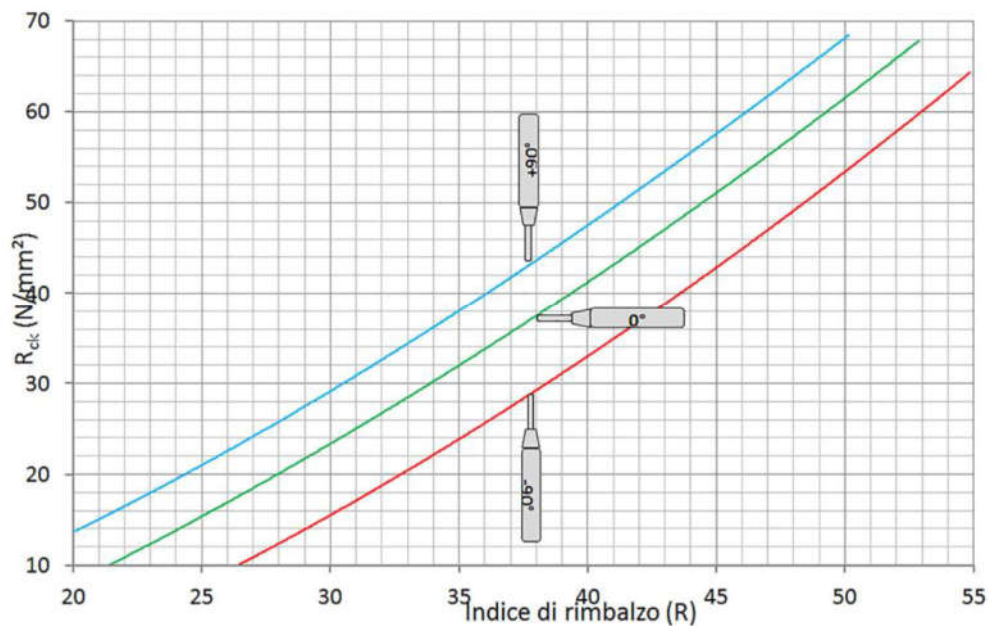


Figura 29: Curve di correlazione tra l'indice di rimbalzo e la stima della resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo (Fonte: Ing. Grazzini).

Carotaggi ed endoscopie: i primi effettuati maggiormente su c.a. mentre per le murature esistenti si scelgono le micro-endoscopie, hanno lo scopo di indagare la stratigrafia degli elementi strutturali. La tecnica del prelievo di campioni cilindrici di calcestruzzo mediante carotaggio, normata dalla UNI EN 12504-1:2002, consente di ottenere carote di materiale strutturale prelevate in situ, che possono essere sottoposte a prova di compressione in laboratorio per determinare la resistenza residua del calcestruzzo esistente. Prima del carotaggio, viene effettuata un'indagine pacometrica per individuare le barre di armatura prossime alla zona in cui si intende eseguire il prelievo e, in tal modo, escluderle dal percorso del carotaggio. In casi di muratura esistente invece, non potendo avere una carota compatta (e quindi un campione indisturbato), si preferisce l'endoscopia attraverso la realizzazione di un foro di diametro 12-25mm con ispezione interna visiva tramite sonda.

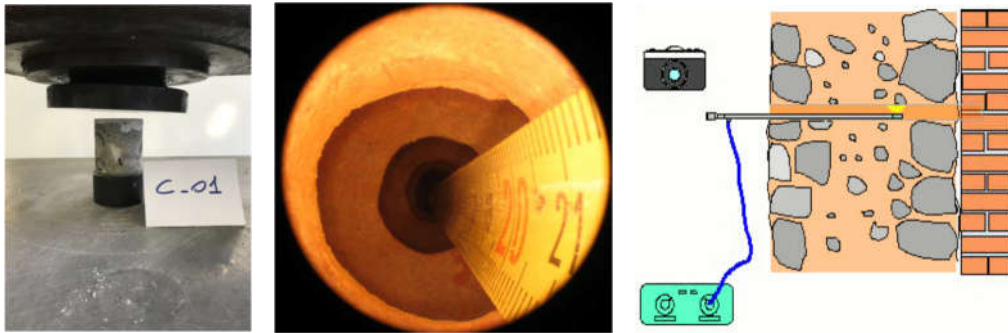


Figura 30: Carota in prova a compressione; sonda di una micro-endoscopia in muratura esistente; disegno della prova endoscopica (Fonte: Ing. Grazzini; Ing. Tolve).

Martinetti piatti: prova diagnostica semi-distruttiva che consente di ottenere importanti valori quantitativi per le murature, come la *tensione di esercizio*, il *modulo elastico* e la resistenza a compressione. La prova prevede la rimozione dell'intonaco su un'area di circa 1m x 1m e l'esecuzione di uno/due tagli con sega circolare su giunti orizzontali di malta. Tuttavia, in presenza di tessiture particolarmente eterogenee con pietrame sparso e giunti irregolari, la prova può essere di difficile esecuzione. Dopo la rimozione dell'intonaco, si posizionano tre trasduttori di spostamento verticali ed uno orizzontale, e si esegue il primo taglio su un giunto di malta a cavallo dei trasduttori; si inserisce un martinetto piatto, costituito da un disco semicircolare molto piatto, che viene collegato ad una pompa idraulica dotata di manometro. Si immette l'olio

in pressione all'interno del martinetto, che si gonfierà leggermente. La pressione viene incrementata a step regolari fino all'azzeramento delle deformazioni registrate dai trasduttori verticali. Il valore letto sul manometro, corretto secondo alcuni coefficienti, rappresenta la stessa pressione presente nella muratura prima dell'esecuzione del taglio, e consente di ricavare la tensione di esercizio presente all'interno della muratura.



Figura 31: Martinetti inseriti nella muratura e pompaggio dell'olio in pressione per la determinazione della tensione di esercizio agente (Fonte: Ing. Grazzini).

Nel caso in esame, si possono prevedere campagne di indagini con tipologie di prove appena viste che consentano di raggiungere un buon livello di conoscenza della struttura, attraverso la caratterizzazione degli elementi costituenti. Attraverso la codifica degli elementi sottoposti a indagine, si genera un foglio excell che restituisce in funzione della tipologia di prova e del livello di piano di riferimento, il risultato ottenuto.

	A	B	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
4																	
5																	
6			MURATURA														
7			Indagine visiva	Endoscopio	Martinetto piatto singolo	Martinetto piatto doppio	Shove test	Compressione diagonale	Misurazioni soniche	Prelievo di muratura	Misura dell'umidità mediante igrometro	Verifica omogeneità con martello strumentato	Sclerometro di Schmidt	Sclerometro a pendolo	Penetrometro	Carotaggio	Sclerometro a pendolo
8	LIVELLO	LEMENT															
9	FONDAZIONE	F1	●														
10		F2												●			
11		F3															
12		F4															
13		F5	●														
14		F6															
15		F7															
16	PIANO TERRA	M1		●													
17		M2															
18		M3															
19		T1															
20		T2															
21		C1	●			●											
22		C2															
23	PIANO PRIMO	M4															
24		M5		●													
25		M6															
26		T3	●														
27		T4															
28		C3															
29		C4															
30	PIANO SECONDO	M7															
31		M8	●														
32		M9															
33		T5															
34		T6															
35		C5															
36		C6															

Figura 32: Esempio tabellare delle indagini previste su un manufatto al fine di determinarne la caratterizzazione degli elementi strutturali (Fonte: Ing. Valerio Borgo; Elaborazione personale).

Per il mulino Querio, considerando la storia evolutiva della costruzione e osservando la compresenza di diverse tecniche realizzative, risulta fondamentale una analisi approfondita precedente all'intervento di restauro stesso. Si consiglia pertanto l'esecuzione di una campagna di indagini secondo i metodi illustrati.

3.4. HBIM: la metodologia BIM applicata al patrimonio storico

Il Building Information Modeling (BIM) può essere definito come un processo integrato che consente di gestire una vasta gamma di informazioni relative a qualsiasi tipo di struttura. Tale processo trova fondamento su un modello tridimensionale intelligente, nel quale si integrano dati strutturati appartenenti a diverse discipline, permettendo la creazione di un modello digitale che copre l'intero ciclo di vita dell'edificio, dalla fase di pianificazione e progettazione, fino alla costruzione e messa in funzione. Il BIM è una metodologia capace di consentire ai diversi professionisti del settore la collaborazione con lo scopo di generare un modello informativo digitale che sia versatile, dinamico, condivisibile e interdisciplinare. In questo caso, il fine è la reazione di un gemello digitale (*Digital twin*) dell'edificio oggetto di analisi, contenente informazioni geometriche, relative ai materiali, agli elementi strutturali, a quelli impiantistici, ai costi, alla manutenzione.⁵⁵

La definizione del termine BIM contiene al suo interno due concetti chiave: ci si può riferire infatti sia al *Building Information Modeling* che al *Building Information Model*. Secondo la prima accezione del termine, ci si sofferma su un gruppo di processi che realizzano, comunicano e gestiscono i dati attraverso i diversi professionisti di un processo progettuale; mentre se si cita il modello (Model) si definisce una riproduzione digitale di tutte le caratteristiche informative, geometriche e fisiche di un artefatto.

Fondamentale diviene a questo punto della trattazione, definire questa metodologia introducendo le sette dimensioni del BIM, distinte in base alla diversità dei dati trattati, secondo la seguente classificazione⁵⁶:

- 3D: riferita alla modellazione geometrica del manufatto;
- 4D: analizza i tempi (quindi la durata dell'intervento);

⁵⁵ AA.VV., "Cos'è il BIM, Building Information Modeling?", ACCA Software, <https://www.acca.it/bim-building-informationmodeling>.

⁵⁶ Secondo normativa UNI 11337, nelle parti 5 e 6 si fa riferimento a questi aspetti, invertendo però la sesta e la settima dimensione rispetto a ciò che è definito in ambito internazionale.

- 5D: considera i costi relativi alla realizzazione dell'artefatto;
- 6D: valuta la sostenibilità di tutto il processo;
- 7D: descrive la componente relativa alla manutenibilità del bene, in inglese il *facility management*.

Inoltre, la modellazione è strettamente connessa agli obiettivi prefissati dal progetto di realizzazione o recupero del manufatto. A questo scopo, un modello presenta in funzione delle necessità richieste e della fase di progettazione per la quale viene elaborato, differenti e variabili sviluppi in base ai quali viene definito un livello di dettaglio. In funzione di quest'ultimo, ci si riferisce al concetto di LOD, inteso come *Level of Development*, codificato dall'AIA nel 2008 come livello di sviluppo. Il BIM Forum dell'AIA definisce il "*Level of Detail*" (LOD) come il grado di precisione delle informazioni rappresentate in un elemento del modello. In altre parole, il LOD indica quanto dettaglio è stato inserito nel modello per descrivere l'elemento. Il "*Level of Development*" (LOD) invece, indica il grado di affidabilità della geometria e di completezza delle informazioni contenute nell'elemento del modello, in relazione alle esigenze del team di progetto. In pratica, il LOD rappresenta il livello di maturità delle informazioni e della geometria del modello, ovvero il grado in cui le informazioni sono state pensate e strutturate in modo coerente e affidabile. La classificazione implica una definizione di LOD 100, LOD 200, LOD 300 fino a LOD 500, passando da *Conceptual* fino a *Record BIM*.⁵⁷

La norma italiana UNI 11337-2:2017 definisce il "*Level of Development*" (LOD) come la quantità e la qualità delle informazioni contenute negli oggetti digitali che compongono il modello BIM, ossia il livello di sviluppo delle informazioni contenute nei singoli oggetti digitali e nella loro relazione con gli altri oggetti del modello. In questo caso, il Level of Detail (LOD) è composto da due componenti principali: il *Level of Geometry* (LOG) e il *Level of Information* (LOI). Il LOG indica il grado di sviluppo geometrico degli elementi del modello, ovvero la precisione con cui gli oggetti sono rappresentati dal punto di vista geometrico; il LOI, invece, indica il livello di informazioni contenute negli elementi del modello. Questo può includere informazioni sulle proprietà fisiche degli oggetti, come il peso o le proprietà termiche, o

⁵⁷ A. OSELLO, "*BIM E LOD for as-built and as-is. drawing TO the future*", Appunti del Corso, Politecnico di Torino, 2021.

informazioni sulla funzione degli oggetti, come la posizione e la connessione degli elementi all'interno dell'edificio. La norma UNI 11337-2:2017 definisce diversi livelli di sviluppo (LOD) che rappresentano il grado di precisione e completezza delle informazioni contenute negli oggetti digitali, e che sono specificati in base agli obiettivi e alle esigenze delle diverse fasi del processo di progettazione, costruzione e gestione dell'opera. In particolare, ogni LOD è definito in relazione all'uso e agli obiettivi del modello BIM a cui si riferisce. In questo caso, esistono:

LOD A	Oggetto simbolico	Gli elementi sono modellati simbolicamente mentre gli aspetti quantitativi e qualitativi sono indicativi
LOD B	Oggetto generico	Gli elementi si presentano con una geometria generica o che ne definisce l'ingombro; le informazioni sono approssimate quantitativamente e qualitativamente.
LOD C	Oggetto definito	Gli elementi appaiono con una geometria definita le cui caratteristiche qualitative e quantitative sono riconducibili ad una pluralità di oggetti simili. Si definiscono alcuni aspetti costruttivi, di manovra e di manutenzione.
LOD D	Oggetto dettagliato	Gli elementi sono dettagliati, le caratteristiche qualitative e quantitative presenti sono specifiche e riconducibili a più oggetti simili. Si definiscono anche in questo caso aspetti sull'attività costruttiva e di manutenzione.
LOD E	Oggetto specifico	Gli elementi sono descritti come uno specifico sistema dal punto di vista geometrico. Gli aspetti qualitativi e quantitativi sono specifici ad un singolo sistema produttivo legati al prodotto. Le entità sono virtualizzate graficamente come specifico sistema geometrico. Il livello di dettaglio riferito alla fabbricazione, assemblaggio, manovra e manutenzione è specifico.
LOD F	Oggetto eseguito	Le caratteristiche quantitative e qualitative sono specifiche del sistema produttivo del manufatto in questione. Gli aspetti di gestione, manutenzione durante il ciclo di vita sono riportati per ogni singolo elemento. Il livello di dettaglio in questo caso si riferisce ad un <i>as-built</i> , ovvero alla modellazione geometrica e informativa di un manufatto reale. Il livello informativo richiesto è molto elevato, dettagliato e specifico.
LOD G	Oggetto aggiornato	Gli elementi sono riferiti ad uno livello aggiornato dello stato di fatto di un oggetto in un determinato tempo, inclusi per ciascuno di questi gli interventi di gestione, manutenzione, riparazione e sostituzione da applicare durante il ciclo di vita del manufatto. Si identifica la modellazione specifica di un oggetto digitale riferito alla realtà in una fase aggiornata, riportando le modifiche e gli interventi avvenuti durante il ciclo di vita del manufatto, comprese le informazioni riferite all'eventuale degrado della materia.

Tabella 1: I principali livelli LOD definiti dalla UNI 11337-2:2017

Il LOD rappresenta quindi un importante parametro per valutare la qualità e la completezza delle informazioni contenute nel modello BIM, in modo da garantire la coerenza e l'affidabilità delle informazioni utilizzate durante il processo di progettazione, costruzione e gestione dell'opera.⁵⁸

Ci si potrebbe dunque chiedere come questa tecnologia possa entrare in contatto con un restauro e un recupero a fini di musealizzazione di un manufatto storico come quello del mulino di Foglizzo. Esiste tuttavia l'*Historical o Heritage Building Information Modeling*, riferito alla metodologia BIM applicata ai manufatti esistenti, con l'obiettivo di ottenere un digital twin che contenga informazioni geometriche e tecniche del patrimonio edilizio esistente. Questa tecnica è diventata sempre più popolare negli ultimi anni grazie alla ricchezza del patrimonio storico artistico esistente, in particolare nel nostro Paese. L'applicazione della metodologia BIM al patrimonio esistente comporta la realizzazione di modelli digitali tridimensionali che contengono informazioni dettagliate sui manufatti, consentendo un'analisi storica e strutturale approfondita.⁵⁹

L'attività di progettazione per il recupero o il restauro di una struttura esistente si basa sulla conoscenza approfondita del manufatto, includendo la storia e l'evoluzione, le stratificazioni costruttive susseguitesi nel corso del tempo che determinano lo stato attuale dell'edificio e le caratteristiche architettoniche, strutturali, geometriche e materiche del sistema edilizio da preservare e conservare nella progettazione dell'attività di recupero. Questo processo richiede un'accurata e approfondita analisi e indagine storica che consente di ricostruire l'intera vita del manufatto, tramite consultazione di documenti ed elaborati, fonti storiche, documenti d'archivio (in particolare i documenti catastali), disegni e descrizioni delle tecniche e dei materiali impiegati.

⁵⁸ Ibid.

⁵⁹ AA.VV., "HBIM, il BIM applicato all'edilizia esistente", BibLusBIM, <https://bim.acca.it/hbim-bim-applicato-ediliziaesistente>

In sintesi, la metodologia HBIM rappresenta una risorsa preziosa per la conservazione del patrimonio storico artistico esistente, consentendo di preservare e gestire in modo efficiente le informazioni sulla storia e sulle caratteristiche dei manufatti, nonché di pianificare il recupero e il restauro di queste importanti opere architettoniche.

