



POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

in Architettura per il restauro e valorizzazione del patrimonio

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**LA MODELLAZIONE INFORMATIVA A SCALA TERRITORIALE  
PER LA GESTIONE DEL PIANO DEL COLORE**

**CASO STUDIO: IL BORGO DI SERRALUNGA D'ALBA PATRIMONIO UNESCO**

Relatore: Prof. Anna Osello

Correlatore: Ing. Pablo Angel Ruffino

**Candidato: Rosa Urso**

SETTEMBRE 2019



# INDICE

<b>ABSTRACT</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT (EN)</b>	<b>7</b>
<b>CAPITOLO I. CASO STUDIO-IL BORGO DI SERRALUNGA D'ALBA</b>	<b>8</b>
1.1 INTRODUZIONE	8
1.2 INQUADRAMENTO STORICO	8
1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	10
1.4 ANALISI DEL PIANO DEL COLORE	12
<b>STRALCI DAL PIANO DEL COLORE</b>	<b>17</b>
A. TIPOLOGIA EDILIZIA	18
B. T1B (FORMATO ORIGINALE A3)	19
C. ESEMPIO DI TAVOLA S1 (FORMATO ORIGINALE A3)	20
D. SCHEDA 40 (FORMATO ORIGINALE A4)	21
H. P2	22
I. SCHEDA 67 (FORMATO ORIGINALE A4)	23
<b>CAPITOLO II. ACQUISIZIONE DEI DATI</b>	<b>25</b>
2.1 RILIEVO FOTOGRAFICO	26
2.2 RILIEVO GEOSPAZIALE	28
2.3 PERCHÉ CONOSCERE LA NUVOLA	30
<b>CAPITOLO III. MODELLAZIONE INFORMATIVA DEL BORGO</b>	<b>32</b>
3.1 H-DIM HISTORICAL DISTRICT INFORMATION MODEL	32
3.2 PROGETTAZIONE DEL MODELLO BIM	35
3.3 GENERAZIONE DEI MODELLI HOST	36
3.3.1. Definizione LOD di progetto	36
3.3.2. Definizione delle Masse	38
3.3.3. Parametri condivisi	39
3.3.4. Libreria dei materiali	42
3.3.5. Famiglie di sistema: tamponamenti verticali e orizzontali opachi	44
3.3.6. Famiglie parametriche: infissi	46
3.4 U.M.I.	52
3.5 MODELLO FEDERATO	53

---

<b>CAPITOLO IV. GESTIONE ED ESPORTAZIONE DATI</b>	<b>55</b>
4.1 REALIZZAZIONE ABACHI SU REVIT	55
<b>STRALCI ABACHI ELABORATI SU REVIT</b>	<b>58</b>
A. ABACO MASSE_UMI	59
B. ABACO MASSE_INTERVENTI PREVISTI	60
C. ABACO MURI_UMI	61
D. ABACO MURI_FINITURA	62
E. ABACO FINESTRE_COLORE	63
F. ABACO FINESTRA_TIPOLIGIA	64
4.2 CONSIDERAZIONI SU ABACHI	66
<b>CAPITOLO V. PROCESSO FROM BIM TO GIS</b>	<b>67</b>
5.1 SCELTA DEL SOFTWARE GIS	67
5.2 QGIS 2.18	68
<b>CAPITOLO VI. INTEROPERABILITÀ BIM-GIS</b>	<b>71</b>
6.1 ARCGIS PRO 2.3	71
6.2 IMPORTAZIONE DEL PROGETTO DI REVIT IN ARCGIS PRO	73
6.3 INTERROGAZIONI IN SIMULTANEA IN AMBIENTE GIS	77
<b>SCHEMA RIASSUNTIVO</b>	<b>80</b>
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>81</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b>	<b>87</b>

---



Negli anni Novanta, a seguito dell'avvento informatico, la tecnologia inizia ad essere utilizzata nel campo della progettazione architettonica. Oggi, questa pratica è divenuta routine e negli ultimi anni la digitalizzazione del settore delle costruzioni ha interessato anche il patrimonio costruito con particolare rilevanza storico-artistica.

La salvaguardia dell'eredità architettonica, soprattutto nel nostro Paese, occupa una posizione importante tanto che, con la tecnologia, non ci si limita ad una mera restituzione grafica dell'esistente ma, si contribuisce in modo significativo nella sua gestione e conservazione.

In questo contesto, il progetto di tesi si pone l'obiettivo di creare un modello informativo a scala territoriale in contesti culturali e architettonici di rilevanza storica. Il progetto propone l'applicazione della metodologia BIM<sup>1</sup> (*Building Information Modeling*) integrata ai sistemi GIS<sup>2</sup> (*Geographic Information system*) al fine di ottenere un *Historic District Information Model, H-DIM*.

Entrando nel merito del caso studio esaminato, ci si è occupati del borgo storico di Serralunga D'Alba, situato nella core-zone del sito UNESCO chiamato "*Paesaggi Vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato*".

La tesi si inserisce all'interno di un progetto avviato, a partire dal 2017, tra il Politecnico di Torino e il comune di Serralunga d'Alba che ha visto il coinvolgimento di due classi dell'IIS Sella Aalto Lagrange di Torino nelle prime fasi di modellazione. Nella prima parte della tesi è stato gestito il Piano del colore del centro storico di Serralunga D'Alba in ambiente BIM mediante un modello informativo elaborato sulla base di un rilievo geospaziale.

In un secondo momento ci si è occupati dell'interoperabilità tra software Bim e software GIS nello scambio delle informazioni, mettendo in evidenza quanto del modello elaborato su Autodesk Revit si conservi nel software Esri ArcGis Pro.

FONTI 1. <http://biblus.acca.it/building-information-modeling-o-model-la-storia-del-bim-e-evoluzione-software/>

FONTI 2. <http://www.dea.univr.it/documenti/Avviso/all/11954318.pdf>

## ABSTRACT (EN)

---

In the nineties, following the advent of computer science, technology began to be used in the field of architectural design. Today, this practice has become routine and in recent years the digitization of the construction sector has also affected the built heritage with particular historical-artistic relevance.

The preservation of the architectural heritage, especially in our country, occupies an important position. Thanks to technology it is not limited to a restitution of the existing but, it contributes significantly in its management and conservation.

In this context, the thesis project aims to create an information model on a territorial scale in cultural and architectural contexts of historical importance. The project proposes the application of the BIM<sup>1</sup> (Building information Modeling) methodology integrated with the GIS<sup>2</sup> (Geographic Information system) systems in order to obtain a Historic Information Model District.

In the examined case study, we dealt with the historic village of Serralunga D'Alba, located in the core-zone of "Paesaggi Vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato" UNESCO site.

The thesis is part of a collaboration project started in 2017 within the Politecnico di Torino and the municipality of Serralunga d'Alba, with the involvement of two classes of the IIS Sella Aalto Lagrange of Turin, in the early stages of modeling.

In the first part of the thesis the Color Plan of the historic centre of Serralunga D'Alba was managed in a BIM environment using an informative model based on a geospatial survey.

Later on, we dealt with the interoperability between BIM and GIS in the passage of information, highlighting how much the model developed on Revit is preserved in ArcGis Pro.

FONTI 1. <http://biblus.acca.it/building-information-modeling-o-model-la-storia-del-bim-e-l-evoluzione-software/>

FONTI 2. <http://www.dea.univr.it/documenti/Avviso/all/11954318.pdf>

# CAPITOLO I. CASO STUDIO-IL BORGO DI SERRALUNGA D'ALBA

## 1.1 INTRODUZIONE

Il caso studio preso in esame per il seguente elaborato di tesi è il borgo medievale di **Serralunga d'Alba** nella provincia di Cuneo, collocato nella zona collinare della **Bassa Langa**<sup>3</sup>. Tale scelta è stata dettata dalle caratteristiche del paese che lo rendono particolarmente idoneo alla realizzazione di un progetto di **H-DIM**.

Serralunga d'Alba infatti, in quanto facente parte de *"La langa del Barolo"* (FIG.1), dal 2014 è divenuta patrimonio mondiale dell'umanità **UNESCO**.

La presenza di un patrimonio di questo tipo porta a dover attuare una serie di strategie di salvaguardia e gestione del sito. La tesi propone di affrontare uno di questi aspetti, quello inerente al controllo e gestione del **piano del colore**.

