

**POLITECNICO DI MILANO**

Facoltà di Ingegneria Edile-Architettura

Corso di Laurea in  
Ingegneria Edile-Architettura



**RIPENSARE MANDONICO**

Modello di recupero di un piccolo agglomerato diffuso

Relatore: Prof. Arch. Laura Elisabetta MALIGHETTI

Co-relatore: Ing. Amalia VIVIAN  
Ing. Christian AMIGONI

Tesi di Laurea di:  
Simonetta CORBELLA Matr. 712936

Anno Accademico 2013 - 2014





## INDICE

*“L'ordine delle idee deve procedere secondo l'ordine delle cose.”*

*Giambattista Vico*

## TOMO I

RIASSUNTO .....	pag. IX
PREMESSA .....	pag. XI
1. CONOSCERE IL CONTESTO .....	pag. 3
1.1. Inquadramento generale: il lago di Como	4
1.1.1. Il territorio	6
1.1.1.1. La morfologia	6
1.1.1.2. La geologia	8
1.1.1.3. L'ambiente naturale e la vegetazione	10
1.1.1.4. Il clima	11
1.1.2. Analisi viabilistica	13
1.1.2.1. Il sistema della mobilità	13
1.1.2.2. Le antiche vie del lago di Como	15
1.1.2.3. Il Sentiero del Viandante	18
1.1.3. Analisi storica	22
1.1.4. Analisi economica	27
1.1.4.1. Lo sviluppo economico	27
1.1.4.2. L'economia oggi	30
1.1.4.3. L'olivicoltura lariana	33
1.1.4.4. Il turismo lacustre	35
1.1.5. Analisi dell'architettura lariana	38
1.1.5.1. Caratteristiche architettoniche	38



**INDICE**

1.1.5.2. Le tendenze dello sviluppo insediativo	46
1.1.5.3. I percorsi	49
1.2. Il comune di Dorio	51
1.2.1. Localizzazione	52
1.2.2. Analisi urbanistica	53
1.2.2.1. Stato di fatto	53
1.2.2.2. Destinazioni d'uso e gradi di intervento	55
1.2.2.3. Vincoli urbanistici	56
1.2.3. Analisi demografica	57
1.2.4. Evoluzione storica	58
1.2.4.1. Il passato di Dorio	58
1.2.4.2. Evoluzione dell'edificato	60
2. CONOSCERE L'OGGETTO .....	pag. 63
2.1. Mandonico: concorso per riqualificare il borgo	64
2.2. Articolazione del borgo	66
2.2.1. Rilievo fotografico	68
2.2.2. Planivolumetrico e sezioni ambientali	71
2.2.3. Accessi e percorsi	72
2.3. Analisi delle forme	77
2.3.1. Le fasi del rilievo geometrico	78
2.3.2. Morfologia e destinazioni d'uso	79
2.3.3. Articolazione degli spazi interni	81
2.4. I materiali impiegati	85
2.4.1. Pietra	88
2.4.2. Legno	92
2.4.3. Ferro e il laterizio	93
2.4.4. Studio del verde e delle pavimentazioni esterne	94
2.5. Analisi delle tecnologie costruttive	97
2.5.1. Catalogazione generale	99
2.6. Rilievo del degrado	107
2.6.1. Processi di degrado dei materiali impiegati nel borgo	109



3. PROGETTO DI RECUPERO .....	pag. 117
3.1. Analisi critica	119
3.1.1. Obiettivi e analisi FDOM	119
3.1.1.1. Il contesto lacustre	120
3.1.1.2. Il borgo di Mandonico	124
3.1.2. Stima potenzialità di successo e analisi SWOT	126
3.2. Aspettative e richieste della popolazione	129
3.2.1. Descrizione delle indagini svolte	130
3.2.2. Analisi dei risultati	134
3.3. Le istituzioni	139
3.3.1. Il recupero di centri storici abbandonati	139
3.3.2. Le antiche vie di comunicazione	143
3.3.3. Promozione del settore turistico	143
3.3.3.1. Progetto di mobilità sostenibile	145
3.3.3.2. Progetto di hotel a servizio del bike-turismo	151
3.3.3.3. Progetto per promuovere la filiera del gusto	152
3.4. Scelte funzionali	153
3.4.1. Strategie generali	153
3.4.2. Matrice di progetto	155
3.4.3. Riflessioni sul flusso turistico e trend di mercato	157
3.4.4. Offerta integrata e attività compatibili	160
3.4.5. Masterplan di progetto	162
3.4.6. Metaprogettazione spaziale- funzionale e temporale	165
3.4.6.1. Albergo diffuso e servizi commerciali	167
3.4.6.2. Ristorante e bar	175
3.4.6.3. Centro benessere	181
3.4.6.4. Centro polifunzionale	187
3.4.6.5. Oleificio	194
3.4.7. Analisi configurazionale	200
3.5. Stima fattibilità economica dell'intervento	203
3.5.1. Calcolo del mercato potenziale(capacità ricettiva)	204