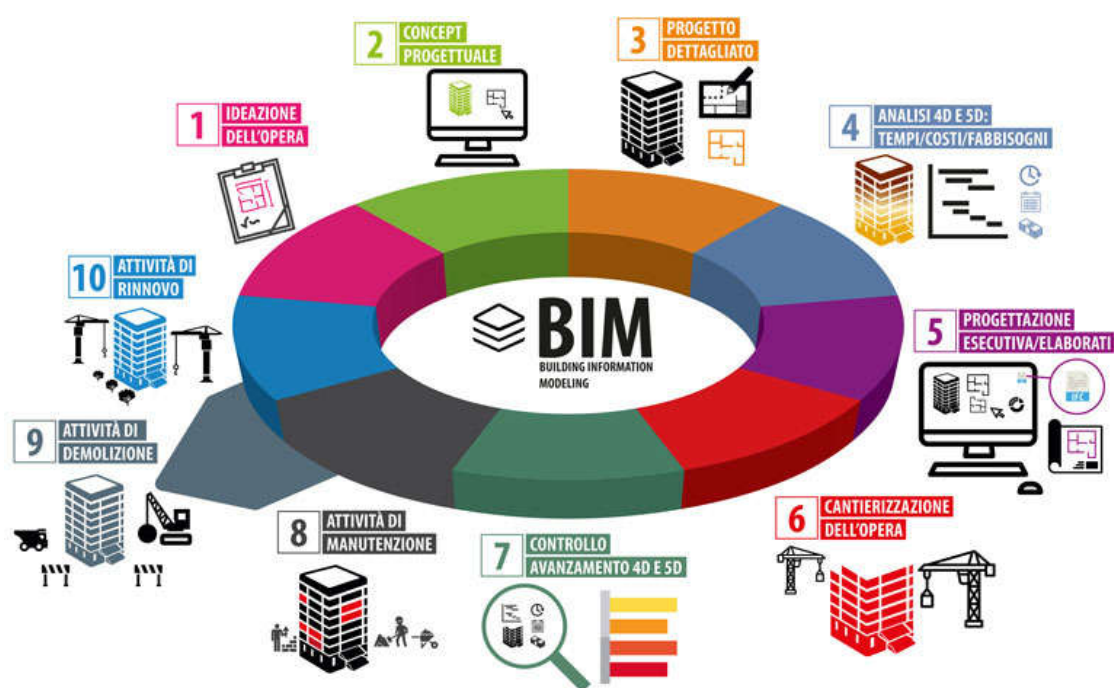


Figura 33: Schema rappresentativo e riassuntivo delle fasi e degli obiettivi della metodologia BIM.
(Fonte: <https://blog.analistgroup.com/la-progettazione-bim-e-la-sicurezza-dei-luoghi-di-lavoro-a-enna/>).

3.4.1. L' Heritage Building Information Modeling per il Mulino Querio

Come descritto nel precedente capitolo, al fine di applicare HBIM al recupero dell'esistente, è fondamentale partire da alcuni punti chiave.

La conoscenza delle caratteristiche architettoniche, strutturali, geometriche e materiali di un edificio da preservare e conservare durante l'attività di recupero è ottenuta sia tramite l'indagine storica che dall'attività di rilievo sul campo. Se infatti risulta essenziale svolgere un'attenta e approfondita analisi tramite la consultazione di documenti ed elaborati, fonti storiche, documenti per ricostruire l'intera vita del manufatto, l'attività di rilievo e misurazione sul campo ricopre un'importanza ancora più forte soprattutto nei casi in cui vi siano lacune nelle informazioni ottenute o assenza di conoscenza del costruito in esame.

Il rilievo viene eseguito utilizzando le strumentazioni e le tecnologie messe a disposizione del progetto. La prima fase di conoscenza, raccolta dei dati e consapevolezza è dunque fondamentale. Le informazioni raccolte costituiscono le basi che consentono di svolgere le analisi diagnostiche sull'edificio, di individuare e definire gli interventi di recupero da attuare e le successive attività di manutenzione. Le tecnologie adottate per la raccolta di dati e informazioni applicate nella metodologia HBIM possono essere molteplici, tra cui la fotogrammetria e la rilevazione laser scanner. Queste tecnologie consentono di associare informazioni geometriche a immagini, fornendo un modello virtuale fedele al manufatto reale. Successivamente, a seguito della campagna di rilievo, i dati ottenuti vengono rielaborati in modo accurato.

La nuvola di punti ottenuta dall'utilizzo del laser scanner rappresenta una ricostruzione tridimensionale molto dettagliata dell'edificio. Tuttavia, questa rappresentazione non è ancora sufficiente per la produzione di elaborati progettuali e di altri documenti che possono essere utilizzati nella gestione e nella manutenzione dell'edificio. Per questo motivo, è necessario procedere all'elaborazione dei dati, ossia una serie di attività di post-produzione, tra cui la georeferenziazione delle informazioni acquisite, la pulizia della nuvola (ad esempio la riduzione della densità dei punti) e la modellazione BIM dell'edificio. In particolare, la georeferenziazione

dei dati consente di associare le informazioni acquisite dal laser scanner a coordinate spaziali, in modo da poter integrare le informazioni acquisite con altre fonti di dati geografici, come ad esempio mappe topografiche o informazioni sulle infrastrutture circostanti.

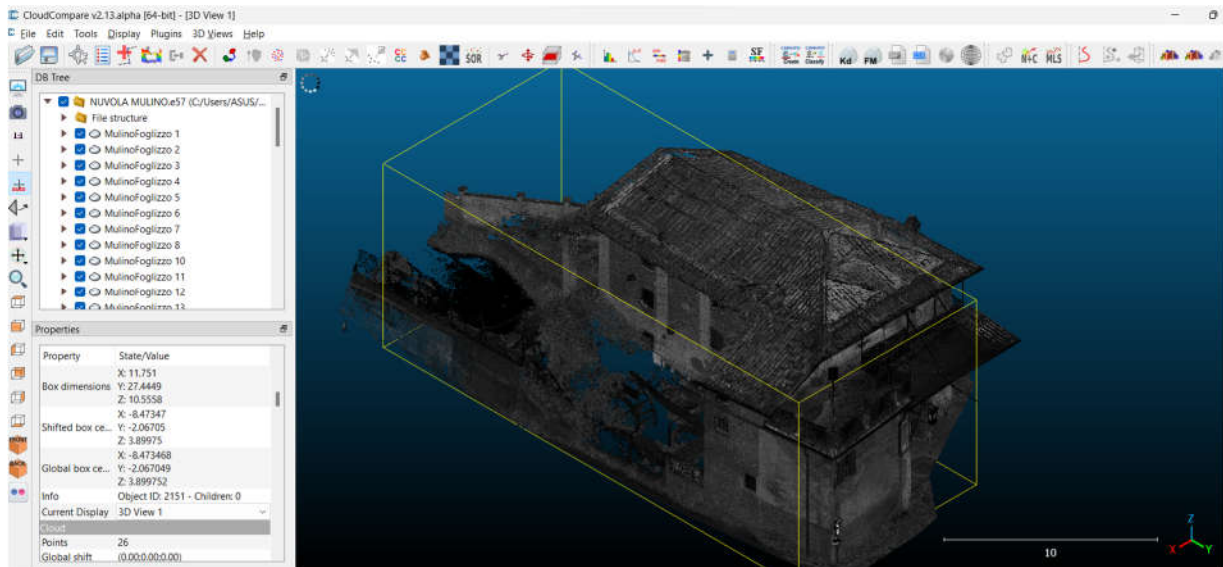


Figura 34: Esempio di elaborazione della nuvola di punti del mulino Querio con il software CloudCompare. In questo caso, si riduce la densità dei punti di rilievo al fine di diminuire le dimensioni del file ed avere maggior fluidità durante le lavorazioni. (Fonte: elaborazione personale).

Dall'elaborazione delle informazioni, si può ottenere una nuvola di punti come base di partenza per la definizione di un primo modello 3D. La digitalizzazione e la realizzazione del modello BIM tridimensionale e parametrico, infatti, rappresentano il passaggio successivo dopo l'acquisizione dei dati tramite il laser scanner. In questa fase, si utilizzano le informazioni raccolte precedentemente, come le notizie storiche, le analisi del degrado, i materiali utilizzati e il livello di affidabilità dei dati presenti. Queste informazioni sono state raccolte tramite:

- Documentazione storica, catastale, relazioni d'ufficio tecnico comunale;
- Analisi del degrado dall'osservazione e rappresentazione con metodo Dalla Costa, con indicazione degli interventi di ripristino;
- Dati ottenuti in output dalla campagna di indagini al fine di fornire un livello di conoscenza soddisfacente, prima di avviare l'intervento di restauro.

Questi dati vengono di volta in volta implementati all'interno del modello: in questo modo il modello BIM tridimensionale e parametrico è completo e raccoglie tutte le informazioni relative alla storia dell'edificio. Ciò consente di produrre tutti gli elaborati progettuali necessari, dai disegni tecnici alle proiezioni ortografiche e agli abachi. È importante avere una consapevolezza chiara del fine per il quale il modello BIM del manufatto viene realizzato, in modo da improntare lo sviluppo del gemello digitale sull'obiettivo finale, inserendo e raccogliendo dati più dettagliati in base all'intervento di recupero o restauro che si prevede di eseguire.

Tuttavia, la metodologia BIM applicata al patrimonio costruito, porta ad oggi ad una problematica in dibattito aperto: l'affidabilità delle informazioni fornite da rilievo. Allo scopo di catalogare e ottimizzare l'affidabilità di questi dati, è stato introdotto un parametro definito *Level of Reliability* (LOR) fondamentale nella gestione e tutela del patrimonio costruito, in quanto garantisce la corretta gestione delle informazioni e l'efficacia delle decisioni adottate sulla base dei dati presenti all'interno del modello digitale. Attualmente, non esiste una norma specifica che definisca e ponga le basi per la determinazione e classificazione del LOR, tuttavia, sono in corso studi e ricerche in questo ambito. Inoltre, è possibile adottare un approccio metodologico basato sull'esperienza acquisita nel tempo nella gestione e manutenzione del patrimonio costruito, al fine di garantire un elevato livello di affidabilità delle informazioni presenti all'interno del modello digitale.



Figura 35: Esempio di elaborazione della nuvola di punti del mulino Querio con il software Autodesk Recap. In questo caso, si confrontano le discrepanze tra una sezione da rilievo con laser scanner e un elaborato ottenuto da documenti catastali e elaborati in formato .dwg. (Fonte: elaborazione personale).

L'HBIM rappresenta pertanto un metodo di lavoro che consente di progettare l'esistente dal punto di vista della modellazione, ovvero si realizza un modello che simula la costruzione del manufatto e che ne presenta la maggior parte delle caratteristiche. L'applicazione della metodologia al patrimonio esistente fornisce la possibilità di ottimizzarne la gestione, la manutenzione e la tutela, permettendo il monitoraggio del degrado, la pianificazione di interventi di restauro e l'attività di previsione del comportamento strutturale con simulazione di eventuali eventi soprannaturali, quali sismi o altro.

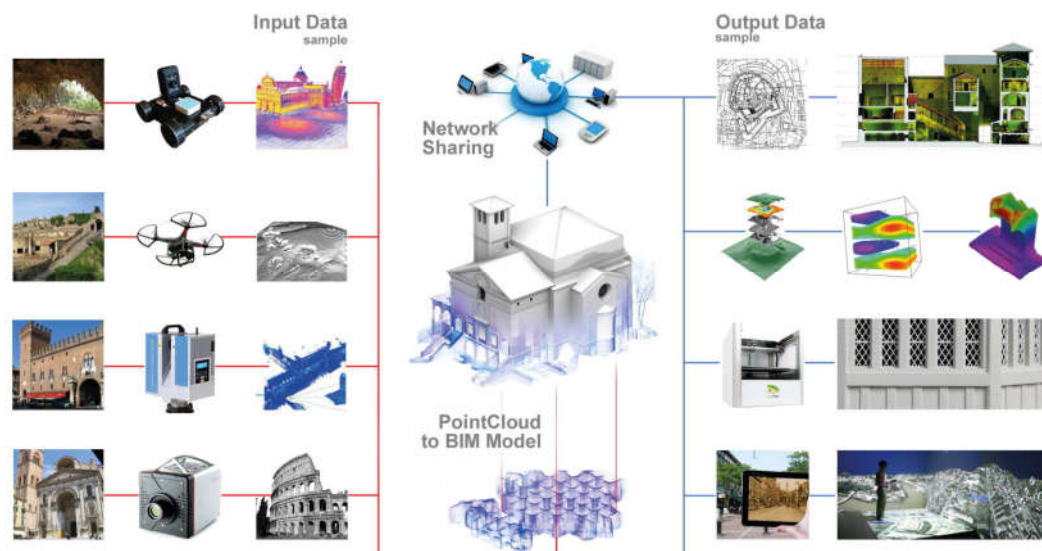


Figura 36: Schema riassuntivo della metodologia HBIM. Si evidenzia l'importanza della raccolta dati tramite la documentazione storica e il rilievo con tecniche diagnostiche, con l'obiettivo dello scambio di informazioni tra gli stakeholders e la generazione del modello per scopi archivistici, di interventi di restauro, manutentivi, ecc.

(Fonte: <https://www.bimportale.com/inception-la-modellazione-bim-applicata-allheritage/>).

L'obiettivo finale dell'applicazione di questa metodologia resta pertanto quella di generare dei gemelli digitali degli edifici che appartengono al patrimonio esistente: trattandosi di una ricchezza di inestimabile valore e diffusione per il nostro paese, il lavoro da realizzare sull'applicazione della tecnica risulta un percorso ancora lungo. Ci si auspica pertanto la realizzazione futura di un database informativo e digitalizzato di interi borghi e territori, che possa delinarsi non solo come contenitore di dati puntuali e indicizzati riguardanti le strutture esistenti nella realtà e fondamentali per la manutenzione nel tempo, ma anche rappresentare una metodologia di intervento per il recupero che segue fasi prestabilite, con la possibilità di

introdurre caso per caso differenti approcci per il restauro di un bene. Basti infatti considerare che diversi artefatti richiedono differenti interventi di restauro, ai quali anche questa metodologia deve far riferimento.

3.5. Il restauro dell'esistente: tecniche di intervento sui materiali

Come accennato nel corso della trattazione, il restauro è un processo complesso che richiede una conoscenza approfondita dei materiali e delle tecniche costruttive utilizzate nel periodo in cui è stato realizzato l'edificio. Questo perché i materiali hanno caratteristiche diverse che possono influire sul loro stato di conservazione e sulla scelta delle tecniche di restauro più appropriate.⁶⁰

Uno dei primi passi da compiere nell'approccio al restauro è una valutazione accurata dello stato di conservazione dell'edificio e dei suoi materiali costitutivi, passando anche attraverso eventuali interventi di manutenzione che l'edificio ha eventualmente subito nel corso del tempo. Questo può essere fatto attraverso l'osservazione visiva, l'utilizzo di strumenti di diagnostica non distruttiva, analisi chimiche e fisiche, test di resistenza e sollecitazione. La conoscenza approfondita delle caratteristiche dei materiali consente di valutare la necessità di interventi di conservazione, ripristino o sostituzione.

Una volta identificati i problemi principali, si possono elaborare strategie di intervento che tengano conto delle esigenze di conservazione e di valorizzazione dell'edificio. In questo contesto, la scelta dei materiali e delle tecniche di restauro diventa fondamentale per garantire la compatibilità con quelli originali e per evitare di alterare l'aspetto e la funzionalità dell'edificio. Inoltre, la conservazione dell'edificio e dei suoi materiali costitutivi richiede anche una corretta manutenzione nel tempo. È importante stabilire piani di manutenzione periodica per evitare che eventuali problemi di degrado si aggravino e per prolungare la vita dell'edificio.

In particolare, è importante prestare attenzione alle situazioni in cui le naturali alterazioni indotte dall'ambiente sono state previste e considerate dall'artefice dell'opera architettonica come elementi che contribuiscono alla definizione dell'aspetto dell'edificio. In questi casi, l'accentuazione degli effetti chiaroscurali degli elementi decorativi, determinata dalle alterazioni

⁶⁰ S.P.MAFFEI, M.PRETELLI, E.VASSALLO, *Guida al corso di restauro architettonico*, Edizioni Goliardiche (Trieste, 2005).

prodotte dal tempo, contribuisce a raggiungere la compiutezza espressiva dell'opera architettonica.⁶¹

Distinguere i prodotti d'alterazione da rimuovere perché dannosi da quelli che contribuiscono alla bellezza dell'edificio costituisce sempre un tema complesso che richiede conoscenze specifiche approfondite. Nel caso del mulino in esame, sono state effettuate scelte di intervento che vengono di seguito illustrate e approfondite⁶².

3.5.1. Il restauro delle superfici esterne

Dal punto di vista materico, le superfici esterne del mulino sono interessate da una diffusa discontinuità che vede una prevalenza di intonaco in corrispondenza delle facciate su prospetto Sud (ingresso) ed Est, a differenza dei prospetti Ovest e Nord in cui l'intonaco si alterna a zone di superficie non trattata, con laterizi a vista. Si distinguono pertanto diversi interventi in funzione delle caratteristiche di rivestimento corticale.

SUPERFICI INTONACATE: le superfici ad intonaco a partire dal terreno e per una quota che raggiunge il livello di gronda, sono state oggetto nel corso del tempo di continui interventi con probabile rimozione degli intonaci originari e sostituzione con nuovi strati di intonaco. Probabilmente, anche in seguito alla modifica nelle volumetrie originarie con la creazione di nuovi corpi di fabbrica tra il 1800 e la metà del 1900, la composizione dei nuovi intonaci rivela quasi sicuramente una massiccia presenza di leganti a base di cemento Portland, che non sono compatibili con le murature in termini di traspirabilità e permeabilità al vapore. Si osserva infatti la presenza di fenomeni di degrado conseguenti al problema di umidità di risalita, quali scagliatura, distacco di intonaci, ecc.

⁶¹ Ibid.

⁶² P. SCARZELLA, M. ZERBINATTI, *Recupero e conservazione dell'edilizia storica*, Alinea Editrice, Firenze, 2009

Di conseguenza, il progetto prevede l'eliminazione di questi materiali non idonei e la loro sostituzione con intonaci macroporosi realizzati a base di calce idraulica naturale NHL⁶³. Questo tipo di malta è tradizionalmente utilizzato nel restauro di edifici storici ed è compatibile con le murature in quanto consente la traspirabilità e la permeabilità al vapore per prevenire la formazione di umidità e la degradazione del supporto murario sottostante.

La sostituzione degli intonaci incongruenti con calce idraulica naturale NHL rappresenta un intervento di restauro importante che permetterà di garantire la durabilità e la stabilità dell'edificio nel tempo, prevenendo danni e degradazioni causati da materiali non compatibili con le murature.

SUPERFICI LATERIZIE: Per il trattamento delle superfici laterizie, l'intervento prevede diverse fasi. In primo luogo, verrà eseguito un pretrattamento di tutte le aree al fine di eliminare qualsiasi presenza vegetale o fitopatogena. Successivamente, verrà effettuata una spazzolatura manuale per rimuovere tutti gli elementi di malta di allettamento che, a causa dell'azione di agenti atmosferici, risultano decoesi o indeboliti. Inoltre, nelle zone interessate dal degrado causato da azioni vandaliche, si prevede di effettuare un'operazione di asportazione con trattamento mediante sabbiatrice con sistema JOS⁶⁴. Prima dell'intervento, sarà necessaria una campionatura per la taratura della pressione e la selezione dell'abrasivo, che sarà di tipo carbonatico e quindi minimamente invasivo. Se si ritiene necessario, lo stesso trattamento verrà effettuato su altre porzioni della superficie laterizia, poiché solo dai ponteggi sarà possibile constatare l'effettiva necessità dell'intervento.