FONTI 3. <https://www.paesaggivitivincoli.it/patrimonio/la-langa-del-barolo/>

FONTI 4. <http://www.comune.serralungadalba.cn.it/>



FIGURA 1. AREA DELLA LANGA DEL BAROLO

## 1.2 INQUADRAMENTO STORICO

Serralunga d'Alba è un borgo collinare, di origine medievale, di 558 abitanti<sup>4</sup>.

Le prime popolazioni ad insediarsi in queste terre sono i *“Manganesi”*, appartenenti con molta probabilità ai Liguri Statielli, antica popolazione nomade che ha abitato l’area della provincia di Cuneo negli ultimi secoli a.C.. Tale tribù è citata in una famosa tavola di bronzo (FIG.2) risalente al 117 a.C., sulla quale sono segnati i confini tra i *“Genuates”* e *“Langenses”*, ora conservata al Museo Civico di Archeologia Ligure di Pegli. Visto il loro carattere ramingo non hanno lasciato significative tracce tangibili sul territorio.

L’area, sin dall’epoca romana, si chiama *“Serralunga Albensium Pompeianorum”* per via della conformazione morfologica del terreno, lunga distesa coltivabile, e della stretta connessione alla città di Alba che nel periodo di Gneo Pompeo (106-48 a.C.) viene chiamata Pompeia<sup>5</sup>.

Successivamente il toponimo viene abbreviato in *“Serralunga”*, come riportato in un documento risalente al 1265, per poi divenire *“Serralunga Cereseto”* (per evitare confusioni con altri paesi piemontesi omonimi) ed infine, come si evince da un documento datato 30 luglio 1890, *“Serralunga d’Alba”*.

Non vi sono notizie di particolare rilevanza riguardanti Serralunga d’Alba antecedenti al Medioevo, periodo a cui risale la realizzazione della parte più antica del paese: il castello fortificato.

Fonte 5. F. Mancini. Tesi: *“Ipotesi di recupero urbano in Serralunga d’Alba: la vetrina delle langhe: la trasformazione di piazza M. Cappellano”*, Politecnico di Torino, Corso di laurea specialistica in Architettura, 2008.



FIGURA 2. TAVOLA BRONZEA DI POLCEVERA

### 1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il borgo medievale (FIG.3) si sviluppa su una collina ad anelli concentrici attorno ad un fulcro: il castello e il verde di sua pertinenza.

Il tessuto edilizio denso è intervallato da tre strade principali che orientano l'andamento del costruito: Via Roma, più interna, e via Mazzini poi Via XX Settembre più esterna.

Dallo studio di una planimetria del borgo si identificano **tre anelli** (FIG.4-5):

- Quello più interno è costituito dalle **abitazioni tra il castello e via Roma**. Queste presentano un profilo irregolare verso il castello, dove vi è il retro dell'abitazione con giardino privato e, uno compatto e regolare che costituisce l'affaccio principale, quello su strada. Le abitazioni creano un vero e proprio anello intorno al castello come una sorta di seconda cinta muraria. Inoltre, la tipologia edilizia è la medesima per tutte le particelle: case a schiera o rifusione di antiche case a schiera medievali.

- Il secondo anello, intermedio, **circonda Via Roma e viene delimitato da Via Mazzini a est e Via XX Settembre a ovest**. In questo caso è ribaltata la situazione che si aveva in precedenza: le case hanno uno sviluppo prevalentemente parallelo al fronte strada verso l'interno dell'anello e sono più irregolari verso l'esterno. Una ulteriore differenza con il primo anello è la mancanza di un retro, in quanto queste abitazioni presentano nella maggior parte dei casi due affacci principali, sono inoltre meno frequenti i lotti gotici, stretti e lunghi, e le case presentano un ingombro in pianta maggiore. Vi è anche la presenza di case a corte e bassi fabbricati ad uso agricolo.

- Il terzo anello è meno definito dei primi due ed è costituito da case sparse e dai verdi vigneti delle langhe.

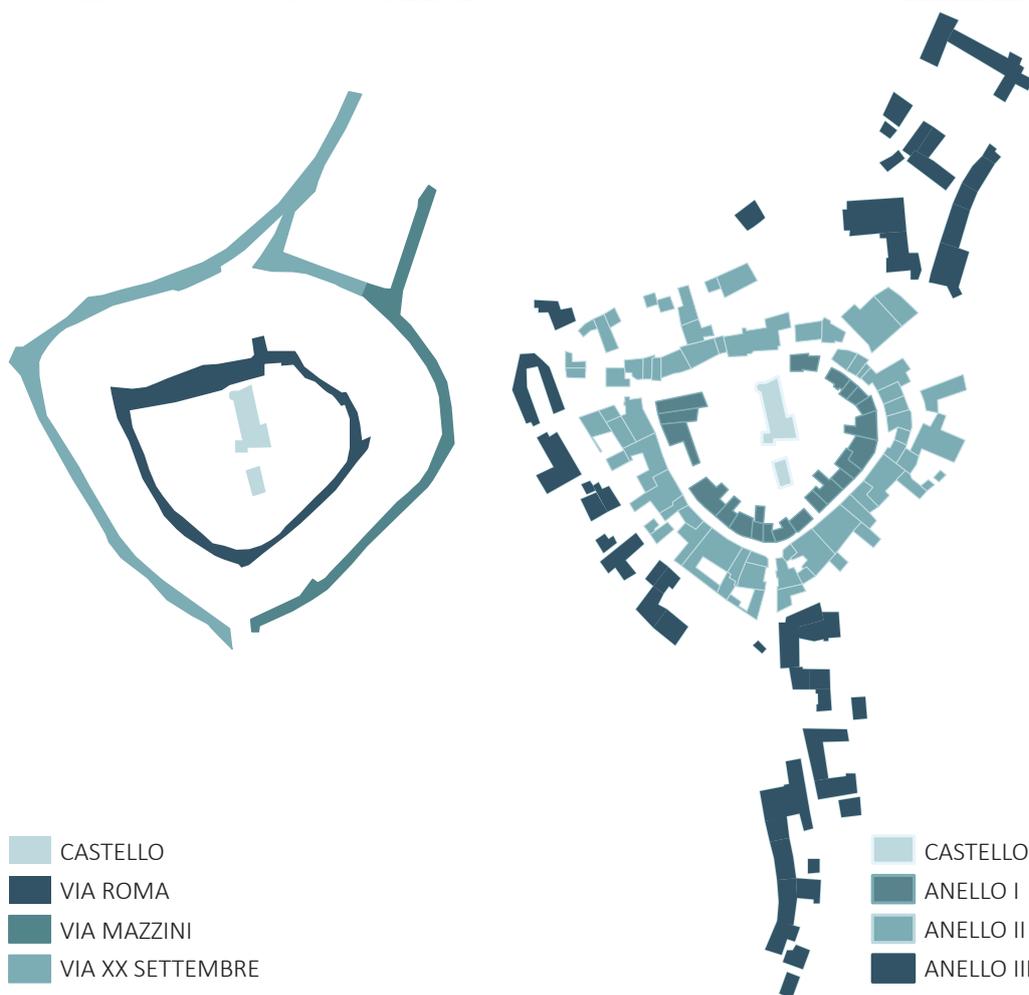
Si può dunque concludere che le gerarchie che definiscono l'edificato del borgo sono due: una antropica, il castello, e una naturale, il paesaggio collinare.

Via Roma risulta essere una strada stretta e lunga a causa delle due cortine

lateralis, nonostante esse non superino i tre piani fuori terra. Le altre due strade si presentano più ampie e più facilmente carrabili, anche grazie alla presenza dell'edificato prevalentemente su un unico lato.



**FIGURA 3.** VISTA DEL BORGO DI SERRALUNGA D'ALBA, Di Alessandro Vecchi - Opera propria, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44220131>



**FIGURA 4.** VIABILITÀ PRINCIPALE DEL BORGO STORICO DI SERRALUNGA D'ALBA (sinistra).

**FIGURA 5.** EDIFICATO DEL BORGO STORICO DI SERRALUNGA D'ALBA (destra).

## 1.4 ANALISI DEL PIANO DEL COLORE

Il piano del colore degli edifici è uno strumento utilizzato nel campo dell'urbanistica. Questo può essere adottato dalle amministrazioni locali per salvaguardare le caratteristiche dei manufatti edilizi presenti all'interno di una città. Viene per lo più attuato nei centri storici come nel caso di Serralunga d'Alba.

Fonte G. Piano del Colore di Serralunga D'Alba.