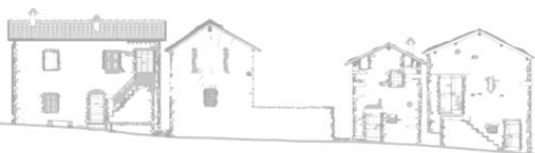


3.5.2. Costi e ricavi delle attività	207
--------------------------------------	-----

## TOMO II

<b>4. PROGETTO ARCHITETTONICO .....</b>	<b>pag. 219</b>
---	-----------------

4.1. Criteri guida per la progettazione	220
4.1.1. Riferimenti progettuali	221
4.1.2. Le linee guida di progetto	223
4.2. Il progetto degli spazi collettivi	224
4.2.1. Il progetto del verde	224
4.2.2. Gli accessi all'area di progetto e collegamenti	226
4.3. Il progetto degli edifici	229
4.3.1. Albergo diffuso	230
4.3.1.1. Criteri guida per la progettazione	231
4.3.1.2. Piante, prospetti e sezioni	234
4.3.2. Blocco ristorante e degustazione prodotti locali	237
4.3.2.1. Criteri guida per la progettazione	239
4.3.2.2. Piante, prospetti e sezioni	240
4.3.3. Blocco spa	243
4.3.3.1. Criteri guida per la progettazione	244
4.3.3.2. Piante, prospetti e sezioni	247
4.3.4. Blocco polifunzionale	249
4.3.4.1. Criteri guida per la progettazione	249
4.3.4.2. Piante, prospetti e sezioni	252
4.3.5. Blocco oleificio e amministrazione	254
4.3.5.1. Criteri guida per la progettazione	255
4.3.5.2. Piante, prospetti e sezioni	259
4.3.6. Blocco servizi	261
4.4. Verifica congruità di progetto	262
4.4.1. Verifica RAI	262
4.4.2. Eliminazione delle barriere architettoniche	264
4.4.3. Verifica antincendio	267



<b>5. PROGETTO TECNOLOGICO .....</b>	<b>pag.273</b>
5.1. Progettazione sostenibile	274
5.1.1. La scelta dei materiali	279
5.1.1.1. Analisi LCA	281
5.1.2. I materiali isolanti	282
5.1.2.1. Impatto ambientale	286
5.1.3. Il legno	291
5.1.3.1. Isolamento in fibra di legno	291
5.1.3.2. Le strutture in legno lamellare	294
5.1.4. Scelte progettuali	295
5.2. Stratigrafie	298
5.2.1. Chiusure opache	300
5.2.1.1. Chiusure verticali	301
5.2.1.2. Chiusure inclinate	303
5.2.1.3. Chiusure orizzontali	304
5.2.2. Chiusure trasparenti	304
5.2.2.1. Telaio	305
5.2.2.2. Vetrate	306
5.3. Fasi di lavorazione per recupero degli edifici	308
 <b>6. PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO.....</b>	 <b>pag.311</b>
6.1. Strategie di intervento tra nuovo costruito e esistente	312
6.2. Scelta degli interventi di consolidamento	313
6.2.1. Le murature	316
6.2.1.1. Conoscenza della muratura esistente	316
6.2.1.2. Interventi di consolidamento	321
6.2.1.3. Formazione nuove aperture	343
6.2.2. Gestione delle fondazioni	356
6.2.2.1. Inserimento di cordoli in c.a.	356



**INDICE**

6.2.2.2.	Opere di sottomurazione	357
6.2.2.3.	Realizzazione di un vespaio armato	359
6.2.3.	Consolidamento della volta	361
6.2.3.1.	Verifica consolidamento della volta a botte	362
6.2.3.2.	Verifica del maschio murario	367
6.2.3.3.	Tecniche e fasi costruttive	369
6.2.4.	Le connessioni meccaniche	371
6.2.5.	Sostituzione del solaio ligneo	372
6.2.5.1.	Verifica progetto di nuova costruzione	372
6.2.6.	Gestione delle coperture	379
6.2.6.1.	Proprietà meccaniche del legno	379
6.2.6.2.	Valutazione del carico della neve	380
6.2.6.3.	Verifica progetto di nuova costruzione	383
6.2.6.4.	Tecniche e fasi costruttive	399
6.3.	Analisi degli interventi sui degradi	400