Successivamente, si procederà alla sostituzione degli elementi laterizi incongrui (mattoni forati al posto di mattoni pieni) o al risarcimento delle lacune con laterizi la cui consistenza e colore saranno sottoposti all'approvazione della Soprintendenza durante la direzione lavori.

⁶³ Le Calci Idrauliche Naturali vengono contraddistinte con la sigla NHL (Natural Hydraulic Limes) in quanto, non sono modificate e con l'aggiunta di materiali pozzolanici o idraulici (clinker, cemento, ceneri ecc). La normativa prevede un'ulteriore distinzione, basata sulla resistenza meccanica a 28 gg. Tale distinzione si traduce nella definizione di tre classi: NHL 2, NHL 3,5 e NHL 5.

⁶⁴ Sistema di pulitura che lavora a bassa pressione con minime quantità d'acqua utilizzato nel campo del restauro al fine di rimuovere smog, vernici, graffiti, ecc.

Infine, verrà eseguito un consolidamento strutturale delle malte di allettamento tra i laterizi, sia quelli già presenti che quelli risarciti, mediante una pennellatura a rifiuto di latte di calce che avrà la funzione di arricchire la struttura coesiva delle malte medesime.

3.5.2. Il restauro delle superfici interne

Il progetto prevede il ripristino completo delle superfici ad intonaco interne. Questo intervento presuppone anche l'asportazione totale delle superfici corticali precedenti contenenti leganti a base di cemento Portland e malte non permeabili sulle murature, il che richiede l'eliminazione di questi materiali incongrui per un'estensione di almeno due metri lungo tutto il perimetro intonacato della facciata interna, in funzione dell'altezza di piano. Questo permetterà la ricostruzione degli intonaci utilizzando esclusivamente la calce idraulica naturale NHL, che è compatibile con la permeabilità e la traspirabilità delle murature.

3.5.3. Tecniche di intervento specifiche

All'interno di un progetto di restauro spesso si riscontrano problematiche particolari delle strutture. Principalmente si tratta di fenomeni di degrado conosciuti e diffusi sia tramite rilievo del manufatto da restaurare sia da antologia della tradizione di intervento. Pertanto, nonostante possano verificarsi problematiche di natura caratteristica, quasi la maggior parte degli interventi interessa aspetti che si ripetono in quasi tutti gli edifici, sia di naturale monumentale che civile, industriale, residenziale.

Tra i vari interventi previsti per il mulino in esame e dettagliati negli elaborati in allegato, si approfondiscono in particolare due tecniche per la risoluzione di due diversi fenomeni che interessano in particolare le murature esistenti:

1. Lacune di elementi di muratura per erosione o dislocazione degli stessi.
2. Risalita di umidità capillare lungo le pareti.

Se il primo caso viene affrontato nei capitoli successivi, di particolare importanza risulta il fenomeno di **umidità di risalita capillare**.

Ovunque ci sia un manufatto con una struttura a diretto contatto con il terreno, a causa della porosità dei materiali da costruzione, si crea per fenomeno fisico un innesco, una attrazione da parte della muratura nei confronti delle molecole d'acqua presenti nel terreno che risalgono quindi all'interno dei capillari. Ovviamente attraverso l'evaporazione vengono a manifestarsi sulla superficie dei fenomeni sintomatici quali **fioriture di sali**, **scrostamenti**, rigonfiamenti e **distacchi**. Questi fenomeni sono dovuti dunque alla componente salina, in quanto l'acqua che il muro assorbe, è carica di sali presenti nel terreno o nel mare, che di conseguenza l'acqua trasporta in soluzione, ma che deposita attraverso l'evaporazione. In questi casi, vi sono tecniche di intervento attraverso metodi *empirici*, *meccanici* o *chimici* che costituiscono la tradizione nelle applicazioni di restauro, ma che in molti casi non risolvono il problema definitivamente. Spesso, infatti, non è possibile realizzare vespai areati o intervenire con metodi meccanici per l'isolamento della struttura dal terreno; inoltre, sistemi chimici applicati a murature storiche, per loro natura disomogenee, possono tralasciare punti di risalita più o meno importanti.⁶⁵

Se infatti i sistemi a inversione di polarità sono stati inizialmente utilizzati per generare un'inversione del processo di risalita capillare, la loro invasività e il repentino degrado con corrosione di catodo e anodo hanno spinto ad abbandonare questa tecnologia.

La miglior soluzione pertanto risulta il **sistema a neutralizzazione della carica CNT** che permette alla molecola d'acqua di restare neutra e di non essere attratta fisicamente dalla muratura: in questo modo l'acqua contenuta nella parete evapora naturalmente, ma il ciclo non è alimentato dall'assorbimento per risalita di quella presente nel terreno. Questo metodo risulta efficiente dall'esecuzione di prove termografiche e ponderali: si dimostra infatti che la causa del fenomeno viene ridotta drasticamente.

Nel caso in esame, gran parte della muratura esterna e parte di quella interna perimetrale è interessata dal fenomeno suddetto. Attraverso opportune indagini, si può pensare di attuare questa tecnica per risolvere il problema.

⁶⁵ C.L. OSTORERO, "Corso di Recupero e conservazione degli edifici", appunti del corso, (Torino,2021)

3.5.4. La rimozione degli elementi incongrui

Nelle scelte effettuate al fine di restituire la concretezza materica originale al mulino, seguendo i principi cardine del restauro conservativo, sono state previste alcune rimozioni di superfetazioni edilizie quali:

- Tettoia in lamiera del prospetto sud, in corrispondenza dell'ingresso principale;
- Impianto ricevente segnale analogico televisivo;
- Elementi di supporto di vecchi cavi della rete distribuzione elettrica;
- Impianto in disuso dell'ex utenza telefonica.

Questo elenco si aggiungono inoltre elementi di supporto quali puntoni e tiranti scarichi in lamiera prefabbricata, ormai in disuso ed interessati da fenomeni ossidativi quali ruggine. Trattandosi di elementi recenti rispetto alla vita storica dell'edificio, risultano superfetazioni di scarsa importanza e per questo previsti per la rimozione.



Figura 37: Dall'alto a sinistra, elementi di vecchi impianti della distribuzione elettrica; impianto interno obsoleto; ricevente segnale analogico tv; tettoia in lamiera di cui si prevede la rimozione.

(Fonte: foto dell'autore).

3.5.5. Il restauro dei macchinari interni e del dipinto di San Martino

Come illustrato nei capitoli precedenti, in seguito al sopralluogo effettuato nel settembre 2022, è stata rilevata all'interno della struttura, la presenza di macchinari di epoche storiche e tecnologie diverse: dalle macine in pietra originali del 1300, alla strumentazione in legno, fino ai laminatoi cilindrici in acciaio e materiale metallico. Per il restauro di questi macchinari, trattandosi di beni unici e dal calibro di valore inestimabile, si rimanda il dettaglio di intervento al parere di restauratori specializzati.

Stessa scelta è stata effettuata per il carretto in legno presente nel locale garage, accessibile dalla serranda in metallo. Questo mezzo di trasporto veniva infatti utilizzato dalla famiglia Querio per il trasporto dei sacchi di cereali, farine, grano ecc ed era trainato da cavallo. Riporta, come osservato, anche una targa di immatricolazione. Come prevedibile, si è scelto di restaurare questo mezzo con l'ausilio di un tecnico specializzato.

Infine, particolare attenzione si richiede sull'intervento di restauro del dipinto sacro posto sul fronte Sud, in prossimità dell'ingresso principale alla struttura. Secondo le informazioni storiche, si tratterebbe della raffigurazione di San Martino, effettuata nei primi del '900 su base di una più antica rappresentazione simile. A questo scopo, si rimanda il dettaglio di intervento a fasi successive di analisi e di indagini più approfondite delle componenti di intonaco e delle pigmentazioni di colore ivi presenti.



Figura 37: Da sinistra ingranaggi posti sotto il castelletto; laminatoi cilindrici BLANC.

(Fonte: foto dell'autore).

3.6. Il restauro degli elementi strutturali

Dalle informazioni ottenute in seguito al sopralluogo e alla valutazione della conservazione di alcuni elementi strutturali quali solai, murature e copertura, si è deciso di effettuare interventi di consolidamento e restauro puntuale.

In particolare, sono risultati urgenti i seguenti interventi:

- **Consolidamento della muratura esistente;**
- **Consolidamento del solaio in laterizio a voltini**, con travature lignee;
- **Rifacimento del manto di copertura** della struttura, con sostituzione degli arcarecci lignei ammalorati o spezzati;
- **Consolidamento dei solai lignei e delle scalette** di collegamento ai livelli, previa verifica statica degli stessi (non analizzata nella seguente trattazione);
- **Eventuale rifacimento della pensilina** del prospetto nord.

Vengono di seguito analizzati nel dettaglio alcuni degli interventi suddetti.

3.6.1. Consolidamento della muratura esistente

In un intervento di restauro, fondamentale importanza ricopre il consolidamento della muratura esistente. Esistono infatti tecniche di consolidamento di una muratura in pietra o laterizi, sia nella stratigrafia (attraverso iniezioni interne) che nella ricollocazione di porzioni di elementi secondo la tecnica del **cuci-scuci**.⁶⁶

Le pareti perimetrali in particolare sono spesso vulnerabili a danni causati dalle condizioni ambientali e da altre cause concomitanti. Tuttavia, seppur questi danni non influenzano la stabilità statica delle pareti, possono causare il deterioramento dell'aspetto esterno in modo più o meno rapido e visibile. Concentrandosi sul degrado delle pareti in muratura, è possibile notare

⁶⁶ G. BREDA, “La tecnica del cuci scuci per la muratura”, *Portale edilizia* (blog), 25 marzo, 2023, <https://edilizia-in-un-click.starbuild.it/2018/04/tecnica-cuci-scuci.html>

che le murature in mattoni possono subire la disgregazione della malta dei giunti e la scagliatura o squamatura dei mattoni.

Il termine "cuci-scuci" si riferisce alla successione di demolizioni e ricostruzioni di piccoli tratti di muratura. La tecnica di intervento, quindi, consente di ripristinare la continuità strutturale di una muratura in mattoni a vista mediante la sostituzione delle parti degradate senza pregiudicare la funzione portante durante i lavori. Tuttavia, la tecnica del cuci-scuci è applicabile solo se il degrado è limitato a zone ben definite della muratura. In caso contrario, potrebbe essere necessario intervenire con demolizioni e ricostruzioni su larga scala.

La maggior parte delle murature storiche inoltre può presentare fessurazioni e deformazioni causate da molteplici fattori, in conseguenza a rimaneggiamenti, interventi eseguiti con tecniche e materiali di epoche storiche differenti. In alcuni casi, fenomeni di degrado possono generare alterazioni fisico-chimiche dei materiali costituenti la muratura. Alcune delle tecniche impiegate nel restauro sono:⁶⁷

- Iniezioni cementizie;
- Perforazioni armate;
- Applicazioni di conglomerato cementizio;
- Riempimento delle fessurazioni con malta;
- Cuci-scuci/stilatura/ricostruzione.

In particolare, le pareti perimetrali del mulino, in corrispondenza dei prospetti Ovest e Nord, son interessate puntualmente da dislocamento o erosione di elementi del tessuto murario. In questi casi è stata prevista l'applicazione delle seguenti tecniche di consolidamento.

⁶⁷ G. BREDÀ, "La tecnica del cuci scuci per la muratura", *Portale edilizia* (blog), 25 marzo, 2023, <https://edilizia-in-un-click.starbuild.it/2018/04/tecnica-cuci-scuci.html>

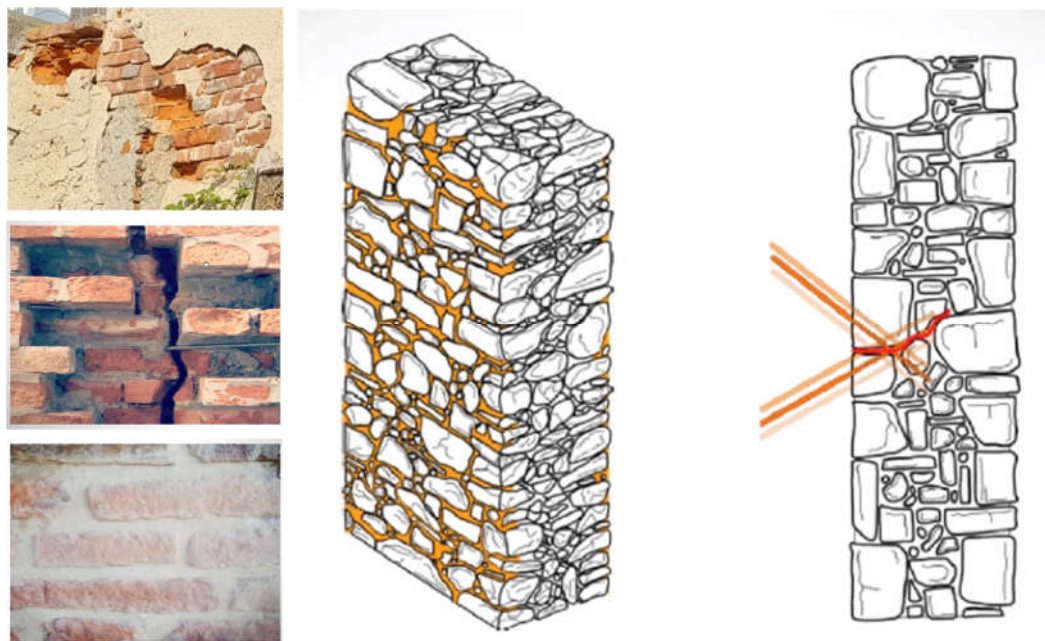


Figura 38: Da sinistra, area di erosione degli elementi di muratura del mulino in esame e intervento di cuci-scuci.
(Fonte: elaborazione personale).

3.6.2. Consolidamento del solaio in voltini

Il piano terra, nel locale ex stalla, è interessato da una problematica legata alla staticità del solaio esistente. La copertura di questo spazio è costituita da un solaio a voltini laterizi che scaricano il peso sull'orditura lignea a sezione piena, a sua volta inserita longitudinalmente nella parete di testa e in quella di fondo della stanza. Dall'analisi condotta sullo stato fessurativo delle volte, emergono alcune lacune nelle immorsature, sia longitudinalmente che sui muri di fondo. Al momento del sopralluogo⁶⁸, per garantire la sicurezza dell'edificio, è stata osservata la presenza di puntellatura con tubi innocenti e ripartitori di carico, già predisposti in favore di sicurezza.

In questo caso, l'intervento di consolidamento statico prevede un insieme di operazioni di scarico, messa in sicurezza e di restauro descritte come segue:

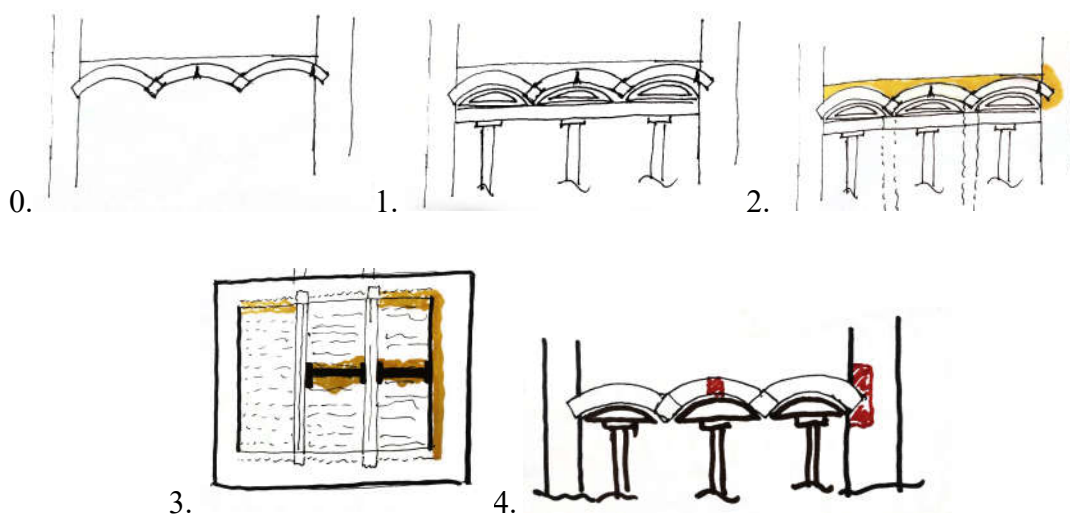
⁶⁸ Il sopralluogo della struttura si è svolto nel settembre 2022 [ndr]

0. Situazione allo stato di fatto.
1. Fondamentale come primo passo è la realizzazione di una centina in legno da posizionare all'intradosso delle volte attraverso l'ausilio di puntelli con scarico a terra.
2. La seconda fase dell'intervento di messa in sicurezza statica prevede lo scarico delle volte attraverso l'asportazione del materiale fino alle renne delle immorsature. Inoltre, tutte le porzioni fessurate e danneggiate verranno eliminate. Prima di procedere all'eliminazione delle parti danneggiate, verrà realizzato un puntellamento orizzontale dei voltini per garantire la sicurezza dell'area di lavoro e prevenire ulteriori danni alle strutture circostanti. Questa operazione è fondamentale per garantire la stabilità dell'edificio e la sicurezza degli operatori che effettueranno l'intervento.
3. Il processo prevede la rimozione e la successiva ricollocazione dei singoli elementi laterizi, utilizzando la tecnica del "**cuci-scuci**", ovvero il disassemblaggio della muratura nei suoi elementi in corrispondenza dei settori compromessi per poi ricostruirlo pezzo per pezzo. Durante questo processo, vengono riempite le fughe di allettamento con malta fibrorinforzata, un tipo di malta che contiene fibre sintetiche per migliorare la resistenza meccanica e la tenuta del materiale. Questo intervento permette di ripristinare l'integrità strutturale dell'elemento murario e di prevenire future fessurazioni o lesioni.
4. Successivamente, sarà effettuato il ripristino degli ammorsamenti longitudinali e di fondo, attraverso la tecnica di intervento a setti funzionali di massimo 50 cm. Gli ammorsamenti verranno ripristinati mediante malta fibrorinforzata a ritiro compensato ed elementi laterizi pieni. Saranno inoltre effettuati interventi puntuali di ripristino e di cucitura sulle porzioni strutturali interessate.
5. Il riempimento all'estradosso dei voltini sarà realizzato utilizzando un materiale alleggerito come la Leca (argilla espansa) o simile. Questo materiale sarà aggregato con una malta fibrorinforzata per garantire una maggiore resistenza e durabilità. L'obiettivo è quello di alleggerire il carico sulla struttura e prevenire futuri

problemi di fessurazione o cedimento. L'intervento sarà eseguito con attenzione per garantire la massima sicurezza e integrità strutturale.