Il Piano del Colore è stato redatto dallo studio di architettura e urbanistica degli architetti Mauro Ricchetti e Simonetta Barozzi. Fortunatamente, nei piccoli borghi delle Langhe l'assetto urbano è rimasto per lo più inalterato, tuttavia, dalla relazione illustrativa emerge come il borgo abbia affrontato una serie di trasformazioni e ristrutturazioni ad opera di privati che ne hanno compromesso i decori e le cromie originarie.

Su via Roma, vi sono, ad esempio, evidenti casi di ristrutturazioni recenti che hanno portato all'inserimento di elementi architettonici moderni, come abbaini, cornicioni e ringhiere che hanno regolarizzato le facciate, andando ad alterare la scansione delle aperture originali.

Inoltre, nel caso del paese, le documentazioni di archivio risulta molto scarna e non sufficiente ad ottenere informazioni utili in merito al costruito. Si è ritenuto necessario pertanto, eseguire un attento rilievo dello stato di fatto. Da questo studio gli esperti hanno identificato i colori originali delle facciate o comunque antecedenti alla prima metà del '900 e pertanto classificati come storici. Questi sono stati distinti da quelli di epoca recente e aventi cromie difformi dai precedenti. I colori storici per il piano del colore sono stati oggetto di rilievo fotografico, analisi stratigrafica e rielaborazione digitale, al fine di ottenere una palette di colori il più possibile adatta al piano del colore

Secondo le Norme tecniche di attuazione (NTA) del comune di Serralunga d'Alba, con una variante parziale al **P.R.G.C. ai sensi dell'art. 17 L.R. 56/77 e smi dell'ottobre del 2011** vengono definiti i principali obiettivi del piano del colore e dell'ambito di intervento<sup>6</sup>. Essi sono:

- Il progetto di riqualificazione e valorizzazione delle facciate appartenenti al centro storico;
- La conservazione e tutela delle tipologie architettoniche storico-artistiche presenti nel borgo;

- La leggibilità delle stratificazioni e la riconoscibilità dei colori storici del tessuto urbano.

Il piano del colore inoltre, detta le linee guida per la rimozione dei degradi e la gestione degli interventi da effettuare. Predilige tecniche costruttive tradizionali, l'utilizzo di materiali locali e la conservazione e ripristino delle antiche cromie, eliminando superfetazioni che vanno ad intaccare la memoria storica del luogo. A tale scopo sono state redatte delle norme e allegate delle "Tabelle Cromatiche" contenenti la campionatura dei colori originari del sito (FIG.10-11).

Il piano del colore si attua in base a **Unità Minime di Intervento** (abbreviate **U.M.I.**). Gli interventi previsti devono essere necessariamente eseguiti sull'intera unità abitativa (U.M.I.) che è considerata la porzione più piccola del tessuto edilizio su cui intervenire. Queste sono numerate e classificate all'interno delle mappe del Piano. Le U.M.I. non sono necessariamente singole unità edilizie, ma possono essere unioni di esse dovute a rifusioni chiaramente riconoscibili.

Entrando nel dettaglio vi sono quattro aspetti inerenti le facciate definiti dal piano del colore e poi utilizzate per l'elaborazione del **modello informativo BIM**.

Esse sono:

- **INTERESSE AMBIENTALE:**

- notevole,
- elevata,
- buona,
- da modificare (in quanto presenti interventi recenti in contrasto con la struttura storica),
- nulla,
- da salvaguardare
- di recente costruzione.

- **INTERVENTI PREVISTI:**

- restauro (intervento conservativo su edifici vincolati),
- risanamento conservativo (intervento conservativo su facciate con caratteristiche originarie significative),

- mantenimento (per facciate su cui sono già stati eseguiti correttamente interventi conservativi),
- adeguamento (per facciate su cui sono stati eseguiti interventi parzialmente scorretti)
- rifacimento (per gli edifici che necessitano di interventi complessi che non si limitano ad adeguamenti cromatici e materici).

- **STATO DEGLI INTERVENTI:**

- facciate intatte (per edifici che hanno conservato la forma originale senza subire interventi significativi),
- recupero corretto (se l'intervento eseguito in facciata ha rispettato caratteri e cromie storiche),
- parzialmente scorretto (se necessitano di adeguamenti in una futura opera manutentiva),
- totalmente scorretto (se la facciata va completamente rifatta),
- recente costruzione (non trattandosi di un'architettura storica è sufficiente un adeguamento cromatico).

- **TIPOLOGIA EDILIZIA** (FIG.6):

- casa a schiera medievale,
- rifusione di case a schiera,
- casa a schiera,
- palazzetto,
- casa di recente costruzione,
- casa a corte,
- costruzione accessoria,
- edificio agricolo,
- ex edificio agricolo,
- costruzione accessoria recente,
- edificio religioso,
- castello,
- edifici per servizi pubblici,

- asilo,
- edificio produttivo.

La classificazione per tipologia edilizia è frutto dello studio dei singoli edifici e della loro messa a sistema.

Queste quattro tipologie di indagine dei manufatti edilizi sono indicate nel dettaglio all'interno delle NTA e hanno la legenda definita da colori e lettere negli elaborati grafici allegati.

Accanto alle mappature tematiche della planimetria del paese, il piano del colore fornisce informazioni sugli elementi delle singole U.M.I., ovvero sulle finiture dei tamponamenti verticali e orizzontali quali muri, balconi e tetti e sugli infissi, quali porte e finestre. Stabilisce quali di questi elementi sono da conservare e quali da sostituire.

Tali informazioni sono riportate in delle schede analitiche "S1 e S2".

Ricadono nella dicitura "S1" (FIG.8) le schede in formato A3 che forniscono informazioni dettagliate su un numero ridotto di U.M.I.

Su queste schede vi è una tabella con all'interno:

- Una foto della facciata dell'U.M.I. al momento del rilievo
- Il numero identificativo dell'U.M.I.
- La strada su cui vi è l'affaccio
- Il tipo di intervento previsto
- Il colore di fondo facciata con annesse informazioni in merito al colore delle persiane e alla tipologia dell'infisso (da sostituire, modificare o conservare)
- il colore e materiale del basamento
- il colore dello zoccolo e quello dei decori.

Al fondo del foglio vi può essere un dettaglio di una porzione di U.M.I., e un *keyplan* con evidenziate le U.M.I. presenti in tavola. Alle tavole in A3 sono inoltre affiancate degli stralci di planimetria cromatica (tav. P1 P2 P3) e delle tabelle cromatiche di piano (T1A e T1B (FIG.7)).

Per la realizzazione delle tabelle cromatiche, oltre al colore, sono stati studiati i diversi fenomeni di degrado che intaccano gli intonaci (raggruppati in tradizionali, a base di calce, e moderni, di tipo misto e silicatici).

Il degrado presente in facciata ha portato spesso a interventi di ritinteggiatura

errata. Per queste ragioni all'interno delle tabelle sono state individuate delle famiglie cromatiche: i gialli, gli ocra, i rossi e arancioni, i verdi e azzurri e i neutri. Questi sono i colori da utilizzare per il progetto del piano del colore.

Tali colori sono quindi quelli previsti nel progetto del piano del colore e vengono utilizzati per le facciate e per gli infissi. In questo caso le famiglie cromatiche sono: il grigio chiaro, quello medio, diverse gradazioni di marrone, verde scuro e color carta da zucchero. Questi presentano il prefisso "RAL" per differenziarli da quelli in facciata.

Nelle schede "S2" invece, in formato A4, sono riportate le singole U.M.I. con il tipo di intervento previsto, la messa in evidenza su foto di elementi positivi (in verde) e elementi negativi (in rosso), eventuali osservazioni e indicazioni progettuali particolari (FIG.9).

Alcune di queste tavole invece sono una rassegna di infissi e altri elementi architettonici, come ad esempio i tetti.

## **STRALCI DAL PIANO DEL COLORE**

---

## A. TIPOLOGIA EDILIZIA



FIGURA 6.