**7. PROGETTAZIONE ENERGETICA ..... pag.403**

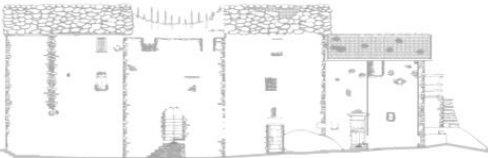
7.1.	Fabbisogno del borgo	404
7.1.1.	Dati climatici	405
7.1.2.	Fabbisogno energetico in regime invernale	406
7.1.2.1.	Calcolo delle superfici disperdenti	407
7.1.2.2.	Calcolo delle dispersioni	407
7.1.2.3.	Perdite per ventilazione	409
7.1.2.4.	Calcolo del fabbisogno energetico	410
7.1.3.	Fabbisogno di acqua calda sanitaria	411
7.1.4.	Fabbisogno energia elettrica	414
7.1.4.1.	Fabbisogno elettrico per illuminazione	414
7.1.4.2.	Energia elettrica consumata dalle apparecchiature	419
7.1.4.3.	Stima del fabbisogno elettrico per Mandonico	419
7.1.5.	Calcolo del fabbisogno frigorifero	421
7.1.5.1.	Carico termico attraverso le superfici trasparenti	421





7.1.5.2. Carico termico attraverso le pareti e coperture	423
7.1.5.3. Carico termico attraverso le strutture	424
7.1.5.4. Carico termico per ventilazione	425
7.1.5.5. Carichi interni	425
7.2. Dimensionamento degli impianti	429
7.2.1. Impianto di cogenerazione a biomassa a piccola taglia	431
7.2.1.1. Dimensionamento del vano di stoccaggio	435
7.2.2. Impianto solare termico	437
7.2.2.1. Dimensionamento dell'impianto solare termico	439
7.2.3. Unità di trattamento aria	446
7.2.3.1. Dimensionamento dell'UTA 1	447
7.2.3.2. Ventilazione della cucina	451
7.2.4. Pannelli radianti	451
7.2.4.1. Dimensionamento del sistema a pannelli radianti	453
8. APPENDICE - Renderizzazione di progetto .....	pag. 459
8.1. Rappresentazione degli esterni	459
8.2. Rappresentazione degli interni	463
CONCLUSIONI E OBIETTIVI RAGGIUNTI .....	pag. 465
RINGRAZIAMENTI .....	pag. 467
BIBLIOGRAFIA .....	pag. 469
INDICE DELLE FIGURE .....	pag. 481
INDICE DELLE SCHEDE .....	pag. 491
INDICE DELLE TAVOLE .....	pag. 499

**INDICE**



**INDICE**





*"Con affetto a mia nonna Lella"*

Recupero del borgo di Mandonico





## RIASSUNTO

La tesi s'inserisce nel dibattito sulle problematiche di recupero e rifunzionalizzazione dei piccoli borghi antichi arroccati lungo le sponde del Lario che, per vari motivi, hanno perso nel tempo importanza subendo in parallelo un calo demografico e, in molti casi, l'abbandono.

*Premessa*

Oggetto della tesi è il borgo di Mandonico, una piccola frazione situata sulle pendici dell'alto Lario, nel territorio del Comune di Dorio, tra Colico e Dervio.

*L'analisi del  
contesto*

Il progetto di recupero si è sviluppato a partire da una approfondita conoscenza dell'oggetto di studio e del suo contesto. L'analisi "a cannocchiale" ha permesso di avere una visione completa dell'oggetto di studio, prima a larga scala in tutto il territorio della zona dell'alto lago, poi a livello comunale per arrivare infine a focalizzare l'attenzione su Mandonico e sulle singole case.

Le basi del progetto si sono realizzate quindi tramite uno studio approfondito dello stato di fatto, attraverso la conoscenza delle tecniche edilizie consolidate in queste aree, l'uso selettivo dei materiali e lo stato di conservazione dei fabbricati.

*La campagna di  
rilievo*

A riguardo è stata condotta una campagna di rilievo che ha coinvolto i tredici edifici facenti parte del borgo, con conseguente catalogazione degli elementi distintivi degli stessi e del contesto in cui essi sono inseriti. L'agglomerato di case oggi risulta fatiscente, notevolmente ridimensionato rispetto all'epoca d'origine medioevale, e sopravvive a stento grazie all'allevamento ovino e le sporadiche visite dei proprietari delle abitazioni.