6. Al fine di scaricare i carichi e migliorare l'inerzia dell'intero sistema strutturale, si prevede la realizzazione di una cappa di consolidamento per il ripristino dei voltini. Questa sarà costituita da una rete elettro saldata immorsata su tutto il perimetro dell'estradosso, mentre la connessione con gli elementi portanti longitudinali lignei sarà ottenuta tramite connettori meccanici, che fungono da tiranti. In questo modo, si potrà garantire un'adeguata sicurezza e un miglioramento delle prestazioni strutturali complessive.
7. La fase finale dell'intervento consiste nella realizzazione del pavimento di finitura, eseguito con l'installazione di un placito ligneo. Questa scelta è pensata al fine di rispettare l'originaria natura della costruzione, ma anche per garantire una maggiore stabilità al sistema strutturale, grazie alla notevole resistenza del legno.

Pertanto, come osservato sarà necessario intervenire d'urgenza per la messa in sicurezza delle immorsature e delle volte del solaio a voltini laterizi. Si consiglia di affidarsi a un professionista specializzato in restauro edilizio, in grado di redigere un progetto di intervento dettagliato per risolvere il problema.



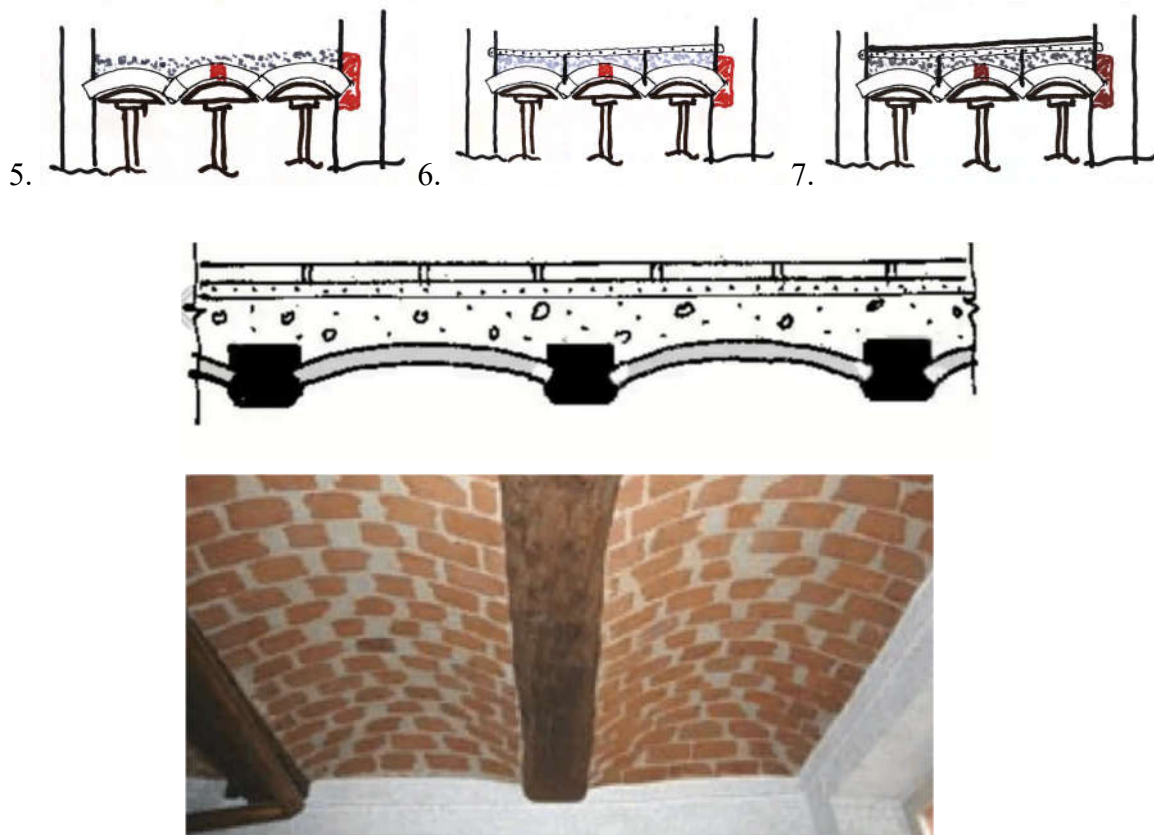


Figura 39: Bozze grafiche delle fasi di intervento di consolidamento del solaio in voltini; esempio di un solaio restaurato.
(Fonte: Prof. Carlo Ostorero; Prof. Marco Zerbinatti).

3.6.3. Rifacimento del manto di copertura

Il manto di copertura del mulino presenta una struttura architettonico-tecnica, definita “*alla Toscana*”, che lo rende simile a magisteri d’opera tipici di un contesto geografico come quello della regione Toscana o del Lazio, in cui questa metodologia è maggiormente applicata.

Nell’orditura a noi più familiare, denominata “*alla Piemontese*”, la **capriata** lignea costituisce l’elemento principale dell’organigramma strutturale atto a sostenere la trave di colmo, mentre un sistema di **falsi puntoni** costituisce l’orditura di sostegno della doppia maglia

di listelli lignei che reggono i coppi. Il sistema è completato dai dormienti di appoggio delle capriate e dagli elementi, denominati **passafuori**, a cui vengono agganciate le gronde.⁶⁹

Nel sistema “*alla Lombarda*” di solito non si utilizzano capriate poiché i colmi sono supportati da muri di spina o pilastri. Questa scelta consente di avere un notevole distanziamento dei falsi puntoni, che si appoggiano su elementi chiamati “terzere” o “arcarecci” posizionati parallelamente ai muri esterni. Il sistema di copertura si completa con una doppia listellatura, senza la presenza di passafuori o di dormienti di appoggio, poiché la terza di bordo sul muro renderebbe il dormiente un inutile duplicato.

Nella copertura del Mulino Fratelli Querio, tuttavia, gli elementi delle due orditure si sovrappongono e si mescolano in modo incoerente, creando una struttura ibrida simile ad un'altra tipologia di copertura tipica della Toscana, che prevede la creazione di uno strato completo di finitura esterna ai livelli di arcarecci e listellatura con tavelle laterizie. Nel tempo, la copertura ha subito danni a causa dell'infiltrazione di acqua, che ha portato alla marcescenza dei materiali e alla rottura di un falso puntone, causando la caduta delle tavelle laterizie. In altre zone, a causa di infiltrazioni e organismi fitopatogeni, hanno ceduto elementi dell'orditura dei listelli e un arcareccio.

Dalle osservazioni ottenute tramite sopralluogo, grazie anche alle fotografie e al rilievo con nuvola di punti, sono state elaborate le tavole grafiche in allegato nelle quali emerge la gravità dei danni subiti dai sistemi edilizi e la necessità di sostituirli dopo aver costruito un ponteggio, puntellato i vari livelli e smantellato il manto di copertura per conservare i suoi elementi per la ricollocazione successiva. Per quanto riguarda la creazione di una barriera al vapore e l'impermeabilizzazione delle coperture, la proposta si basa su alcuni esempi di applicazione su importanti edifici vincolati nella Regione Piemonte. La scelta del pannello “*Isotetto*” permette di migliorare staticamente le falde della copertura attraverso la solidarizzazione orizzontale degli arcarecci e delle terzere dall'esterno, risolvendo contemporaneamente il problema di poter usufruire di queste prestazioni con una minima incidenza di peso al metro quadro. Questa tecnologia influisce soprattutto sullo smaltimento rapido delle acque meteoriche, al fine di

⁶⁹ C. OSTORERO, “Appunti del corso di recupero e conservazione degli edifici”, Politecnico di Torino, 2021

evitare i fenomeni di ristagno o infiltrazione d'acqua, che hanno causato i danni osservati sugli elementi di copertura stessi. Infine, sono allegati alcuni esempi di interventi condotti con questo sistema tratti dalla letteratura specializzata.

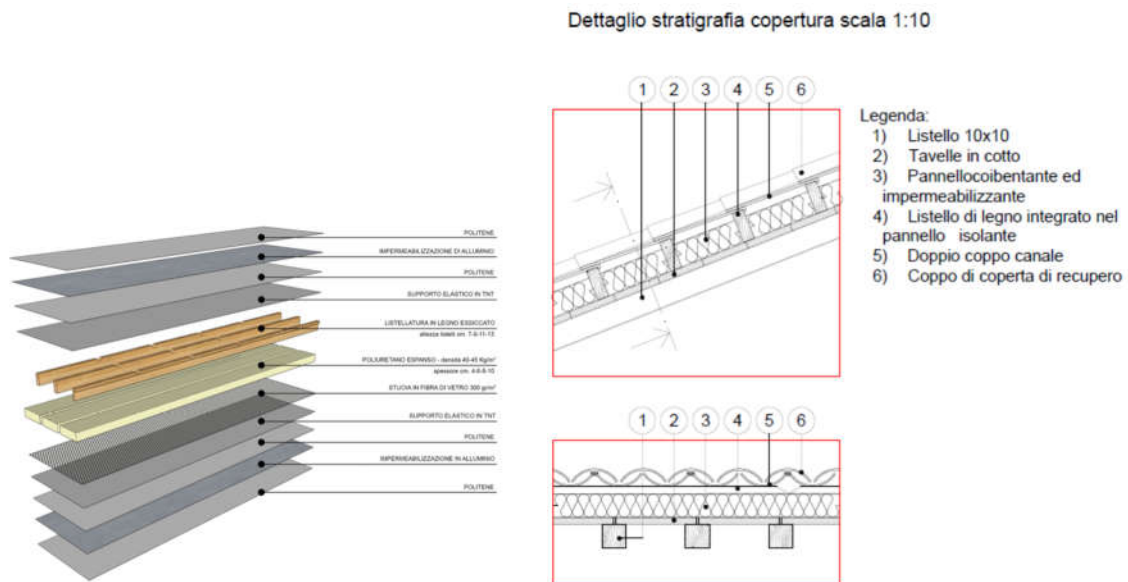


Figura 40: Esploso di dettaglio del pannello tipo "ISOTETTO-ISOMAX"; dettaglio della soluzione adottata per la copertura.
 (Fonte: Prof. Carlo Ostorero; elaborazione personale).



Figura 41: Due esempi di realizzazioni di coperture con il pannello tipo "Isotetto": a sinistra Palazzo Chiabrese a Torino e a destra la Citroneria della Reggia Sabauda a Venaria Reale (TO).

(Fonte: Prof. Carlo Ostorero).

3.6.4. Consolidamento dei solai lignei

I solai in legno presenti nella struttura sono situati nel volume che ospita i macchinari per la lavorazione dei cereali in farine. Gli ultimi interventi effettuati su questi elementi risalgono al 1947, periodo in cui per l'installazione di plansichter e laminatoi cilindrici, vennero effettuati interventi di consolidamento strutturale al fine di aumentare la portata e la resistenza dei solai stessi. In questo caso, si consiglia una verifica degli ammorsamenti delle travi in legno alla muratura perimetrale; successivamente, si potrebbe valutare il rinforzo statico per adeguare le travi esistenti agli eventuali sovraccarichi dovuti alla musealizzazione e quindi alla presenza di visitatori. Si consiglia quando possibile la conservazione delle travi esistenti, evitando l'introduzione di putrelle in acciaio a vista o getto di solette collaboranti, per non compromettere il comportamento statico della struttura. Piuttosto, si suggeriscono sistemi non invasivi e invisibili dall'esterno, come ad esempio l'inserimento di lamine o barre in acciaio di rinforzo all'interno delle travi, in zone di compressione o tensione, in funzione delle opportune verifiche.⁷⁰

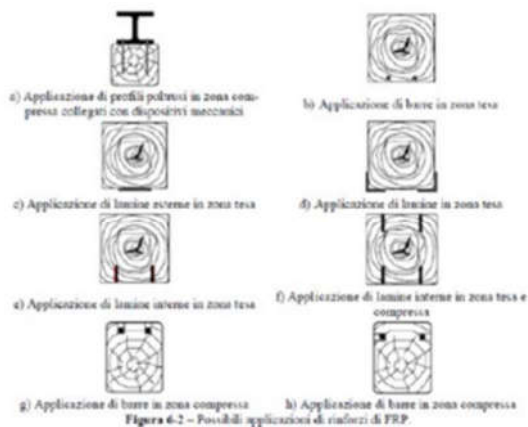


Figura 42: Tipologie di interventi su solai lignei per rinforzo con elementi in acciaio di travi esistenti
(Fonte: Ing. Grazzini).

⁷⁰ M. ZERBINATTI, A. GRAZZINI, “Corso di progettazione tecnologica per il patrimonio edilizio”, Appunti del corso, (Torino, 2021).

Se ci si riferisce pertanto ad un consolidamento strutturale di un solaio in legno, risulta come descritto necessario un rinforzo con elementi in acciaio o sostituzione delle travi lignee qualora compromesse nella loro sezione resistente, a causa di fenomeni di marcescenza o di azione di agenti fitopatogeni.

Se invece si vuole migliorare il comportamento a flessione delle travi portanti, un'ulteriore soluzione potrebbe essere quella suggerita da un noto produttore del settore, di utilizzo di materiali a base di fibra di carbonio applicata secondo opportune procedure all'intradosso della trave, come illustrato di seguito.

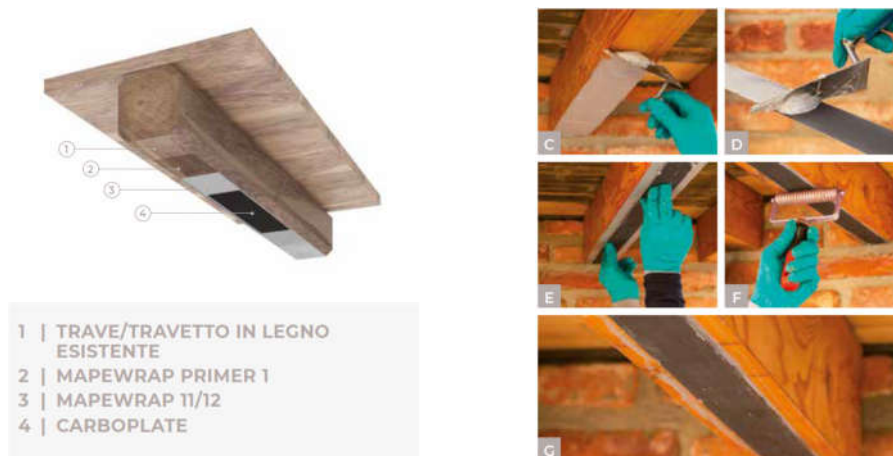


Figura 43: Carboplate system Mapei (Fonte: Mapei).

Capitolo 4

Il progetto di musealizzazione

Dal momento dell'atto di donazione dell'edificio in esame da parte della famiglia Querio al comune di Foglizzo, si è aperta la problematica sul recupero e sulla eventuale destinazione d'uso del mulino in esame.

Considerando lo stato di abbandono e degrado in cui versa la struttura, la situazione del mulino Querio richiede un intervento tempestivo per prevenire ulteriori danni alla costruzione e per preservarne l'istanza storica ed estetica all'interno dell'ambiente urbano. È importante considerare che il mulino rappresenta un simbolo del patrimonio costruito proto industriale di valenza storico culturale indispensabile per il territorio; il suo progressivo degrado potrebbe rappresentare una grave perdita per la comunità locale e per la cultura del territorio. Inoltre, opportune considerazioni richiedono le tecniche costruttive e i materiali utilizzati nella sua realizzazione, ossia metodologie di quel magistero d'opera del passato che devono essere tutelate e tramandate, poiché rappresentano una risorsa importante per le generazioni del futuro.

D'altra parte, è importante determinare anche l'effettiva fattibilità del recupero e gli interventi necessari per riportare il mulino alla funzionalità. Questo aspetto deve essere valutato

da professionisti del settore, al fine di determinare la complessità dell'intervento e i costi necessari per il restauro.

Il Comune di Foglizzo, in diverse occasioni, durante le riunioni di Consiglio Comunale, ha dimostrato interesse non solo valutandone l'estrema ricchezza storica della donazione ricevuta, ma anche prevedendo interventi di inclusione della struttura all'interno di un più vasto gruppo di beni da tutelare. Infatti, vi sono previsioni di progetti da attuare anche per le bonifiche territoriali: basti pensare al consorzio che il comune di Foglizzo insieme ad altri borghi canavesani del territorio, hanno intenzione di creare per la bonifica e la manutenzione per i prossimi anni del torrente Orco, il cui affluente alimentava le giranti del Mulino Querio.

Inoltre, basti pensare che nella città di Foglizzo, vi erano altri mulini, per lo più privati, di epoche coincidenti con il mulino Querio o addirittura successive.

Risulta pertanto comprensibile la proposta di musealizzazione del mulino in esame, al fine di ricostruire e rappresentare le tecniche per la macina delle materie prime, l'evoluzione della tecnologia di queste lavorazioni nel corso del tempo, la storia della famiglia Querio che lo ha gestito negli ultimi 200 anni e ancor prima il controllo da parte dei Conti di Biandrate. In particolare, verrebbe garantito l'accesso al pubblico nell'ingresso principale, dove hanno sede le macine e le tramogge più antiche insieme ai laminatoi cilindrici della metà del 1900. Opportuni percorsi museali all'interno e all'esterno della struttura, garantirebbero ai visitatori un'esperienza immersiva nella storia di questo edificio e del territorio stesso, influenzata ovviamente dalla cultura popolare e dai racconti tramandatisi fino ad oggi. Tra questi vi sono:

- LA VIA DELL'ACQUA;
- IL PERCORSO DELLA FARINA;
- LA CASA DEL MUGNAIO.

A questo scopo, pertanto, si auspica il restauro dei macchinari, la loro opportuna illuminazione attraverso studi di settore e il recupero degli elementi mobili, quali paratie, giranti, alberi ed ingranaggi. In questo caso, se non si è in grado di raggiungere la loro rifunzionalizzazione, si auspica il restauro a fini dimostrativi e didattici per i visitatori del museo, garantendone il moto per quanto possibile. Data l'inaccessibilità di alcuni ambienti della struttura, la completezza di informazioni riguardo l'esperienza museale di ogni percorso previsto, sarebbe garantita dall'installazione di visori VR per un'esperienza immersiva,

attraverso animazioni e ricostruzioni digitali delle lavorazioni, dei macchinari e dei processi antichi con cui avveniva la macinazione dei cereali.