## B. T1B (FORMATO ORIGINALE A3)

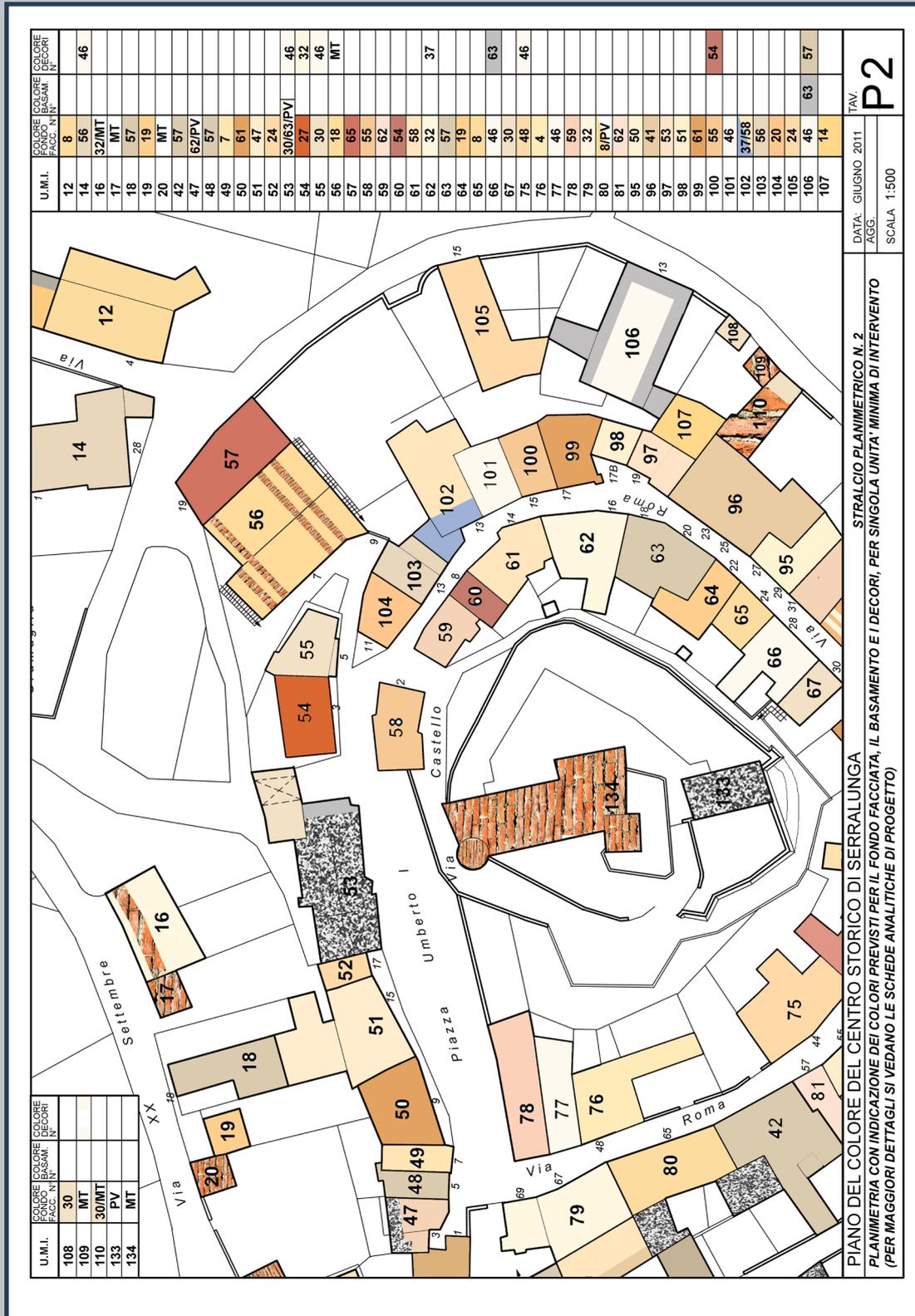


FIGURA 7.



D. SCHEDA 40 (FORMATO ORIGINALE A4)

UNIONE DI COMUNI COLLINE DI LANGA E DEL BAROLO (CN).					U.M.I.
PIANO DEL COLORE DEL CENTRO STORICO DI SERRALUNGA D'ALBA					<b>40</b>
<b>ANALISI STATO DI FATTO E INDICAZIONI DI PROGETTO PER UNITA' MINIMA DI INTERVENTO</b>					
<i>Ubicazione dell'unità minima di intervento (U.M.I.):</i>					
<i>Intervento previsto</i>	RESTAURO	RISANAMENTO CONS.	MANTENIMENTO	ADEGUAMENTO	RIFACIMENTO
<i>Individuazione degli elementi positivi da conservare</i>			<i>Individuazione degli elementi negativi da eliminare o sostituire</i>		
→			→		
<b>Indicazioni progettuali</b>			<b>Colori di progetto</b>		
<b>Fondo facciata:</b> IN PARTICOLARE PER LA FACCIATA INTATTA LATO STRADA, COMPRESO LO SPESSORE DEL MURO RIPORTARE A VISTA LA STRUTTURA PIORTANTE ORIGINARIA IN MATTONI E PIETRA A VISTA,EVENTUALMENTE CON SOVRASTANTE VELATURA DI COLORE A CALCE DI TONALITA OCRA CHIARO O 47 PER LA PARTE INTERNA EVITARE IL COLORE ROSA E SOSTITUIRE CON 47					
<b>Basamento:</b>			47		
<b>Decor:</b>					
<b>Zoccolo:</b> lastre di pietra <input type="checkbox"/> spessore intonaco <input checked="" type="checkbox"/> solo colore <input type="checkbox"/>			SOLO ALL'INTERNO		
<b>Persiane porte e portoni:</b> LEGNO A VISTA SCURO					
Per ulteriori dettagli si vedano le N.T.A. e le planimetrie.					

FIGURA 9.

H. P2

	51		52		53 56 57		54		55		59	NOTA BENE: I COLORI VANNO SEMPRE SCELTI DAI CAMPIONI CONSEGNATI IN COMUNE SU TAVOLETTA, CHE ANDRANNO SEMPRE CONSERVATI NON ALLA LUCE. I NUMERI DEI COLORI DI QUESTA TABELLA SONO SEMPRE INDICATI SUGLI ELABORATI GRAFICI E SULLE SCHEDE
	60 63		61		62		68		65		66	
	PV		PV +I		PV +D MT		MT		MT + PV		MT +I	
	MT NV		67		F1		F2	ANCHE SE IL PIANO PRESCRIVE CHE LE FASCE O RIQUADRATURE ATTORNO ALLE FINESTRE, DEBONO ESSERE GENERALMENTE ESEGUITE CON COLORI CHIARI TIPO 46-51 -49, IN ALCUNE FACCIATE STORICHE SONO PRESENTE TONALITA SCURE TENDENTI ALL'ARANCIONE E MARRONE VIOLACEO CHE POTREBBERO ANCHE ESSERE RIPROPOSTE IN CASO DI INTERVENTI DI RESTAURO O RIS.CONSERV. PREVIA ACCURATA CAMPIONATURA				
<b>PV</b> PIETRA FACCIA A VISTA <b>PV+I</b> PIETRA + INTONACO <b>PV+D MT</b> PIETRA + DECORI IN MATTONI <b>MT</b> MATTONI A VISTA						<b>MT+PV</b> MATTONI + PIETRA A VISTA <b>MT+I</b> MATTONI + INTONACO <b>MT NV</b> MATTONI NUOVI						
	RAL 6001		RAL 6002		RAL 6009		RAL 6011	SMALTI OPACHI PER PERSIANE E PORTONI. ( CODICI RAL) PORTONI DI EDIFICI O DI SERVIZI VARI, SE ALLO STATO DI FATTO SONO IN LEGNO A VISTA DEBONO ESSERE RESTAURATI E CONSERVATI NELLA LORO FINITURA ORIGINARIA. NON SONO AMMESSE PERSIANE O SCURI, SE RIFATTI PER SOSTITUZIONE, IN LEGNO FACCIA A VISTA.				
	RAL 8002		RAL 8003		RAL 8012		RAL 8004					
	RAL 7038 GR 38		RAL 7035 GR 39		X1		X2	X1-X2 COLORI ESISTENTI ALLO STATO DI FATTO IN QUALCHE EDIFICIO, SBIADITI, DA CAMPIONARE IN SITU CON MAGGIOR SATURAZIONE O SOSTITUIRE CON I GRIGI				
<b>NOTA BENE</b> PRIMA DELL'APPLICAZIONE FINALE SULLA FACCIATA OCCORRE SEMPRE ESEGUIRE PER OGNI TINTA ALMENO TRE CAMPIONI FORMATO MINIMO CM. 60 X 60 DI TONALITA PIU CHIARA O PIU SCURA, E PIU O MENO SATURATA., DA VALUTARE A SECONDA DELLA LUMINOISITA DEL SITO.												
PIANO COLORE UNIONE DI COMUNI COLLINE DI LANGA E DEL BAROLO TABELLA CROMATICA DI PROGETTO CON CODICI DI PIANO RICAVATI DA INEDAGINE ( COLORI STORICI )												
										AGOSTO 2011 TABELLA: <b>T1B</b>		

FIGURA 10.