*Il desiderio di  
soddisfare le  
esigenze locali*

L'idea di ridare nuova vita all'abitato mira a un risultato concreto che va oltre al mero recupero del costruito diffuso, e si fonda sulla possibilità di soddisfare le esigenze locali di carattere economico e sociale prendendo spunto anche dalla storia e dalle tradizioni. A riguardo si sono quindi ricercate le iniziative promosse dalle

**ABSTRACT**



*Le nuove  
destinazioni d'uso*

istituzioni, interrogati gli abitanti di Dorio con questionari per comprendere preferenze e interessi e ipotizzato una distribuzione delle destinazioni d'uso con stima della fattibilità economica della nuova proposta di offerta.

*Le scelte  
architettoniche*

Entro il Nuovo Borgo di Mandonico è stato quindi pensato un albergo diffuso dotato di un'ampia offerta di servizi quali centro benessere, centro polifunzionale e ristorazione agrituristica con produzione locale di olio proveniente da un frantoio progettato nelle vicinanze dell'abitato.

*Le scelte  
tecnologiche*

Questo mutamento ha comportato l'inserimento entro al pendio di edifici di nuova costruzione in simbiosi con l'esistente ma assestanti, così voluti al fine di marcare in maniera significativa l'avvenuta metamorfosi.

*Il consolidamento  
strutturale*

Il cambiamento del tipo di utenza e delle destinazioni d'uso, non ha trascurato inoltre il problema della compatibilità: in ambito fisico, tra materiali tradizionali e tecniche innovative e strutturale, tra elementi preesistenti e nuovo costruito. A riguardo è stata quindi progettato l'intervento tecnologico, con analisi LCA e scelta accurata delle tecnologie da operare e dei materiali da usare, e strutturale per mezzo dello studio di scelte ad hoc e sviluppo di un metodo operativo.

*Le scelte  
impiantistiche*

Particolare attenzione è stata rivolta al delicato consolidamento degli edifici in pietra e alla verifica statica degli interventi ipotizzati.

Si è quindi proceduto nel recupero in maniera "sostenibile", tramite scelte impiantistiche correlate alle funzioni insediate e dimensionando un impianto di cogenerazione biomassa che permette lo smaltimento delle materie di scarto della produzione olearie.

*Conclusioni*

L'obiettivo è di illustrare tramite il caso in esame un possibile metodo d'intervento che comporti una rinascita e un'inversione di tendenza, partendo dalle potenzialità del territorio e dagli strumenti innovativi disponibili in ambito edilizio.



## ABSTRACT

The thesis was part of the debate on the issues of recovery and reutilization of small ancient villages perched along the shores of the Lario lake which, for various reasons, have lost importance over time in parallel undergoing a demographic decline and, in many cases, abandonment.

Mandonico village, a little village situated between Dorio, Colico and Dervio, is the object of this research.

The study began from a total survey of the whole lake area to move then to analyze all villages and finally to focus on Mandonico town and its single houses.

The first step of the project was a study regarding the knowledge of ancient building techniques and use of material at the time the village was built.

A conglomerate of three houses had been used to take distinctive elements and analyze landscape where they were built.

Now, at our days the village looks downsize and crumbling compared to Medioevo origin and still alive due to the animal farm on site and some visit of house owners.

The idea to recover the village is becoming real in order not only to save the town but to enrich the habitants with their own instruments. The new offer available after the works will be composed by a SPA, a multiuse centre with a restaurant offering local food, local oil produced on site in a oil mill projected in settlement proximity.

This mutation will add new units in connection with the old ones built with new technologies to mark significantly the metamorphosis.

The change in the type of user and the intended use, has also neglected the problem of compatibility: in physics, including traditional materials and techniques and structural elements among existing and new built. The technological intervention was designed in this way, with LCA analysis and careful selection of the



**ABSTRACT**



technologies to operate and materials to use, and structural study by means of tailor made decisions and the development of an operational concept.

Particular attention has been given to the delicate consolidation of stone buildings and static verification of the works proposed.

The research then proceeded in recovery in a "sustainable" through system choices related to the functions established and sizing a cogeneration plant biomass that allows the disposal of waste materials of olive oil production.

The goal is to illustrate through the case a possible method of intervention that involves a rebirth and a reverse of trend, starting from the region's potential and the innovative tools available in the building.