A livello impiantistico è richiesto un adeguamento ai fini della musealizzazione, di cui non si affronta nel dettaglio il progetto nella presente trattazione, ma si rimanda a prescrizioni nel prossimo capitolo. Allo stesso modo, pur avendo valutato la necessità della previsione di piani di esodo, di una progettazione antincendio con apposita scala esterna di sicurezza e prescrizioni apposite, si rimanda la problematica al parere tecnico di uno specialista in funzione anche di eventuali indicazioni da parte della Soprintendenza.

L'accesso ai diversi livelli principali della struttura, è consentito al pubblico tramite l'installazione di una piattaforma mobile, un montacarichi oleodinamico, previsto nell'alloggiamento di un ex vano in legno in cui venivano disposti i sacchi dei grani macinati: questa cavità si rende idonea a questo scopo per il fatto che costituisce un volume verticale che collega tutti i piani dell'edificio.

Il progetto si completa con la riqualificazione delle aree esterne antistanti l'ingresso principale, come zone di accoglienza visitatori e una nuova struttura che ospita servizi igienici e un servizio ristoro a disposizione dei visitatori del mulino. I collegamenti tra la zona Sud e Nord sono garantiti dalla realizzazione delle aree verdi eseguibili ad eventuale scomputo di oneri di prima urbanizzazione.

Il museo del mulino di Foglizzo, in questo senso, si andrebbe ad inserire nell'insieme di tappe di un tour che passerebbe inoltre per il museo della scopa di saggina, di cui Foglizzo è conosciuta da secoli per le tecniche e la maestranza presente in passato nel territorio. Questa proposta sarebbe valida nell'idea di incentivare il turismo attraverso la logica del **museo diffuso sul territorio**.

In definitiva, la decisione finale sul progetto di recupero e manutenzione del mulino Querio in Foglizzo deve essere presa con attenzione e sulla base di valutazioni approfondite, considerando tutti gli aspetti in gioco e cercando di trovare il miglior compromesso possibile tra la conservazione del patrimonio culturale e l'adeguamento alle esigenze urbane e funzionali attuali.

4.1. L'esposizione e l'illuminazione delle macchine

Il progetto di musealizzazione prevede la valorizzazione della storia dell'edificio, attraverso un percorso che tuteli le attività molitorie svolte dal 1200 fino ai giorni nostri e l'evoluzione tecnologica che ha accompagnato le varie epoche di funzionamento.

In questo senso, si ritiene fondamentale il restauro delle tramogge, delle macine, dei buratti in legno, elementi posti sul castello al piano terra, nella sala da cui si accede direttamente dall'ingresso principale. Qui si osservano anche i laminatoi cilindrici rossi, più recenti rispetto alla strumentazione in legno, con le loro pulegge che attraversano i solai lignei, passando da parte a parte il meccanismo di moto collegato al plansichter posto al piano superiore. L'idea è quella di rappresentare il moto originario dell'intera macchina molitoria, trasmesso dagli alberi e dagli ingranaggi dentati. Una corretta illuminazione e rifunzionalizzazione, per quanto possibile, risulta necessaria per la corretta musealizzazione.

L'**illuminazione**, in particolare, deve tener conto di molteplici aspetti quali:⁷¹

- **La conservazione dei beni culturali:** in ambito museale è un tema di grande importanza perché gli oggetti esposti sono spesso irripetibili e di grande valore storico, artistico e culturale. L'illuminazione rappresenta un elemento critico perché può causare danni irreparabili ai materiali degli oggetti, come la perdita di colore, la degradazione della struttura e l'alterazione della superficie. A tal fine, è importante seguire i livelli di illuminamento consigliati dalla Soprintendenza, che variano a seconda della sensibilità alla luce dei materiali degli oggetti esposti.
- **La scelta delle sorgenti luminose e la resa cromatica:** Inoltre, è importante selezionare una sorgente luminosa che emetta una composizione spettrale appropriata per la conservazione dei beni esposti. In questi casi, l'utilizzo dei LED è particolarmente indicato perché capaci di non emettere emissioni UV e IR, che possono causare danni ai materiali degli oggetti. Infine, è importante tenere in considerazione

⁷¹ L. BARONCHELLI, "Illuminazione museale: tecnologie e soluzioni per valorizzare le opere d'arte", *LUMI4Innovation* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.lumi4innovation.it/illuminazione-museale-tecnologie-e-soluzioni-per-valorizzare-le-opere-d-arte/>

anche la durata dell'esposizione degli oggetti alla luce, per evitare danni causati dalla prolungata esposizione alla luce. In generale, gli oggetti esposti dovrebbero essere illuminati solo per il tempo strettamente necessario per garantire una buona visibilità, evitando esposizioni prolungate o continue.

- **I riflessi che il bene produce a contatto con la luce:** la disposizione e la tipologia delle sorgenti luminose sono importanti per evitare fenomeni di riflessione e garantire una corretta visione delle opere esposte. In particolare, è importante evitare che le sorgenti luminose siano visibili direttamente dall'osservatore o che siano riflesse sulle superfici di vetro o di altre superfici riflettenti, come cornici o specchi. Per evitare questi fenomeni di riflessione, è necessario posizionare gli apparecchi di illuminazione al di fuori del "*volume d'offesa*", cioè al di fuori del campo visivo che si apre guardando una superficie riflettente. Inoltre, è possibile utilizzare tecniche di illuminazione indiretta o di illuminazione radente per minimizzare i fenomeni di riflessione.
- **Livelli di illuminamento e controllo della luce naturale.**



Figura 44: Installazione museale. Schizzi sullo studio dell'illuminazione delle opere

<https://www.lucelight.it/it/notizia.php/2/156207-la-cultura-della-luce-illuminare-i-musei-le-gallerie-d-arte-e-i-luoghi-culturali>).

- **Gestione degli impianti con sistemi di smart lighting:** Esistono sistemi di illuminamento garantiti dai produttori del settore, che consentono l'utilizzo di dispositivi intelligenti, capaci di modulare in funzione dell'ora del giorno o della presenza di un osservatore l'intensità luminosa della sorgente emissiva.



Figura 45: Faretto illuminante per sistema a binario. Esempi di illuminazione puntuale e lineare (<https://www.lucelight.it/it/notizia.php/2/156207-la-cultura-della-luce-illuminare-i-musei-le-gallerie-d-arte-e-i-luoghi-culturali>).

Questi sono alcuni dei tanti aspetti da considerare nel caso di musealizzazione del mulino Querio. Vi sono tuttavia esempi esistenti di musealizzazione di mulini rurali, quali il *museo della vita contadina di Bienno* (Brescia) o *l'ex mulino Susta*. Il primo prevede diversi percorsi illustrati da pannelli espositivi e da attrezzi tipici dell'attività molitoria, perfettamente conservati e restaurati, mentre in un'altra ala della struttura è stata ricostruita la casa del mugnaio con arredi originali opportunamente recuperati.⁷²

⁷² AA.VV., "Mulino e museo della vita contadina di Bienno", *Portale Brescia tourism* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.bresciatourism.it/cosa-fare/mulino-museo-vita-contadina-bienno/>



Figura 46: Installazione museale del mulino museo di Bienno (Brescia)

(Fonte: sito web del museo).

4.2. Cenni di adeguamento impiantistico

Il processo di restauro del mulino, i fini della musealizzazione, prevede innanzitutto l'eliminazione degli elementi impiantistici attualmente presenti, obsoleti e che deturpano la leggibilità degli spazi. Vista l'installazione degli apparecchi illuminanti e dell'ascensore, il processo successivo presume la distribuzione di una nuova rete impiantistica, che comprenderà la canalizzazione della ventilazione meccanica controllata, la distribuzione delle serpentine stagne per il riscaldamento a pavimento, la canalizzazione delle principali reti elettriche per l'alimentazione delle postazioni di allestimento e per l'illuminazione, nonché la distribuzione dei canali di rete informatica. Tutta questa dotazione non verrà posizionata in traccia per non danneggiare le pareti restaurate. I macchinari antichi e gli arredi mobili in legno saranno

posizionati in modo da occultare le salite a parete delle reti impiantistiche. In questo modo, la rete impiantistica sarà totalmente nascosta sotto la pavimentazione e nello spazio compreso tra i muri e gli arredi.

4.3. La piattaforma elevatrice e il restauro delle giranti

Il corpo centrale del mulino racchiude i macchinari necessari alle lavorazioni di pulizia, trasporto, molitura e deposito descritti ampiamente nei capitoli precedenti. Questo volume strutturale contiene il cuore della storia lavorativa e delle attività. Risulta pertanto fondamentale, nel progetto di musealizzazione, la sua percezione all'interno dei percorsi preposti. I diversi macchinari, tuttavia sono disposti su livelli differenti dell'altezza del fabbricato, in corrispondenza dei solai lignei di cui si richiede la verifica statica e si suggeriscono interventi di consolidamento. Si deve pensare infatti, che la destinazione d'uso industriale del complesso, richiedeva l'accesso ai vari piani dell'edificio, ai soli operai incaricati alla supervisione delle lavorazioni; questi ultimi si muovevano con i sacchi sulle spalle tra un piano e l'altro, attraverso strette scalette in legno: alcune di queste risultano in ottimo stato di conservazione, altre meno e andrebbero valutate appositamente in sede di intervento.

Tuttavia, la rinnovata destinazione museale del complesso, richiede un accesso semplificato ai diversi livelli del fabbricato, al fine di poter permettere ai visitatori la fruizione degli ambienti e dei beni allestiti all'interno del museo. A questo fine, risulta necessaria l'installazione di un dispositivo che consenta lo sbarco ai piani ai fruitori. In particolare, è stato individuato un vano di opportune dimensioni all'intradosso della parete lungo il prospetto Est, dove venivano anticamente depositati i sacchi di farine. Il riuso di questo vuoto, che collega tutti i livelli della struttura come vano ascensore, andrebbe sicuramente a perfezionare il progetto museale, garantendo l'accessibilità anche alle persone diversamente abili riducendo le barriere architettoniche che, in un contesto simile, sono rilevanti e diffuse. Questa soluzione, accennata nella presente trattazione, andrebbe applicata previo parere favorevole da parte della Soprintendenza, in seguito alla discussione eventuale di interventi opportunamente applicati al caso di studio in esame.

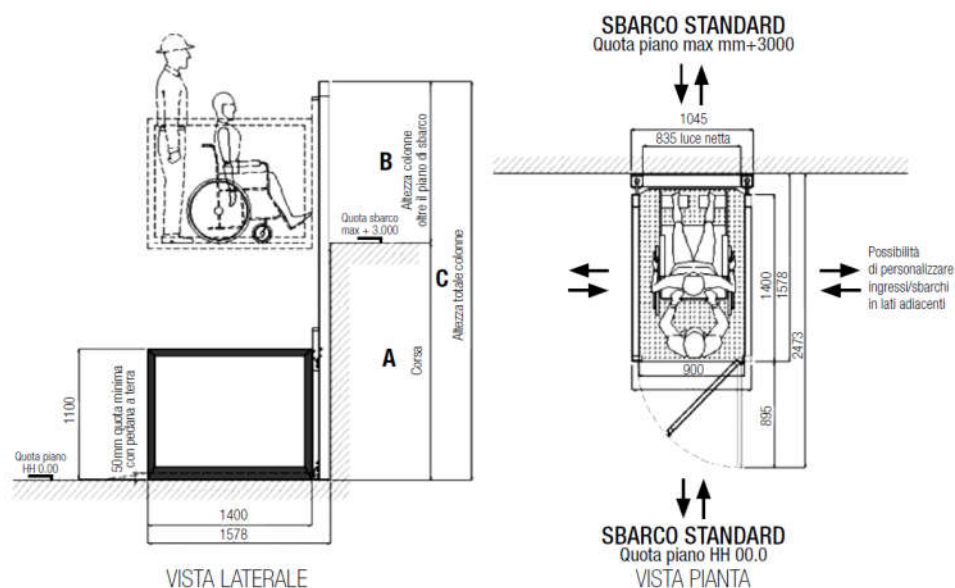


Figura 47: Esempio di piattaforma elevatrice da installare all'interno della struttura per consentire ai visitatori il lo sbarco ai diversi livelli. (Fonte: www.albatrosnet.it).

Un ulteriore intervento di restauro previsto riguarda l'apparato meccanico di moto del mulino antico, in particolare negli elementi di:

- Ingranaggi di trasmissione quali ruote dentate, albero, ecc
- Paratia e canalizzazione
- Giranti

Il restauro di questi elementi, in parte oggi interessati da fenomeni di ossidazione dei materiali quali ruggine e disgregazione materica, garantirebbe un aspetto non trascurabile del progetto di restauro stesso. Qualora fosse possibile, come nell'esempio del restauro dell'*ex mulino Susta* di Soprana, sarebbe di valido interesse la rifunzionalizzazione dei meccanismi, anche solo a scopo dimostrativo per i visitatori del museo, in grado in questo modo di ripercorrere anche dal vivo i gesti e i movimenti delle lavorazioni di un passato per certi versi ormai sbiadito.



Figura 48: Dall'alto, condizione da stato di fatto delle giranti del mulino Querio lungo il prospetto Ovest; in basso, ex mulino Susta di Soprana, oggi museo. Dettaglio del restauro della canaletta e della girante funzionante.

(Fonte: foto dell'autore; sito web del museo).

4.4. Progettazione dei servizi: la nuova struttura esterna

Nella proposta di musealizzazione del mulino Querio si è considerata la necessità di dotare il complesso di un corpo servizi in uso al personale manutentivo, ai gestori dell'installazione e ai visitatori della struttura. La realizzazione del nuovo corpo è prevista sul fronte Nord dell'area di competenza, in posizione frontale rispetto al prospetto Nord dell'edificio. I servizi previsti si sostanziano in:

- Un servizio igienico accessibile a persone diversamente abili⁷³, con spazio di manovra interno garantito (diametro 150 cm);
- Un servizio ristoro con apertura a vista per distribuzione vivande e consumazione sia all'interno che all'esterno.

I suddetti locali dovranno essere installati su struttura eventualmente rimovibile, seguendo i principi di progettazione che ne garantiscano armonia e continuità con il contesto in esame e nel rispetto del segno architettonico del mulino. Si suggerisce inoltre l'utilizzo di materiali, tecnologie e servizi per la realizzazione di questo volume esterno previo parere favorevole in seguito alla consultazione con la Soprintendenza.

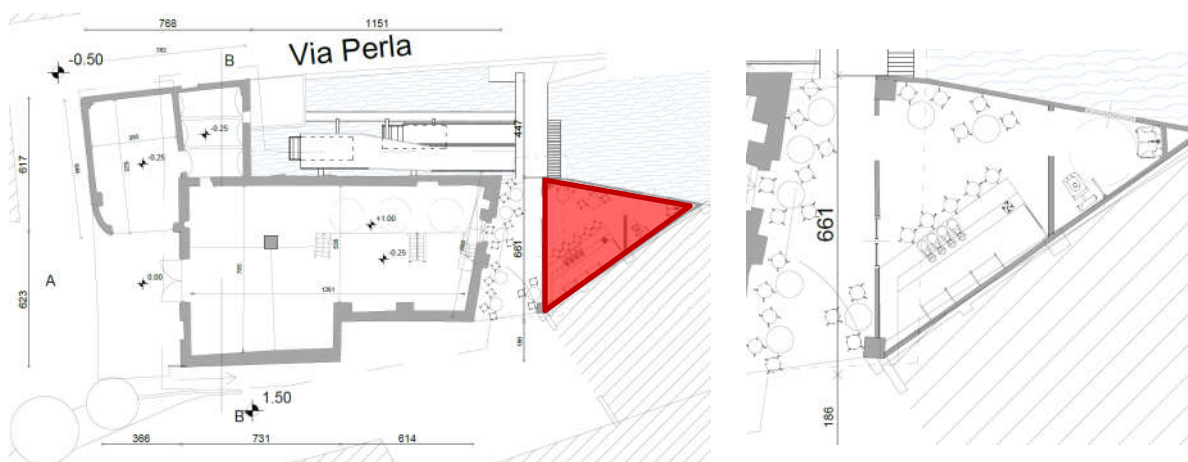


Figura 49: Esempio di massima del nuovo corpo servizi previsto per la musealizzazione del mulino Querio

(Fonte: elaborazione personale).

⁷³ D.M. n. 236 del 14 giugno 1989, "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche".

4.5. La riqualificazione delle aree antistanti

Un'ulteriore proposta finale di recupero sostenibile interessa il giardino antistante il mulino in corrispondenza dell'ingresso principale, la via laterale lungo il prospetto Est e il fronte Nord. In quest'area, oltre al degrado della vegetazione selvaggia, si pone una problematica relativa al diritto di passaggio dei residenti delle residenze attigue. In questo caso, nella superficie di competenza del mulino, sarebbe auspicabile una riqualificazione di questa striscia urbana con elementi architettonici che coniughino arte a funzionalità, come delle panchine che ispirino gli utenti a socializzare e riunirsi. Alberi che costeggino il viale lungo il prospetto est con aiuole appositamente tracciate, al fine di ridefinire una zona pedonale ed un'area verde di accesso pubblico, sarebbe auspicabile per ricondurre al centro delle porte del vecchio borgo, l'importanza storica del mulino Querio. Allo stesso modo, sul fronte Nord, sedute esterne di competenza della nuova struttura servizi, sarebbero a disposizione del servizio ristoro e costituirebbero un ulteriore elemento di intervento di recupero con appositi elementi di arredo urbano.



Figura 50: Area esterna del mulino Querio; esempi di arredo urbano e allestimento del viale laterale e del giardino antistante. (Fonte: foto dell'autore; <https://firmaconsultants.com/parklets>)

4.6. Querio Mill interactive tools: VR per un'esperienza immersiva

Il recupero del mulino è stato fino ad ora analizzato dal punto di vista architettonico-ingegneristico, suggerendo soluzioni per il restauro di determinati elementi, l'adeguamento tecnologico di altri e le tecniche di intervento sugli ambienti interni. Tuttavia, un recupero completo, non può concretizzarsi senza l'attenzione ad alcuni aspetti della progettazione.