## I. SCHEDA 67 (FORMATO ORIGINALE A4)

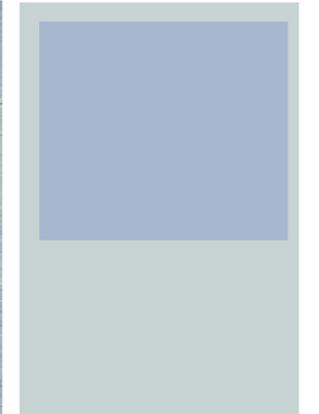
PIANO DEL COLORE: UNIONE DI COMUNI. COLLINE DI LANGA E DEL BAROLO	SCHEDA
<b>REPERTORIO DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI DI FACCIATA</b> <i>I COLORI ORIGINARI: GLI ARANCIATI E GLI AZZURRI</i>	<b>67</b>
	
<p>IN TUTTI I CENTRI STORICI DELL'UNIONE SONO PRESENTI TONALITÀ ARANCIATE PIÙ CHIARE E PIÙ SCURE. UN COLORE MOLTO LUMINOSO CHE SI ARMONIZZA CON IL LEGNO SCURO A VISTA DEI PORTONI E CON LE PERSIANE MARRONI.</p>	
	
<p><b>SU ALCUNE FACCIATE DI SERRALUNGA E BAROLO SONO PRESENTI TONALITÀ ORIGINARIE DI COLORE AZZURRO CHIARO (NON RARE IN TUTTO IL PIEMONTE) CHE ANDRANNO SEMPRE CONSERVATE. IL COLORE È IN GERGO CHIAMATO "TURCHINETTO" ED ERA ESEGUITO CON PROCEDIMENTI LOCALI, OGGI DIFFICILMENTE OTTENIBILI CON LE GAMME IN COMMERCIO. I COLORI SONO DA SCEGLIERE MEDIANTE CAMPIONATURE VARIE PIÙ CHIARE O SCURE O PIÙ O MENO SATURATE.</b></p>	

FIGURA 11.



## CAPITOLO II. ACQUISIZIONE DEI DATI

La modellazione informativa BIM viene elaborata sulla base di un rilievo in loco e dall'acquisizione di tutti i dati rintracciabili dai documenti forniti dal comune in merito al Piano del Colore (FIG.12).

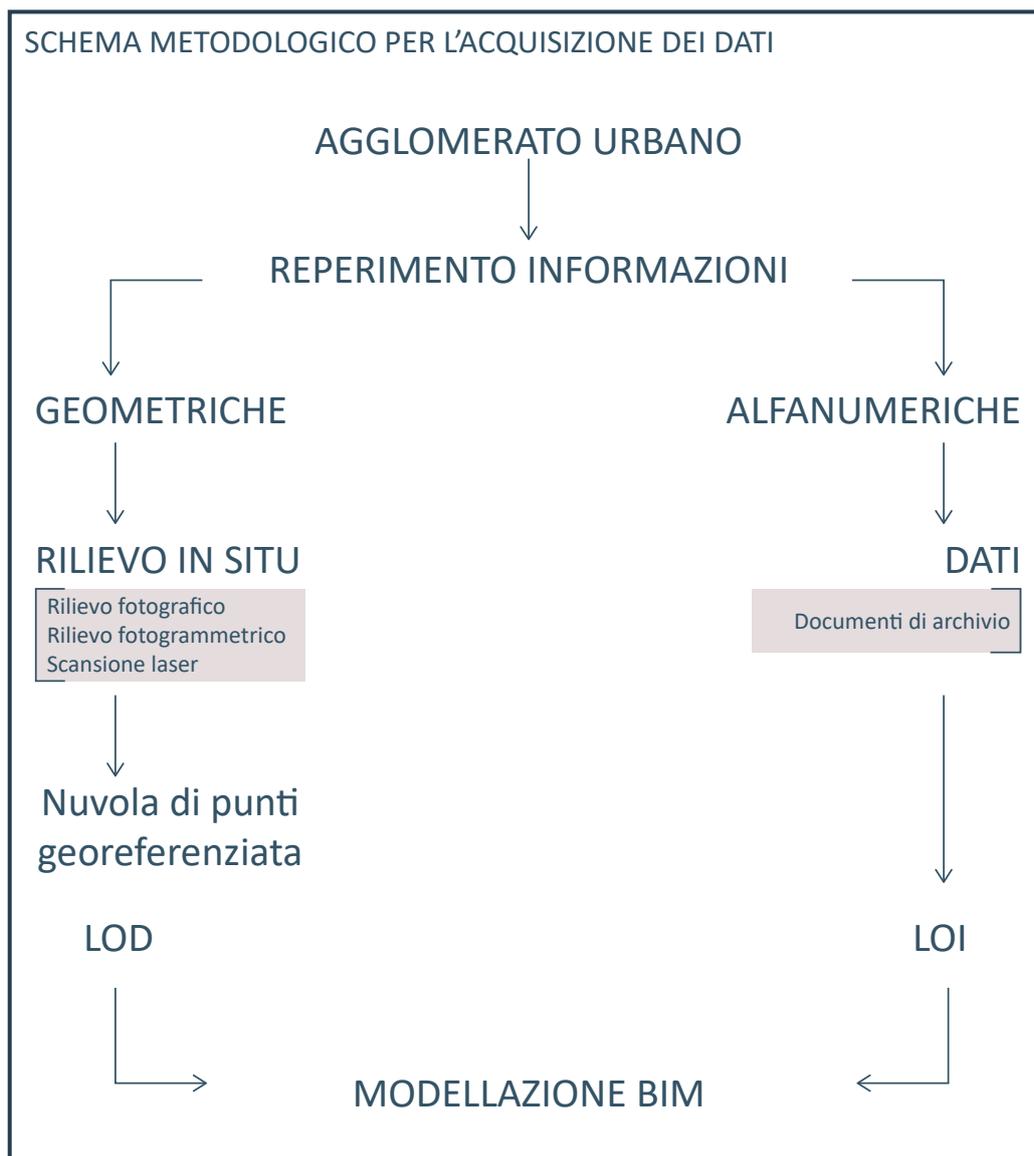


FIGURA 12. DIAGRAMMA DI FLUSSO: METODOLOGIA PER L'ACQUISIZIONE DEI DATI.

Il rilievo in situ è stato eseguito mediante rilievo fotografico di ogni U.M.I. allo scopo di avere una visione generale dell'oggetto della modellazione. Questo ha agevolato il lavoro svolto dagli studenti di due classi dell'IIS Sella Aalto Lagrange di

Torino che si sono occupati delle prime fasi di modellazione.

Il rilievo fotografico viene utilizzato al pari di *Google Maps* come supporto visivo alla modellazione.

L'elaborazione del modello *BIM* viene eseguita a partire dal rilievo geospaziale (con coordinate) effettuato mediante fotogrammetria aerea con mezzi non convenzionali (*drone UAV commerciale*, veicolo a pilotaggio remoto) e rilievo con tecnologia *LIDAR* grazie all'uso del *Leica Pegasus Backpack*. Con la rielaborazione di tali dati è stata generata una nuvola di punti georeferenziata, utilizzata come base della modellazione geometrica.

Fondamentale per la realizzazione del modello *BIM* è stato inoltre il Piano del colore del comune di Serralunga da cui sono state estrapolate le informazioni utili per rendere la modellazione efficiente anche a livello informativo (LOI).

## 2.1 RILIEVO FOTOGRAFICO

Il rilievo fotografico è stato eseguito in modo speditivo: le foto non sono state fatte ai dettagli ma a livello generale per avere una visione di insieme (FIG.13-14-15).



FIGURA 13. U.M.I. 16 A SINISTRA E U.M.I. 17 A DESTRA.



**FIGURA 14.** RETRO DI QUATTRO DIVERSE U.M.I. SI NOTINO I DIVERSI TIPI DI RIVESTIMENTO MURARIO.



**FIGURA 15.** IN PRIMO PIANO U.M.I. 22 E DIETRO U.M.I. 120.

## 2.2 RILIEVO GEOSPAZIALE

Al fine di ottenere le nuvole di punti che descrivono il borgo dal punto di vista geometrico, è stato eseguito un **rilievo** sul sito di interesse integrando due tecniche di rilievo geospaziale diverse: il **rilievo fotogrammetrico** e la **scansione laser**.