Come anticipato in diversi momenti della trattazione, la musealizzazione del mulino Querio prevede sia un'installazione delle attrezzature tipiche dell'attività molitoria e l'accesso da parte del pubblico ai piani attraverso l'ascensore previsto, tuttavia per peculiarità della storia evolutiva della struttura e scelte di modifiche strutturali che ne hanno snaturato e modulato l'impronta originaria, alcuni ambienti risulteranno purtroppo inaccessibili ai visitatori.

Un esempio di questa problematica è rappresentato dalla stanza abbandonata al primo piano dell'edificio, al di sopra dell'ex stalla con il problema del solaio di cui prevedere il consolidamento. Questo ambiente, che in origine prevedeva il deposito di pulegge e attrezzi si trova ad un livello sfalsato rispetto al piano di calpestio del solaio ligneo del primo piano. L'accesso pertanto è impedito.

Al fine di risolvere questa problematica, si è pensato ad una installazione museale visionabile dall'esterno attraverso opportuni giochi di specchi. Questo ambiente, inserito nel percorso LA CASA DEL MUGNAIO sarebbe accessibile soltanto al personale manutentivo per pulizie e installazioni, ma non ai visitatori. Per garantire un'esperienza completa, che possa spazzare dai piani accessibili agli ambienti più isolati, si propone l'utilizzo della tecnologia di Virtual Reality (**VR**), con una postazione installata appositamente: questa proposta non solo garantirebbe all'utente di percorrere una ricostruzione digitale della struttura in tutte le sue istanze (attraverso ad esempio il modello già utilizzato per il progetto) ma essere partecipe di animazioni temporali delle lavorazioni molitorie, con ricostruzioni grafiche del funzionamento dei macchinari e delle attività svolte all'interno del fabbricato nel corso dei secoli. Questo esempio di **realtà immersiva**, risulta inoltre **inclusiva** e garantisce indossando un visore di

effettuare una visita completa e un'esperienza unica nel suo genere, oltre che costituire una forte attrattiva per il pubblico più giovane.

In questo senso, la musealizzazione del mulino Querio rappresenterebbe per il comune di Foglizzo e per il territorio un riferimento forte, un polo di un più ampio **museo diffuso** da includere nei percorsi turistici già previsti dagli enti regionali e provinciali, come punto di forza per la crescita economica, culturale e sociale del territorio.

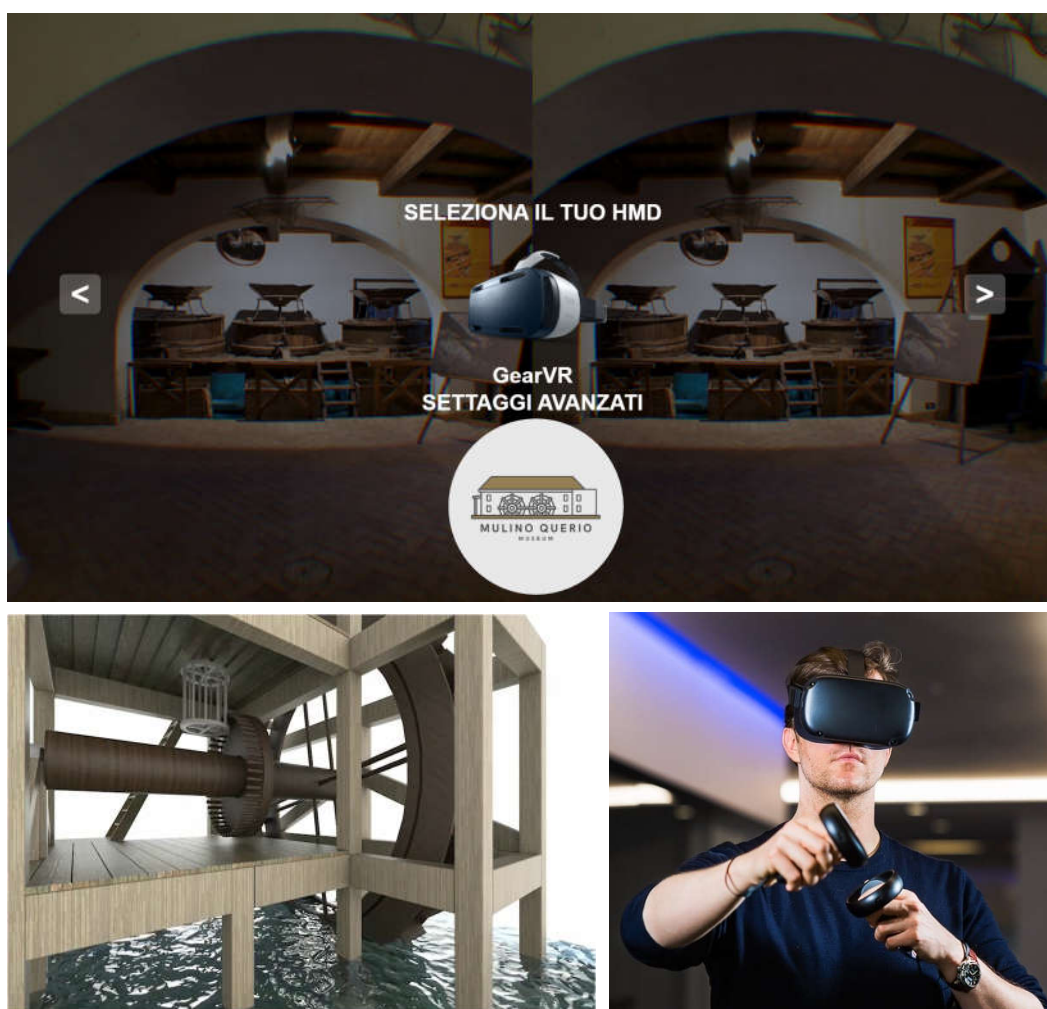


Figura 51: Esempi di Virtual Reality: impostazioni di visione in un mulino museo che offre esperienze in VR; animazione di una trasmissione di moto da girante a macina; dispositivi di VR.

(Fonte: https://www.tripdifferent.com/virtualltour/it/postafibreno/percorsi/naturalistico/mulino_ad_acqua/vr/).

Conclusioni

Il presente elaborato ha illustrato l'insieme degli strumenti di intervento per il restauro di un edificio simbolo del patrimonio proto-industriale del nostro territorio, che può costituire globalmente un metodo d'approccio oculato al recupero stesso. Come si è appreso, qualsiasi contributo al recupero deve fondarsi sulla conoscenza estremamente completa della struttura, al fine di evitare provvedimenti che ne deturpino la storia o il segno architettonico. Il passo successivo consiste nell'applicare le metodologie ai casi in esame, tracciando un percorso di operazioni relative alla tipologia di costruito.

Inoltre, l'attenzione alla sostenibilità, necessaria al giorno d'oggi, deve spingere ad applicare soluzioni reali, condivise e rapide per marginare quanto meno il problema.

Con l'aumento del fabbisogno di risorse da parte della popolazione mondiale a danno del nostro pianeta, infatti, stiamo aumentando invece di ridurre il nostro impatto ambientale: la necessità di intraprendere una direzione inversa deve essere chiara a tutti; i progettisti, nel loro campo, possono contribuire pertanto al recupero di edifici abbandonati e contesti urbani degradati, attraverso piccole soluzioni dai grandi benefici.

Bibliografia

L'Architettura cronache e storia, n. 158 (dicembre 1968).

A.S.C.F. «atto di lite tra comunità e Biandrate.» *Archivio Storico Comune di Foglizzo*. s.d.

AA.VV. «Da Ivrea tutto intorno.» Torino, s.d.

—. «Interpretazione dei valori e individuazione dei problemi.» *Malte a vista con sabbie locali nella conservazione degli edifici storici*. Torino, 2000.

—. «LA VALLE INTELVI.» *Tecniche della manutenzione dei materiali mobili, dell'edilizia storica, del territorio*. APPACUVI, 2000.

Antichi mestieri del Canavese - Documentario Rai Storia. 1980.

ASTRUA, FABRIZIO, CARLO CALDERA, e FRANCESCO POLVERINO. *Intervenire sul patrimonio edilizio: cultura e tecnica*. Torino: Celid, 2006.

BARBERO, ALESSANDRO. «La rivolta come strumento politico delle comunità rurali: il Tuchinaggio nel Canavese (1386-1391).» In *Linguaggi politici nell'Italia del Rinascimento*, di G. PETRALIA A. GAMBERINI, 245-266. Roma, 2007.

BERTOLOTI, ANTONINO. «Passeggiate nel Canavese.» Torino: Tipografia della Gazzetta di Torino, 1878.

BRACCO, GIUSEPPE. «Acque, ruote e mulini a Torino.» In *Archivio Storico di Torino*. 1998.

BRUNO, ANDREA. «La riappropriazione del monumento attraverso il restauro e la progettazione di nuove funzioni.» In *Restauro, recupero e riqualificazione - Il progetto contemporaneo nel contesto storico*, di MARCELLO BALZANI. Milano: Skira Editore, 2011.

CARBONARA, GIOVANNI. *Trattato di restauro architettonico*. Torino: UTET, 1996.

DALLA COSTA, MARIO. *Il progetto di restauro per la conservazione del costruito*. Torino: Celid, 2000.

DALLA COSTA, MARIO, e LISA ACCURTI. *Complementi di restauro architettonico*. Torino: Celid, 2001.

DANESE, GUIDO. *Industria molitoria - Molini da grano*. Milano: Hoepli Editore, 1951.

FROLA, GIUSEPPE. *Corpus Statutorum Canavisii*. Vol. II. Torino: Scuola Tipografica Salesiana, 1918.

MADURERI, EZIO. *Storia della macinazione dei cereali*. Pinerolo: Chinotti Editori, 1995.

MARCHIS, VITTORIO. *Quaderni di storia della tecnologia - Mulini e canali*. Torino: Levrotto e Bella, 1991.

MUSSO, STEFANO F. *Recupero e Restauro degli edifici storici - Guida pratica al rilievo e alla diagnostica*. Roma: EPC libri, 2004.

OSELLO, ANNA. «BIM E LOD for as-built and as-is. drawing TO the future, slide corso.» Politecnico di Torino, 2021.

PETRO, AZARIO. «De Statu Canapicii Liber , XVI/4.» s.d.

POZZOLI, SIMONE, MARCO BONAZZA, e STEFANO WERNER VILLA. *Revit 2023 per l'Architettura*. Volcano Learning, 2023.

RAZZA, FRANCESCO. «Gli statuti dei Biandrate.» Ivrea, 1997.

SCARZELLA, PAOLO, e MARCO ZERBINATTI. «L'insieme. Le parti: interrati e fondazioni, partizioni, copertura, chiusure.» In *Recupero e conservazione dell'edilizia storica*. Alinea, 2009.

—. *Recupero e conservazione dell'edilizia storica*. Firenze: Alinea Editrice, 2009.

VISI, STANISLAO. *Storia di Foglizzo*. Ivrea, 1922.

Sitografia

- [1] «Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2018.» *ISPRA*. s.d. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici.-edizione-2018>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [2] <http://www.archeologiaindustriale.net>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [3] <http://www.archiviodistatotorino.beniculturali.it>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [4] AA VV., “Fogizzo. L’antico borgo del Canavese riabbraccia il Castello dei Biandrate”, https://www.cdp.it/sitointernet/page/it/ristrutturazione_castello_di_fogizzo_comune_di_fogizzo?contentId=TRG33605, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [5] <https://www.sapere.it/enciclopedia/Fogizzo.html>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [6] <https://www.comune.foglizzo.to.it>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [7] <https://www.comune.foglizzo.to.it/piano-regolatore-generale.html>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [8] <https://fondoambiente.it/luoghi/mulino-querio>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [9] “Antichi mestieri del Canavese – Documentario (1980)”, *Rai Storia* (canale Rai su youtube), <https://www.youtube.com/watch?v=EVbuXrcJUgg>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [10] AA VV. “Castello dei Biandrate a Foglizzo. Un fertilizio a dominio del paese”, *Parco piemontese* (sito web), <http://www.parcopiemontese.it/pun-dettaglio.php?id=975>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [11] I. FONTANA, “FOGLIZZO. Franca Querio racconta la storia del Mulino millenario”, *Giornale LA VOCE* (blog), <https://www.giornalelavoce.it/video/blog/418764/foglizzo-franca-querio-racconta-la-storia-del-mulino-millenario-video.html?id=0>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [12] AA VV, “Il mulino Querio sarà del Comune”, *Giornale La Sentinella del Canavese* (blog), <https://lasentinella.gelocal.it/ivrea/cronaca/2017/10/02/news/il-mulino-querio-sara-del-comune-1.15933873>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [13] AA VV. “Mulini ad acqua: cenni storici”, *Parco piemontese* (sito web), 25 marzo, 2023, <http://www.lozzodicadore.eu/sito/node/32>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [14] A.I.A.M.S. “Glossario dei termini molitori”, *Associazione Italiana Amici dei Mulini Storici* (sito web), <https://aiams.eu/archivio-mulini/glossario.html>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [15] “Il Mulino rimasto indietro nel tempo – Documentario (2018)”, *Albyphoto Urbex* (canale youtube), 25 marzo, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=C0YtTP_6UR8, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [16] AA VV. “La tecnologia in molino: scopriamo il plansichter”, *Mulino padano* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/plansichter>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [17] AA VV. “La macinazione del grano tenero: ecco il processo con molino a cilindri”, *Mulino padano* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/macinazione-del-grano-molino-a-cilindri>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [18] AA.VV., “Cos’è il BIM, Building Information Modeling?”, ACCA Software <https://www.acca.it/bim-building-informationmodeling>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).

- [19] AA.VV., “HBIM, il BIM applicato all’edilizia esistente”, BibLusBIM, <https://bim.acca.it/hbim-bim-applicato-ediliziaesistente>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [20] “Cos’è l’Historic o Heritage BIM?”, Regola&Arte, <https://legislazionetecnica.it/7404317/aziende-prodotti-materiali-ediliziacostruzioni>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [21] cantiere/comunicato-azienda/cos-l-historic-o-heritage-bim
- [22] I. FONTANA, “FOGLIZZO. Dal Castello al Mulino Querio: mille progetti in ballo”, *Giornale La Voce* (blog), <https://www.giornalelavoce.it/news/dai-comuni/388220/foglizzo-dal-castello-al-mulino-querio-mille-progetti-in-ballo.html>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [23] A. GRAZZINI, “La diagnostica per conoscere gli edifici esistenti”, *Ingenio* (blog), <https://www.ingenio-web.it/>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- [24] G. BREDA, “La tecnica del cuci scuci per la muratura”, *Portale edilizia* (blog), <https://edilizia-in-un-click.starbuild.it/2018/04/tecnica-cuci-scuci.html>, (consultato il giorno 25 marzo, 2023).
- AA.VV., “Mulino e museo della vita contadina di Bienno”, *Portale Brescia tourism* (sito web), 25 marzo, 2023, <https://www.bresciatourism.it/cosa-fare/mulino-museo-vita-contadina-bienno/> (consultato il giorno 25 marzo, 2023).

Ringraziamenti

Dedico queste ultime pagine dell'elaborato di tesi alle tante persone che sento di ringraziare.

In primo luogo, il professor Carlo Ostorero il cui sostegno ed entusiasmo sono stati motore della mia ricerca, in particolare nella volontà di affrontare l'arduo percorso di conoscenza della teoria del restauro, da cui nel caso studio del Mulino Querio in Foglizzo ha visto la sua espressione nel progetto da cui questo scritto ha avuto origine; grazie anche ai collaboratori, in particolar modo all'Ingegnere Simone Gramaglia, per il materiale di supporto fornitomi, per i tea con biscotti nei pomeriggi in studio Dedalo, per l'ascolto nei momenti difficili e per la gentilissima disponibilità dimostratami durante i mesi di preparazione dell'elaborato. In più occasioni, mi sono sentito compreso, ascoltato ed apprezzato nei dubbi e nelle proposte progettuali che via via nel corso della stesura si andavano delineando.

Grazie all'Ingegnere Valerio Borgo per il materiale di approfondimento e al supporto umano dimostratomi in tutti questi mesi. Grazie allo studio *Planum*, in particolare nella persona di Alessandro Checchin, per credere nelle mie capacità e per farmi sentire sempre accolto.

Grazie al comune di Foglizzo, nella persona del sindaco Fulvio Gallenca e nel suo assessore, che con passione ci hanno consentito di effettuare il sopralluogo nel settembre 2022 tra quelle stanze in cui per secoli si è evoluta l'attività molitoria al servizio del territorio.

Grazie alla signora Franca Querio e a suo marito professor Massimo Ghiotti per averci accolto a braccia aperte. È stato un onore per me conoscerli. Grazie a Franca per averci dato la possibilità di ricevere preziose informazioni sulla storia recente del mulino di famiglia: i ricordi sul padre riaffiorati durante l'intervista e i suoi occhi lucidi, sono rimasti impressi nella mia memoria. Mi auguro di aver fatto un buon lavoro di ricerca, nel rispetto della storia, del progetto e della vita vissuta all'interno del mulino.

Grazie alla mia famiglia tutta, in particolare ai miei genitori, mia sorella e alle mie nonne. Ringrazio i miei amici per il costante sostegno e tutti coloro che hanno creduto nelle mie capacità in questi anni universitari. Senza tutti voi, questo traguardo non sarebbe stato possibile.

Grazie infine a questo lavoro, che mi ha ridato l'entusiasmo dello studio di una problematica e la ricerca di soluzioni efficaci, come solo la mente di un ingegnere può fare. È stato per me un

momento di rinascita personale, di ardore per la scelta del percorso di studente di ingegneria edile che ho abbracciato qualche anno fa.

Le emozioni provate durante le diverse fasi della ricerca, spero permangano dentro di me e possano guidarmi nella professione futura.

Grazie infine alla costanza e alla perseveranza, senza le quali non avrei potuto raggiungere il traguardo della Laurea. Grazie alla vita, così imprevedibile ma meravigliosamente avvincente.



In foto: Emanuele Chiffi, Carlo Luigi Ostorero, Franca Querio e Massimo Ghiotti in occasione dell'intervista a Franca Querio svoltasi il 24 febbraio 2023. Foto ricordo del nostro incontro.

Elaborati grafici

Si allegano di seguito gli elaborati di progetto, in particolare le tavole della descrizione del contesto territoriale, gli interventi sulle coperture, l'analisi del degrado eseguito secondo il metodo descrittivo Mario Dalla Costa, gli interventi previsti in comparativa demolizioni/costruzioni e le tavole più rappresentative del progetto di restauro.