*“La fotogrammetria è la scienza che consente di ottenere informazioni affidabili di oggetti fisici e dell’ambiente circostante mediante processi di registrazione, misura e interpretazione delle immagini fotografiche e digitali formate dall’energia elettromagnetica radiante e da altri fenomeni fisici.”<sup>7</sup>*

La fotogrammetria è una scienza in grado di estrapolare le dimensioni effettive di un oggetto reale a partire da fotografie con un alto grado di affidabilità. I fotogrammi prodotti sono approssimazioni di prospettive centrali, ovvero di una rappresentazione piana della realtà tridimensionale. Per tale ragione è possibile ricavare da questi dei valori metrici, trovando ampio utilizzo nel campo del rilievo architettonico e territoriale.

Nel caso specifico di Serralunga d’Alba si è fatto uso di fotogrammetria aerea, mediante mezzi non convenzionali, ovvero facendo uso di un **drone UAV Commerciale** (veicolo a pilotaggio remoto)<sup>8</sup> (FIG.16).



Attraverso opportune operazioni di *post-processing* in software di fotogrammetria digitale (non oggetto di questa tesi), è stata prodotta una **nuvola di punti** dei tetti e del contesto del borgo con un buon grado di accuratezza<sup>9</sup>.

FORTE 7. Manual of Photogrammetry, ASPRS, 1980

FORTE 8. FROM THE ELABORATION PROCESS OF POINT CLOUD TO INFORMATION SYSTEMS BOTH FOR PLANNING AND DESIGN MANAGEMENT OF CULTURAL HERITAGE P. A. Ruffino I. M. M. Boccancino I. \*, M. Del Giudice I. A. Osello

FORTE 9. Chiabrando et al., 2017

FIGURA 16. DRONE UAV COMMERCIALE.

Questa tecnica, molto efficace per rilievi dall'alto, ha dei limiti per il rilievo da terra se si tratta di un territorio molto denso come quello del caso studio. Questo perché non vi è la distanza necessaria tra il punto da cui effettuare la foto e l'edificio da rilevare. Per tali ragioni, come avviene in molti casi analoghi, si è fatto uso della **tecnologia LIDAR**, acronimo di *Light detection and ranging*.

Nel caso specifico è stato utilizzato un laser scanner chiamato "**Leica Pegasus Backpack**" (FIG.17) in grado di ottenere dati spaziali ad alto grado di accuratezza e con un margine di errore molto basso, dell'ordine di pochi centimetri. Mediante l'estrapolazione di informazioni provenienti dalla nuvola di punti, generata da questa tecnologia, si è quindi in grado di rappresentare l'edificio con un'accuratezza fino alla scala di 1:50, 1:100.



FIGURA 17. ZAIND LEICA PEGASUS.

Per integrare i dati spaziali ricavati dai diversi rilievi in un'unica nuvola di punti, le due tecniche di rilievo possano essere utilizzate insieme è necessario che queste abbiano il medesimo **sistema di riferimento globale**.

È stata dunque eseguita un'**indagine GNSS** (*Global Navigation Satellite System*) al fine di ottenere una rete di inquadramento univoca ed è stata associata ad entrambi i rilievi. La rielaborazione dei dati rilevati è stata elaborata con il software **Autodesk ReCap**.

## 2.3 PERCHE' CONOSCERE LA NUVOLO

Conoscere le tecnologie e come queste sono state utilizzate per eseguire il rilievo risulta necessario per poter progettare la **struttura del modello BIM coerente**.

Sono state elaborate due diverse tipologie di nuvole di punti.

La prima è una **nuvola di punti generale** con informazioni utili in merito alla conformazione del borgo nel suo complesso.

Tale nuvola di punti viene utilizzata per la costruzione del modello federato del borgo di Serralunga d'Alba.

La seconda tipologia è una nuvola di punti è il risultato della segmentazione della precedente nuvola in modo da avere una nuvola di punti per ciascun edificio e mirata ai singoli edifici. Per poter eseguire il modello *BIM* si ha a disposizione la nuvola di punti delle singole *U.M.I.* o, dove questo non è possibile in quanto si è in presenza di più abitazioni troppo vicine per estrapolare dei segmenti della nuvola di punti separati, di gruppi di poche *U.M.I.*, massimo tre.

Tali nuvole non forniscono un grado di dettaglio uguale per tutte le *U.M.I.* per via di alcuni limiti fisici del rilievo. Le facciate sono state rilevate con il *Leica Pegasus Backpack*, ad altezza uomo, quindi, per le *U.M.I.* in cui vi è il problema dei coni d'ombra, alcune informazioni rischiano di essere perse o visibili con un'accuratezza inferiore rispetto ad un'abitazione completamente visibile. Inoltre, trattandosi di abitazioni private non è possibile accedervi. Questo esclude la possibilità di effettuare il rilievo mediante il *Leica Pegasus Backpack* con la necessità di dover fare affidamento all'utilizzo del drone.

Viste le caratteristiche del dato spaziale ottenuto risulta utile l'utilizzo di *Google Maps* e del rilievo fotografico per la modellazione. Questi due strumenti possono essere utilizzati per ottenere informazioni in più rispetto a quelle fornite dalla nuvola di punti in casi, ad esempio, dove le ombre non hanno permesso la creazione di un numero adeguato di punti.

Nell'utilizzo di queste ultime informazioni è importante considerare:

- L'aggiornamento del dato, che nel caso dello street view di Google Maps risale a settembre/ottobre 2011, mentre il rilievo fotografico è stato eseguito a dicembre 2017.
- L'attribuzione di un grado di accuratezza adeguato. Le informazioni

ottenute da questi strumenti sono meno certe di quelle ottenute dalla nuvola perché non hanno una valenza metrica. Forniscono informazioni qualitative e non dimensionali.

Conoscere l'esecuzione del rilievo risulta quindi necessaria per interagire con esso in modo consapevole.

## CAPITOLO III. MODELLAZIONE INFORMATIVA DEL BORGO

### 3.1 H-DIM HISTORICAL DISTRICT INFORMATION MODEL

Per poter definire l'**H-DIM** è necessario prima fornire una definizione di **BIM**, di **GIS** e la loro applicazione nel campo dei beni culturali.

Una definizione di BIM viene fornita dalla **ISO29481-1 del 2010**:

*“A shared digital representation of physical and functional characteristics of any built object (including buildings, bridges, roads, etc.) which forms a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition.”<sup>10</sup>*

Il **BIM** è una **metodologia** (FIG.18), che permette di mettere a sistema in un unico modello informativo i diversi aspetti di un progetto, dalla fase architettonica a quella strutturale, impiantistica, energetica, e gestionale. Il BIM non si identifica quindi con un unico software ma è il **processo** che è alla base di una **progettazione interoperabile**.