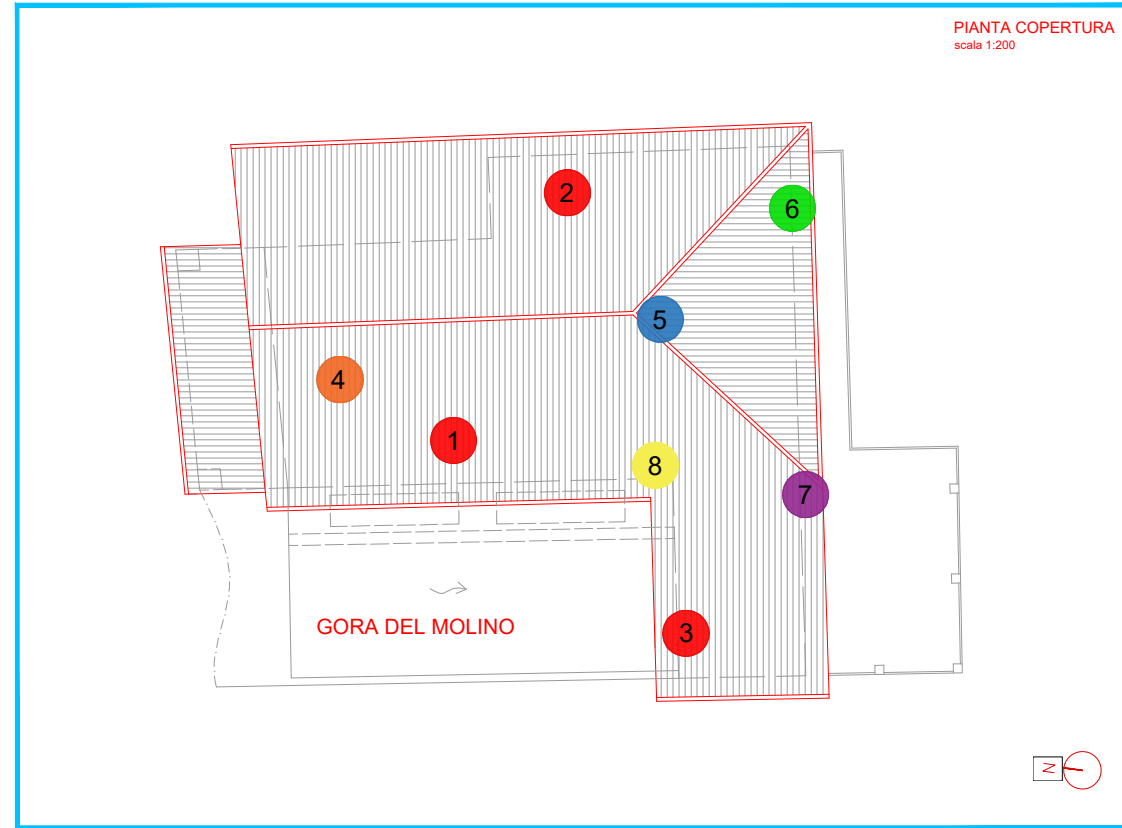
ESTRATTO GOOGLE MAPS
Contesto urbano comune di Foglizzo



ESTRATTO MAPPA CATASTALE
Foglio 6 Particella 559 - scala 1:1000



ESTRATTO GOOGLE MAPS
Immagine satellitare - scala 1:500



LEGENDA
specifica dei gradi di dissesto della copertura

- **DEGRADO ORDITURA PRIMARIA E TAVELLE (con rottura)**
Rottura di arcarecci, travi, elementi di capriate in conseguenza di agenti fitopatogeni, muffe, infiltrazioni d'acqua con rotazione fuori piano delle tavelle e distacco delle stesse.
- **DEGRADO PER SPOSTAMENTO COPPI**
Spostamento dei coppi per traslazione, rotazione o scostamento dall'asse di posizionamento, con conseguente creazione di aperture nel manto di copertura.
- **DEGRADO ELEMENTI PERIMETRALI**
Ammaloramento per agenti fitopatogeni degli elementi perimetrali in legno, quali listelli ed elementi ai quali è fissata la gronda. Presenza di torsione con rotazione fuori piano della gronda.
- **DEGRADO CANTONALI E PANTALERE**
Ammaloramento per agenti fitopatogeni delle travi in legno poste agli angoli delle falde in conseguenza dell'azione di agenti fitopatogeni, muffe, infiltrazioni d'acqua con scostamento dei coppi dalle loro posizioni.
- **DEGRADO COPPI**
Rottura e spostamento dei coppi di copertura. Presenza di muffe, efflorescenze e muschi.
- **DEGRADO ORDITURA PRIMARIA E TAVELLE (senza rottura)**
Inflessione di arcarecci, travi, elementi di capriate con conseguente rotazione di pochi gradi fuori piano delle tavelle.



Foto 1: Listello in legno rotto con arcareccio inflesso e conseguente distacco di elementi di copertura (tavelle).



Foto 2: Elemento spezzato di capriata inglobato in un getto di consolidamento (lato Est).



Foto 3: Interno copertura locale al terzo piano. Rottura arcareccio per degrado da agenti fitopatogeni.



Foto 4: Rotazione fuori piano delle tavelle per inflessione dell'arcareccio (orditura primaria) e marcescenza del listello trasversale (orditura secondaria).



Foto 5: Apertura di un foro in copertura per spostamento e caduta di coppi



Foto 6: Listello in legno ammalorato di fissaggio della linea di gronda.



Foto 7: Ammaloramento del cantonale per azione di agenti fitopatogeni e distacco di elementi di orditura secondaria e coppi di copertura.



Foto 8: Esterno copertura locale al terzo piano. Si osserva la condizione di degrado dei coppi.



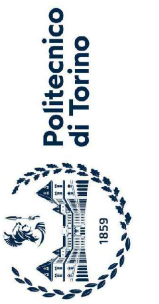
IL PROGETTO DI RESTAURO PER LA CONSERVAZIONE DEL COSTRUITO: il caso studio del Mulino Querio in Foglizzo.

LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA EDILE
SESSIONE DI LAUREA MAGISTRALE
5 APRILE 2023

RELATORE:
Prof. Carlo Luigi Ostorero
CORRELATORE:
Ing. Valerio Borgo

CANDIDATO:
Emanuele Chiffi

TAV. 1



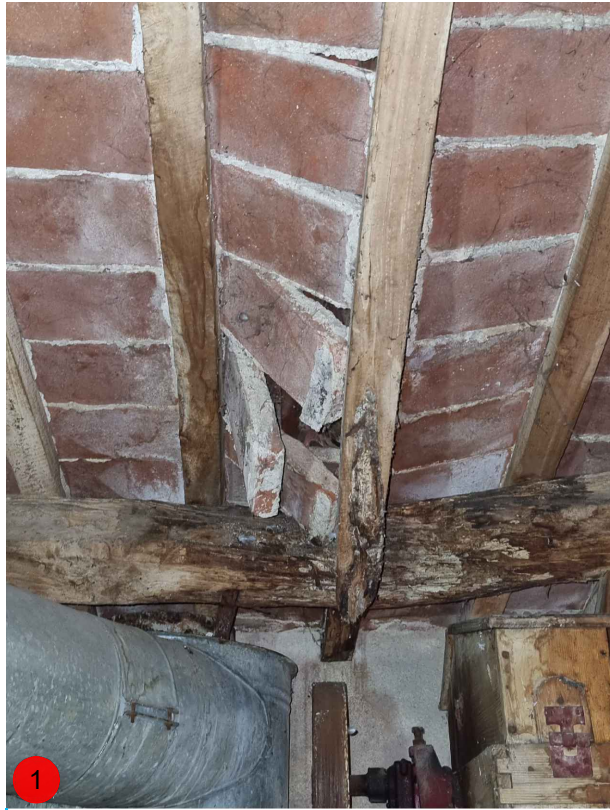


Immagine dell'arcareccio tranciato con distacco delle tavole



Modello con indicazione del danno all'elemento ligneo

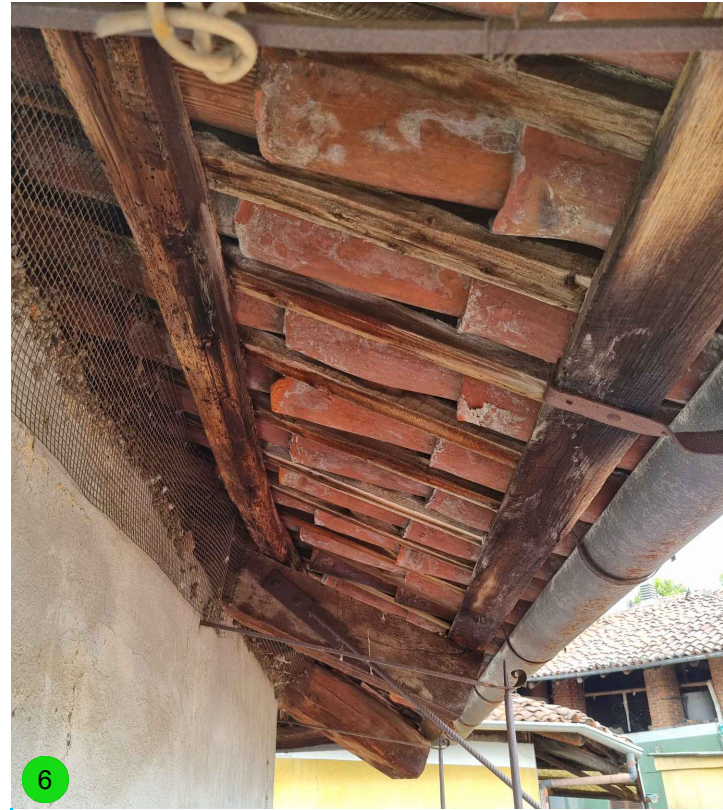


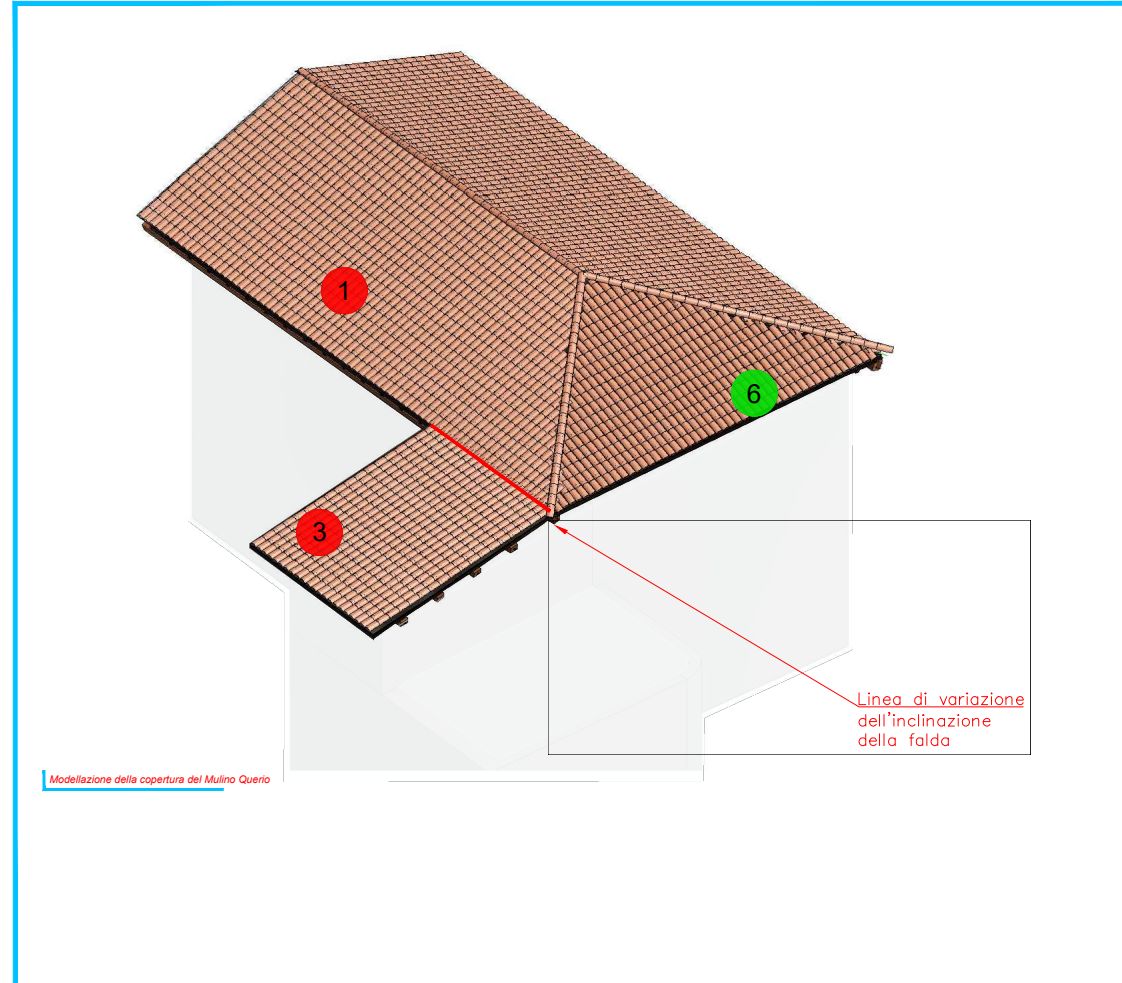
Immagine del listello di aggancio della gronda ammalorato

Degrado della copertura: Gli elementi portanti in legno, principali e secondari, quali arcarecci e travetti, presentano fenomeni di degrado diffuso e puntuale. In particolare, alcuni arcarecci risultano ammalorati e colpiti da agenti patogeni che ne hanno ridotto la sezione resistente, portando al collasso puntuale dell'elemento. L'orditura secondaria, presenta imbarcamenti degli elementi, con rottura di alcuni listelli in seguito alla presenza di muffa, acqua e agenti fitopatogeni che ne hanno compromesso le capacità portanti. In questo quadro di degrado diffuso, le tavole che poggiano sulla struttura lignea, hanno assecondato il movimento verso il basso, cedendo sul loro stesso peso e causando rotazioni fuori piano, distacco della malta legante con conseguente infiltrazione nei locali interni. I coppi di copertura, risultano spostati dalla loro sede, fuori asse e danneggiati.

Ripasso della copertura: Al fine di garantire il recupero della copertura, vi è urgenza di intervento nella sostituzione degli elementi principali dell'orditura lignea, oltre ai travetti che costituiscono l'orditura secondaria danneggiata o ammalorata (previa verifica statica degli arcarecci in buono stato). Successivamente, è necessaria la ripulitura, il riposizionamento e il fissaggio delle tavole che costituiscono il piano d'appoggio dei coppi canale e dei coppi copertura, al fine di risolvere i problemi delle porzioni imbarcate, riportando in piano tutti gli elementi costituenti la copertura stessa. Infine, il riposizionamento in asse e la ripassatura dei coppi, diviene un intervento necessario al fine di evitare infiltrazioni meteoriche. In questo modo risulta completo l'intervento di restauro della copertura del mulino in esame.



Immagine dell'arcareccio tranciato

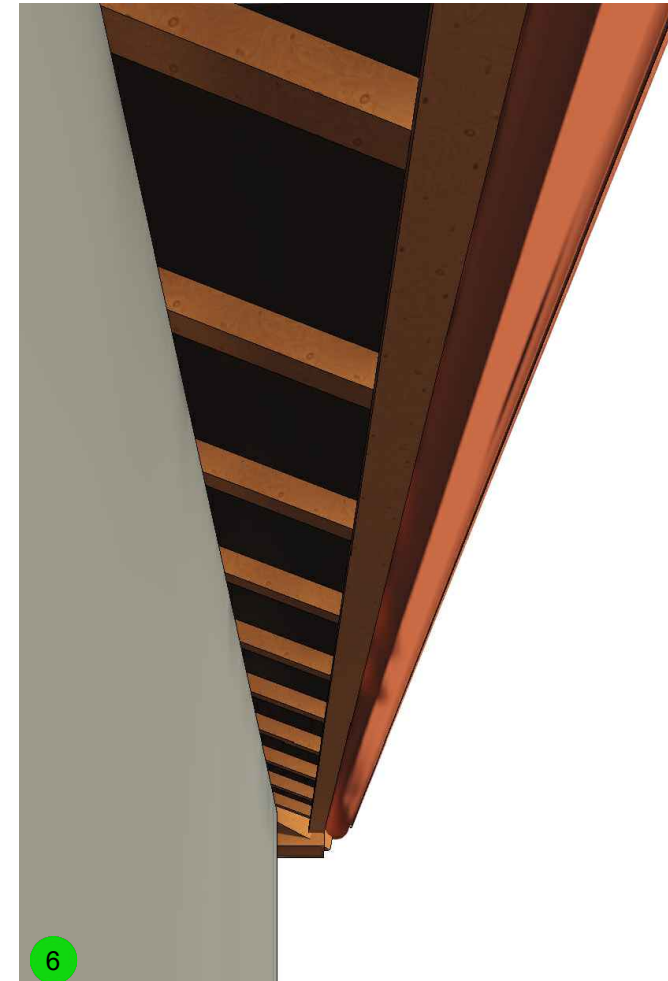


Linea di variazione dell'inclinazione della falda

Modellazione della copertura del Mulino Querio



Modello con indicazione del danno all'elemento ligneo



Modello con indicazione del danno all'elemento ligneo

IL PROGETTO DI RESTAURO PER LA CONSERVAZIONE DEL COSTRUITO: il caso studio del Mulino Querio in Foglizzo.

LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA EDILE
 SESSIONE DI LAUREA MAGISTRALE
 5 APRILE 2023

RELATORE:
 Prof. Carlo Luigi Ostoroero
 CORRELATORE:
 Ing. Valerio Borgo

CANDIDATO:
 Emanuele Chiffi

TAV. 2

RILIEVO DELLO STATO DI DEGRADO, DI AMMALORAMENTO E QUADRO ANAMNESTICO DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO SECONDO LA GRAFICA PROPOSTA DAL PROF. ARCH. MARIO DALLA COSTA (Scala 1:100)

PROSPETTO NORD

CONSISTENZA	- Lvt - 1-1	- Me - 13/1	- Lp - 17/b	- Lc - 4/m	- Lvi - 2/h	- Ia - 7/m	- Ebc - - / -	- Ead - 2/h1	- Rbs - - / -	- Lvi - 2/h	- Lc - 17/0
Materiali	scLvt 1-1	Me 13/1	Lp 17/b	Lc 4/m	Lvi 2/h	Ia 7/m	Ebc - / -	Ead 2/h1	Rbs - / -	Lvi 2/h	Lc 17/0
Strutture e elementi strutturali	scLvt 1-1	Me 13/1	Lp 17/b	Lc 4/m	Lvi 2/h	Ia 7/m	Ebc - / -	Ead 2/h1	Rbs - / -	Lvi 2/h	Lc 17/0
STATO DEI DIFETTI	scLvt 1-1	Me 13/1	Lp 17/b	Lc 4/m	Lvi 2/h	Ia 7/m	Ebc - / -	Ead 2/h1	Rbs - / -	Lvi 2/h	Lc 17/0

INTERVENTI	?										
Pulitura											
Consolidamento											
Protezione											
Reintegrazione o Riparazione											
Integrazione											
Liberazione											

TAV.
4

RILIEVO DELLO STATO DI DEGRADO, DI AMMALORAMENTO E QUADRO ANAMNESTICO DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO SECONDO LA GRAFICA PROPOSTA DAL PROF. ARCH. MARIO DALLA COSTA



IL PROGETTO DI RESTAURO PER LA CONSERVAZIONE DEL COSTRUITO: il caso studio del Mulino Querio in Foglizzo.

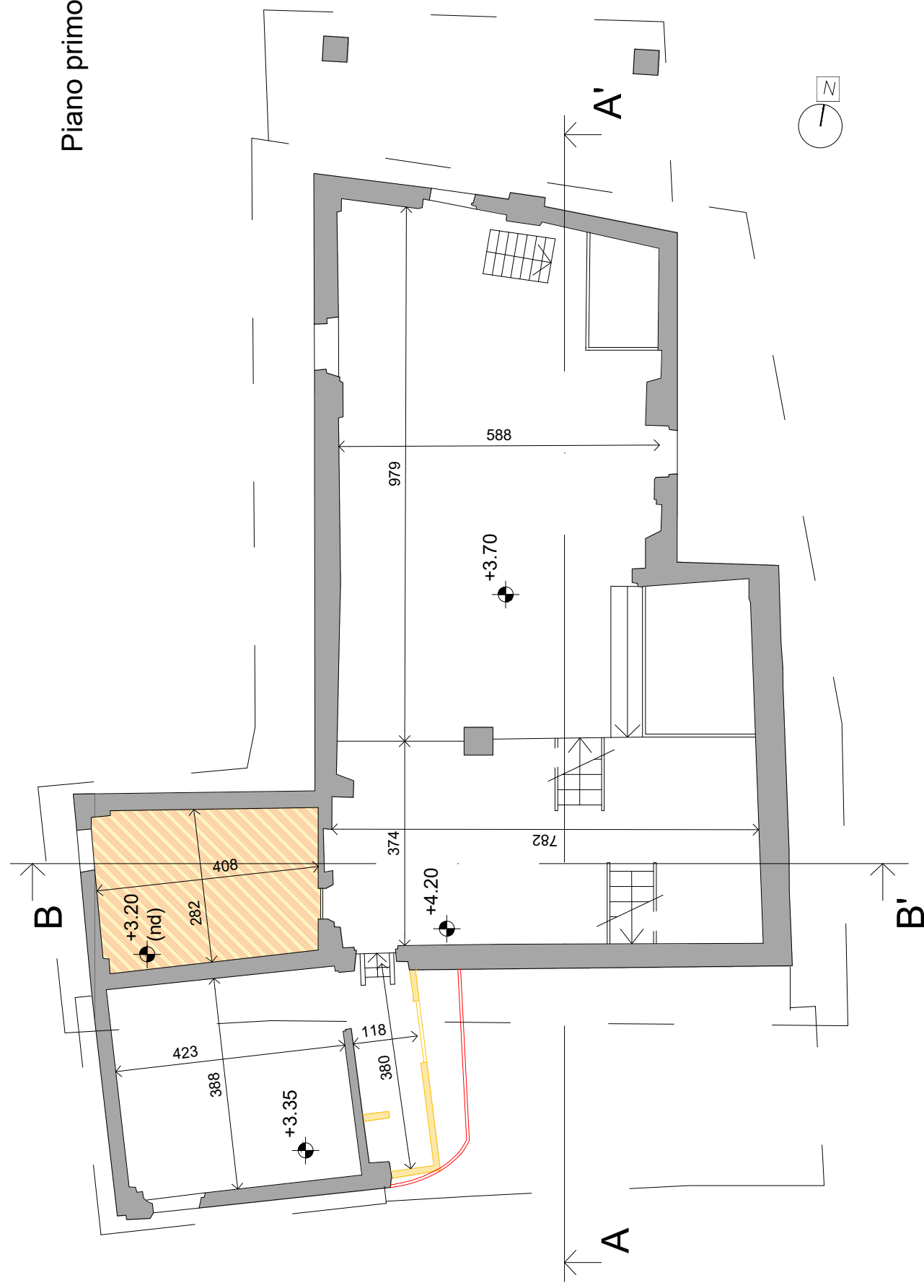
SIMBOLOGIA

STATO DEI DIFETTI: condizione in cui si trova la fisicità, con riferimento al degrado e ai dissesti					
DEGRADO DEI MATERIALI: deterioramento chimico-fisico dei materiali e delle strutture del costruito					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	DISTACCO DI INTONACO: rimozione del contatto degli strati superficiali componenti l'intonaco da quelli sottostanti o dalla sottostante superficie muraria o parietale		DISGREGAZIONE: accentuazione del fenomeno di decessione con aumento del processo di degradazione e sfarinatura e crescita della porosità e peggioramento delle caratteristiche fisico-chimiche del materiale		RUGGINE: macchia di ruggine circoscritta che interrompe e guasta l'uniformità anche casuale residuo
	RABBERCIATURA: operazione conseguente a collimatura, a staccatura di fessurazioni o a livellamenti impropri, più o meno consistenti della superficie di un materiale ottenuta con impasti diversi		INCRINATURA: Fessuratura sottile, talvolta invisibile che limita la continuità di un materiale o di una struttura		ELEMENTO FUNZIONALE: presenza di parti o libere strutture in materiali diversi di installazione anche casuale residuo
	ELEMENTI NON ORIGINALI: presenza di parti architettoniche, decorativi o non decorativi, non originali dovuti ad interventi pregressi		DEGRADO: Degrado del trattamento di impregnazione superficiale con ammaloramento parziale di porzioni superficiali. Presenza di fessurazioni dovute al mancato trattamento di protezione		ELEMENTO TECNICO: presenza di elementi tecnici [canna fumaria di esalazione o canalizzazione generica (V.V.F., ENEL, SMAT ...)]
	PRESENZE VEGETALI O NATURALI GENERICHE: traccia o presenza di organismi vegetali o naturali generici - patina biologica		SCAGLIATURA: distacco totale, o parziale, di scaglie di forma e dimensioni variabili, dovuto a ragioni diverse connesse alle caratteristiche dei materiali		UMIDITÀ DI RISALITA: Condizione che definisce la presenza d'acqua nei materiali e nelle strutture per risalita capillare
	EFFLORESCENZA: formazione superficiale incoerente prevalentemente biancastra, di sali solubili prodotti da fenomeni di migrazione ed evaporazione dell'acqua, con formazione di sistemi cristallini		IMBRATTAMENTO: presenza di scritte, segni od altro avente carattere delirante		DISTACCO DI ELEMENTI: Rimozione del contatto di elementi di rivestimento decorativi o non decorativi di parti di superfici comprese, o non, il materiale di supporto
DISSESTI DELLE STRUTTURE O DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI: imperfezione fisico-meccanica degli elementi strutturali					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione

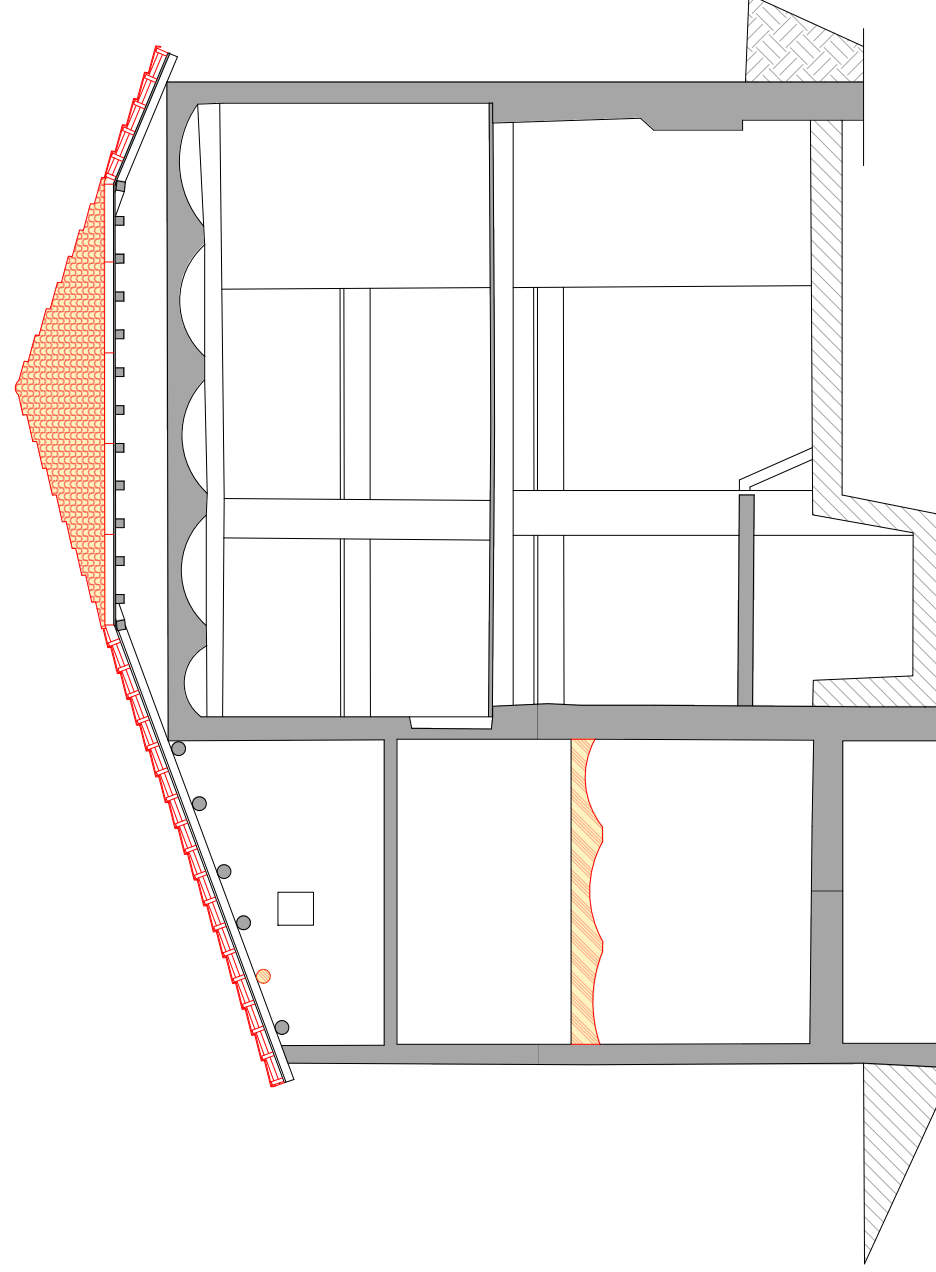
RESTAURO: operazione necessaria alla conservazione del costruito					
INTERVENTI: singole scelte operative del progetto					
Pulitura: rimozione di sostanze organiche e inorganiche, estranee e non compatibili con le caratteristiche dei materiali del costruito					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Eliminazione di strutture o elementi tecnici di installazione anche casuale residua e/o pregressa; eliminazione per successiva sostituzione di infissi, griglie protettive ...		Sabbatura o microsabbiatura a secco, a dosaggio controllato		
	Pulitura con spatola di saggina o nylon (manuale o meccanica)				
Consolidamento: miglioramento delle condizioni di consistenza e di resistenza dei materiali e delle strutture					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Ripristino della continuità strutturale				
Protezione: preservazione dei materiali e delle strutture dall'azione di degrado, a causa di agenti diversi					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Applicazione di protettivo naturale		Applicazione di cera microcristallina		Sharramento contro l'umidità di risalita per capillarità con sistema elettrosmotico
Reintegrazione o Riparazione: ricostituzione materiale e strutturale della integrità funzionale di elementi costitutivi del costruito					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Intonaco macroporoso				
Integrazione: completamento funzionale di elementi necessari alla conservazione del costruito, mediante opportune e compatibili addizioni, sostituzioni e compensazioni					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Infisso, serramento, elemento di protezione, interno o esterno		Intonaco macroporoso		Canale di gronda, pluviale, converva, scossalina...
	Inserimento di pietra con goccioletto		Intervento di ripristino tramite tecnica "cuci-scuci"		
Liberazione: allontanamento o eliminazione di interventi pregressi, caratterizzati da provvisorietà					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Liberazione: allontanamento o eliminazione di interventi pregressi, caratterizzati da provvisorietà e/o eliminazione di parti architettoniche, porzioni di intonaco caratterizzati da distacco, disgregazione, presenza di umidità e efflorescenza				

CONSISTENZA: determinazione e definizione degli elementi costitutivi del costruito					
MATERIALI: concretezza fisica e morfologica delle condizioni materiali e costruttive					
Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	Intonaco liscio strato 1: a filo f: integgiatura uniforme con materiali sintetici		Mt: Mta: malta cementizia (cemento sabbia) 4: per stuccatura di murature c: a raso		Mc: Mta: malta cementizia (cemento sabbia) 4: per stuccatura di murature c: a raso
	Pl: liscia 10: Gesso di Lussemburgo c: al naturale		Me: ferro 14: rete metallica d: al naturale		RS: PVC 4: in lastre sagomate
	Br: laterizio 1: laterizio g: zoccolatura		V: Vetro semplice 2: laminato n: al naturale		Cta: ceramizzato cementizio (cemento, sabbia, ghiaia o perlite) 1: a vista d: al naturale
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		L: Liscia 4: Castagno d: al naturale		Me: ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura
	Me: ferro 12: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		Intonaco liscio strato 1: a filo f: al naturale
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		Lp: Trave in Legno 4: Castagno n: al naturale
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e sezione quadrata 1: ventilatura		
	Me: ferro 1: laterizio g: zoccolatura		Me: Ferro 13: filare piena e		

SOVRAPPOSIZIONI TRA DEMOLIZIONI E COSTRUZIONI.
(Scala 1:100)

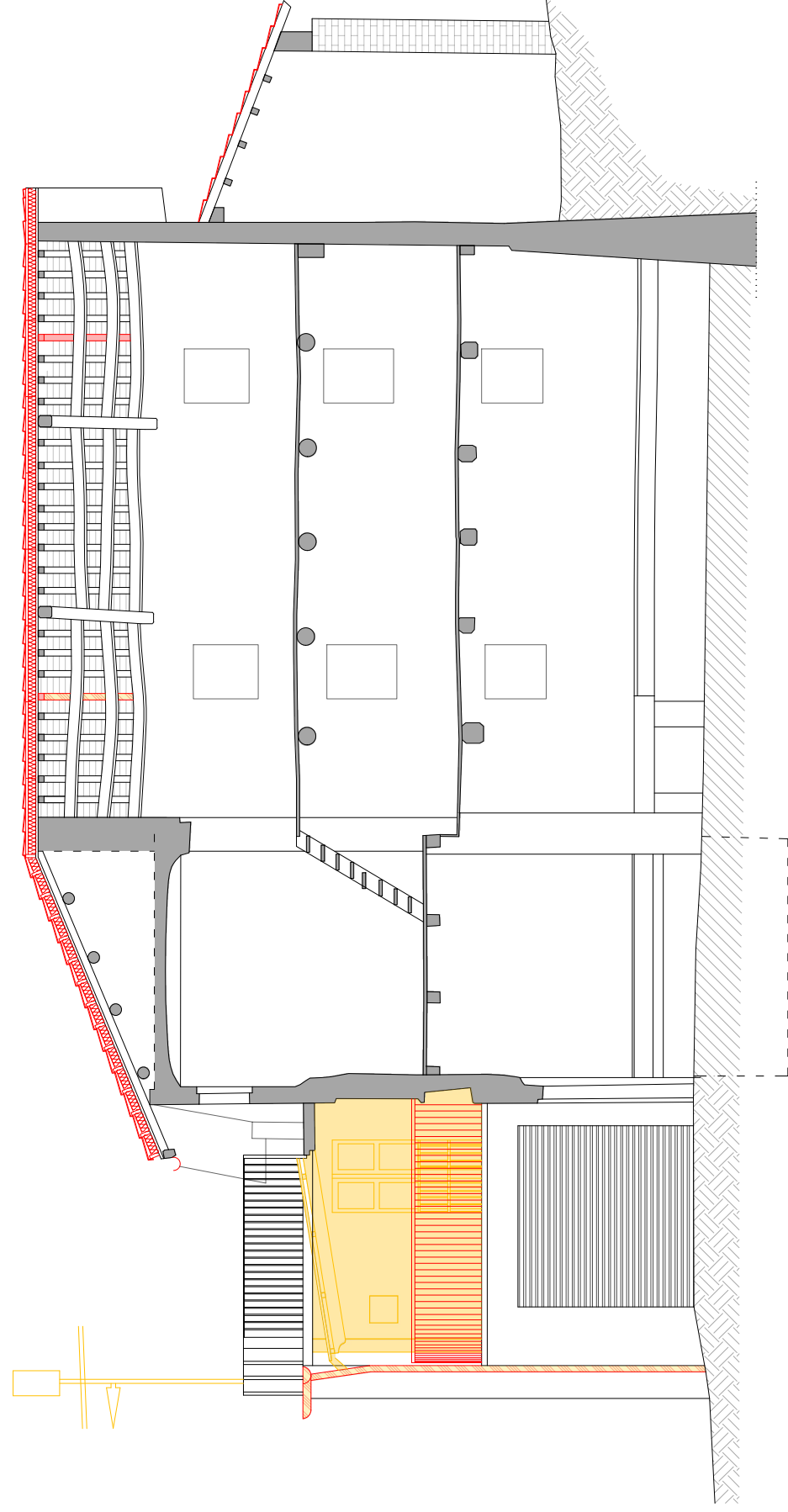


Sezione BB'



SOVRAPPOSIZIONI TRA DEMOLIZIONI E COSTRUZIONI.
(Scala 1:100)

Sezione AA'



Prospetto Sud