FONTE 10. Definizione  
ISO29481-1:2010 + National  
BIM Standard

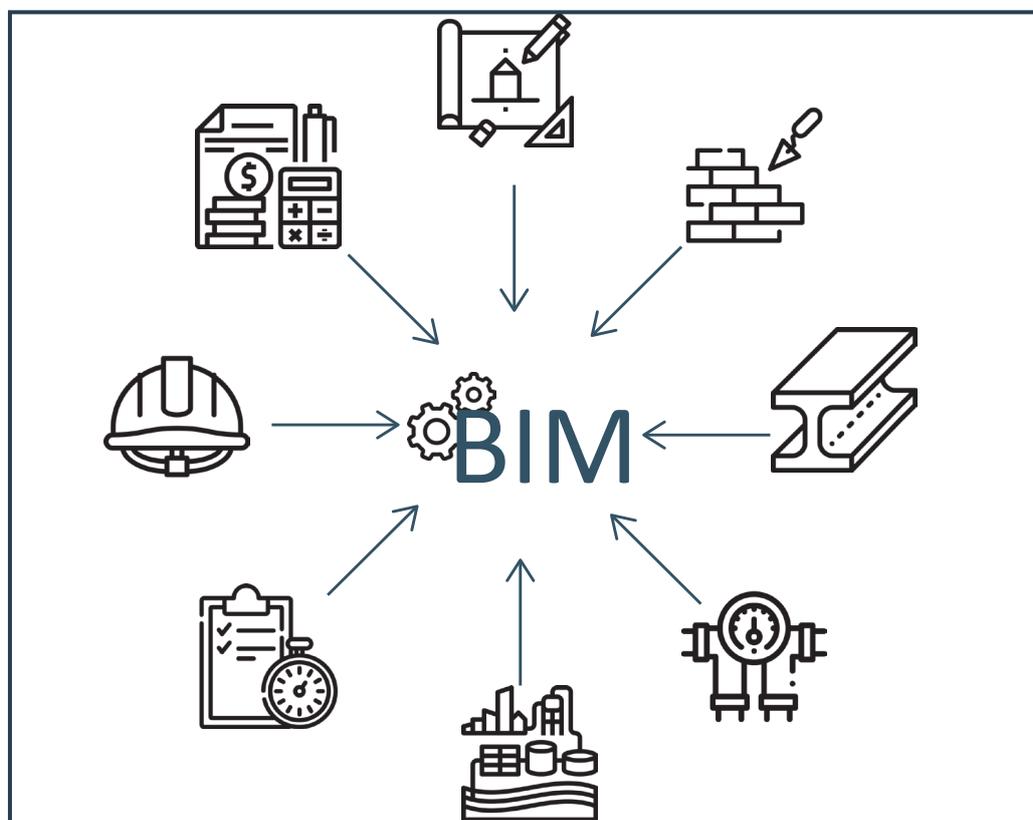


FIGURA 18. SCHEMA  
ESPLICATIVO INTEROPERABILITÀ  
BIM.

Tale metodologia, nata per la progettazione di edifici di nuova realizzazione, negli ultimi anni ha trovato largo utilizzo anche nel campo della **conservazione, salvaguardia e gestione** del **patrimonio** esistente sul territorio. In questo caso si in letteratura si fa riferimento all'acronimo **H-BIM** (dove "H" sta per Heritage).

La differenza principale tra il BIM e l'H-BIM sta nel recepimento e nella costruzione delle informazioni utili al modello. Se sulle nuove costruzioni è il progettista a definire le caratteristiche e le informazioni utili, quando ci si confronta con il patrimonio esistente entrano in gioco documenti di archivio, relazioni tecniche e le tecniche di rilievo per l'acquisizione massiva di informazioni metriche mediante l'elaborazione di nuvole di punti.<sup>11</sup>

Il GIS è invece, un sistema composto da hardware, software, dati e persone utile per raccogliere, archiviare, analizzare, e distribuire informazioni inerenti a una porzione di territorio.<sup>12</sup>

*"Insieme di procedure, basate sull'uso di sistemi informatici, usate per archiviare ed elaborare dati georeferenziati."*<sup>13</sup>

La realtà GIS utilizza *shapefile*, ovvero *layer* informativi vettoriali georeferenziati. Una differenza sostanziale tra i due sistemi informativi sta nella scala a cui essi lavorano: il BIM fornisce informazioni a livello architettonico, il **GIS** a livello territoriale.

L'interoperabilità dei due sistemi permette di avere una visione completa dell'oggetto di studio e di normalizzare la strategia di utilizzo.

Una volta definiti i due sistemi si può dunque dire che per **H-DIM** si intende l'utilizzo di metodologie **BIM** per l'organizzazione di informazioni inerenti a una porzione di territorio costruito con valenza architettonica rilevante, georeferenziato. Viene utilizzata una scala distrettuale che necessita di un approccio interoperabile coi sistemi **GIS**.

Entrando nel merito di Serralunga d'Alba, il piano del colore si presenta come un caso valido per verificare la funzionalità dell'**H-DIM** (FIG.22).

Il comune di Serralunga d'Alba è patrimonio **UNESCO** e pertanto sottoposto a vincolo di tutela che necessita l'elaborazione di un Piano del Colore dettagliato

FONTI 11. M. Lo Turco, Dispense per il corso "GIS e Modellazione per i beni culturali", Politecnico di Torino, 2018/2019.

FONTI 12. F. Rinaudo, Dispense per il corso "GIS e Modellazione per i beni culturali", Politecnico di Torino, 2018/2019.

FONTI 13. Aronoff, 1989

specialmente in merito all'area del centro storico.

Il piano del colore per sua costituzione fornisce informazioni su singoli edifici (modellabili in *BIM*) ma uniformati a livello territoriale sull'intero borgo. Serralunga d'Alba fa, inoltre, parte del sistema dei borghi patrimonio UNESCO dell'area delle Langhe che hanno determinate caratteristiche da rispettare uniformemente. In previsione di uniformare più borghi sotto le medesime caratteristiche vi è la necessità di una piattaforma in grado di supportare i dati su singoli edifici a livello territoriale.

In questo caso dunque L'*H-DIM* viene utilizzato per la gestione di una porzione di territorio costruito, ma vi possono essere anche altri utilizzi nel campo dei beni culturali.

Si pensi ad esempio, all'importanza che questo metodo di raccogliere, rielaborare e leggere informazioni potrebbe avere se applicato in zone soggette a catastrofi. Ad esempio, una banca dati di questo tipo in zone ad alto rischio sismico porta a velocizzare i tempi di controllo e ricostruzione oltre ad essere importante per la conservazione della memoria storica di porzioni di territorio che diversamente andrebbero perse. La medesima efficacia si ha in zone colpite dalla guerra o ad esempio in caso di incendio, come quello verificatosi a Notre-Dame.

Come precedentemente accennato, queste sono delle metodologie applicabili con diversi software.

Nel caso studio sono stati utilizzati:

- *Autodesk REVIT 2018, programma per sistemi operativi Windows CAD e BIM utile per la progettazione parametrica.*



FIGURA 19. LOGO REVIT2018

- *QGIS 2.18, programma open source GIS.*

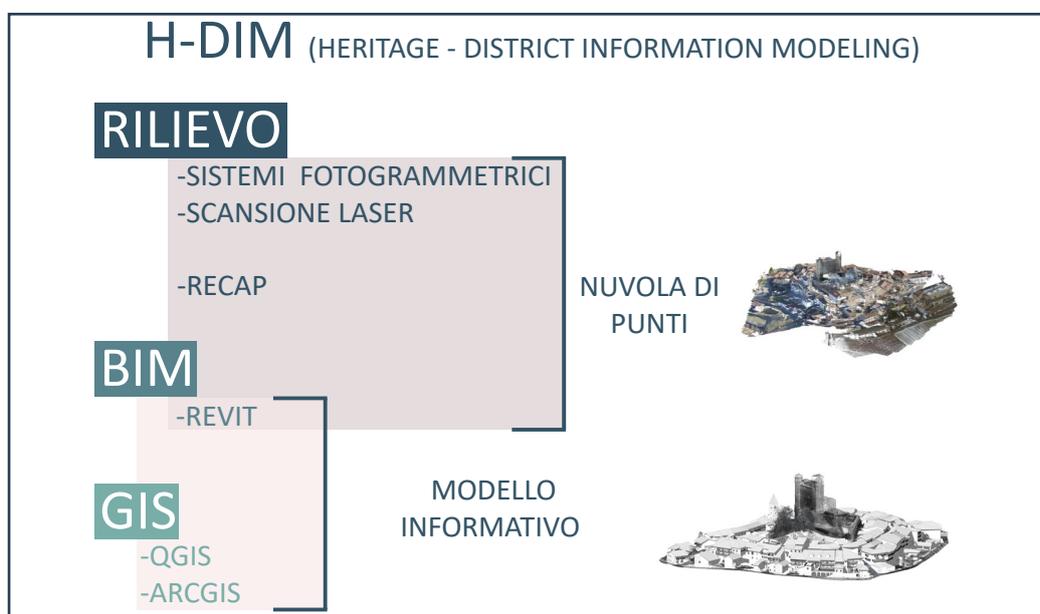


FIGURA 20. LOGO QGIS

- *ARCGIS Pro 2.3, programma GIS con applicativi interessanti in 3D.*



FIGURA 21. LOGO ARCGIS



**FIGURA 22.** SCHEMA DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE NELLA DEFINIZIONE: H-DIM.

### 3.2 PROGETTAZIONE DEL MODELLO BIM

Per rendere efficace l'utilizzo della metodologia dell'H-DIM (FIG.22) è necessario, prima di iniziare a modellare, avere un'idea dei risultati che ci si aspetta di ottenere. Durante le fasi iniziali il modello deve essere correttamente progettato, bisogna stabilire le informazioni che si vogliono ad esso attribuire e il modo in cui attribuirle. Com'è stato pensato il progetto di Serralunga d'Alba?

Osservando da quanto fornito dal piano del colore emergono informazioni su due scale di dettaglio:

- una più generale, rintracciabile dalle planimetrie tematiche del borgo, che definisce quattro aspetti legati alle U.M.I a livello complessivo;
- una di dettaglio, che caratterizza le U.M.I in base ai componenti costitutivi estrapolate dalle schede A3.

Ogni U.M.I. può dunque essere modellata sulla base della rispettiva nuvola di punti. Siccome fa parte di un unico piano devono poter essere confrontate tra loro. Per questo si è ritenuto opportuno costruire dei modelli singoli di ogni unità minima di intervento, detti modelli host e collegarli con dei link all'interno di un unico modello, detto federato sul quale elaborare delle considerazioni e delle interrogazioni utili alla gestione del piano del colore a scala distrettuale.

### 3.3 GENERAZIONE DEI MODELLI HOST

Come precedentemente accennato sono stati elaborati dei modelli informativi 3D di ogni unità. Al loro interno sono contenute tutte le informazioni significative estrapolate dal Piano del colore e dai rilievi effettuati.

Le informazioni possono essere espresse come componenti o come parametri dei componenti stessi. I componenti possono essere famiglie create separatamente e caricabili nel modello o elementi architettonici interni al modello stesso. Sono stati realizzati secondo il primo metodo gli infissi, mentre con il secondo muri, solai e tetti.

I vincoli definiti dal piano del colore riguardano soltanto l'esterno delle abitazioni, per tanto non sono stati modellati gli interni ma soltanto gli elementi che costituivano l'esterno degli edifici e oggetto di analisi da parte del piano del colore.

#### 3.3.1. Definizione LOD di progetto

La definizione dei **LOD (Level Of Development)** è fondamentale in un progetto BIM perché per essere funzionale il modello non deve contenere il maggior numero di informazioni possibili, ma solo quelle utili circa un determinato obiettivo.

L'obiettivo a cui mira la modellazione deve essere definito sin dai primi momenti della progettazione.

La definizione di LOD viene fornita dall'AIA, American Institute of Architects, con la **norma G202-2013, Project Building Information Modeling Protocol Form**, che prevede la suddivisione in livelli sulla base delle informazioni e della geometria attribuite al modello. Vengono fornite due differenti accezioni dell'acronimo LOD: sia Level of Details sia Level of Development, nel primo caso le informazioni sono legate al grado di dettaglio modellato, nel secondo allo sviluppo informativo più che alla mera forma. Nell'elaborazione dell'argomento di tesi si è scelto di utilizzare la seconda definizione di LOD secondo quanto stabilito dalla norma.

La normativa prevede la definizione di cinque livelli di sviluppo rispettivamente LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500 in ordine crescente di informazioni rintracciabili.

Seguendo le direttive fornite dall'AIA, la normativa italiana ha elaborato la **UNI 11337:2017-4 "Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti"**.

Questa prevede sette diversi *LOD* caratterizzati da lettere (da “A” a “G”) e non da numeri come avviene nella normativa statunitense.

FORTE 14. C.C. Rizzarda, G.Gallo, LA SFIDA DEL BIM un percorso di adozione per progettisti e imprese, pp.93, tecniche nuove, Milano, 2017.

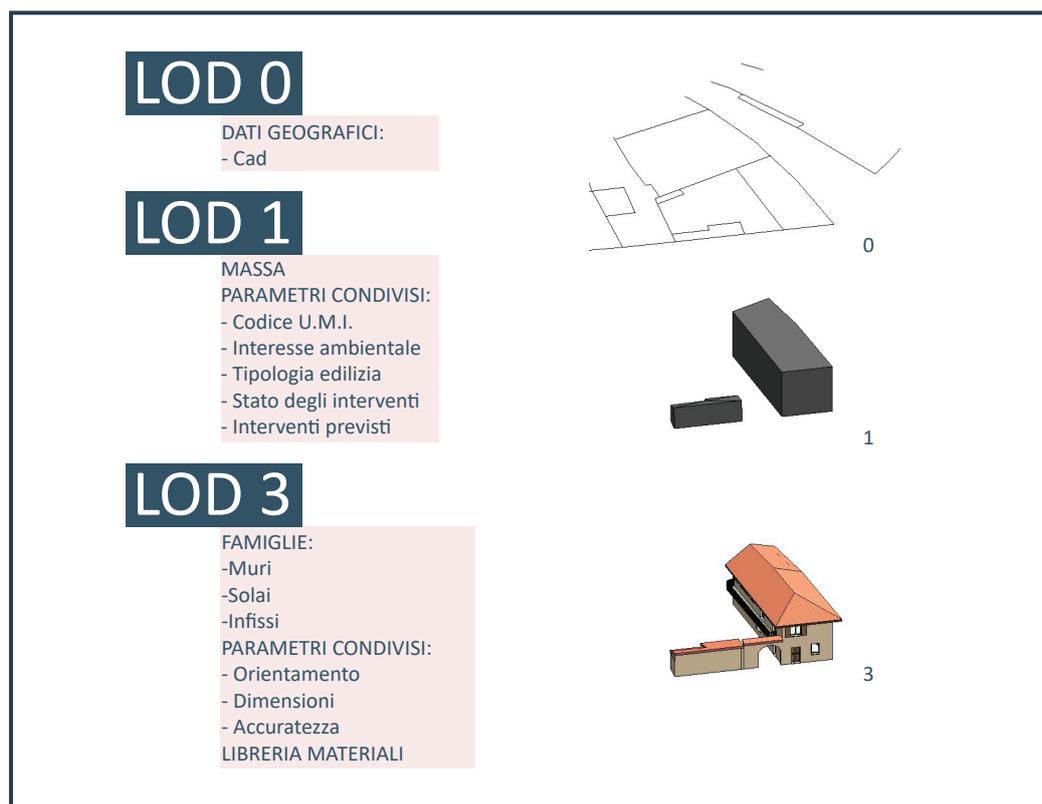


FIGURA 23. DEFINIZIONE LOD DI PROGETTO.

Tuttavia, siccome il caso studio considera la modellazione informativa a scala territoriale, si è fatto riferimento alla definizione di LOD data dallo standard CityGML. Entrando nel merito del caso studio i LOD (Level of Development) utilizzati per il borgo di Serralunga d’Alba sono i LOD 1 e 3 (FIG.23).

- LOD 0: può essere considerato il punto di partenza della modellazione oggetto di tesi, ossia la planimetria vettoriale del borgo.
- **LOD 1**, : *“elemento schematico, esclusivamente simbolico o la cui presenza è data per scontata come conseguenza della presenza di altri elementi.”*<sup>14</sup>
- **LOD 3**, : *“La quantità, forma, dimensione, posizionamento e orientamento dell’elemento è desumibile e misurabile direttamente interrogando il modello senza*

ricorrere alla consultazione del materiale documentale accessorio.”<sup>15</sup>

Si è deciso di non inserire il *LOD 2* perché non avrebbe aggiunto informazioni utili allo scopo del progetto ma avrebbe comportato un oneroso dispendio di tempo: le informazioni attribuite al *LOD 1* sono esaustive. La realizzazione di un *LOD 2* sarebbe stata una ripetizione, avrebbe fornito delucidazioni maggiori sulla geometria delle *U.M.I.* (le falde del tetto), informazione desumibile da quelle attribuite al *LOD 3*.

Fonte 15. C.C. Rizzarda, G.Gallo, LA SFIDA DEL BIM un percorso di adozione per progettisti e imprese, pp.95, tecniche nuove, Milano, 2017.

### 3.3.2. Definizione delle Masse

Nel progetto della rielaborazione del borgo di Serralunga D’Alba a partire dal piano del colore del comune si è fatto utilizzo di masse concettuali.

La massa concettuale è un volume che nel caso specifico fornisce le informazioni con *Level of Development 1*.

Le masse sono state determinate per definire a livello geometrico l’ingombro delle abitazioni. Sono state generate a partire dalla *Carta Tecnica Regionale (CTR)* per la loro definizione in planimetria del borgo e alla nuvola di punti delle unità minime di intervento. Inoltre, i modelli sono stati georeferenziati specificando sul progetto *BIM* le coordinate globali deducibili dalla nuvola di punti.

A queste sono stati associati dei parametri condivisi che verranno esplicitati meglio nei paragrafi successivi.

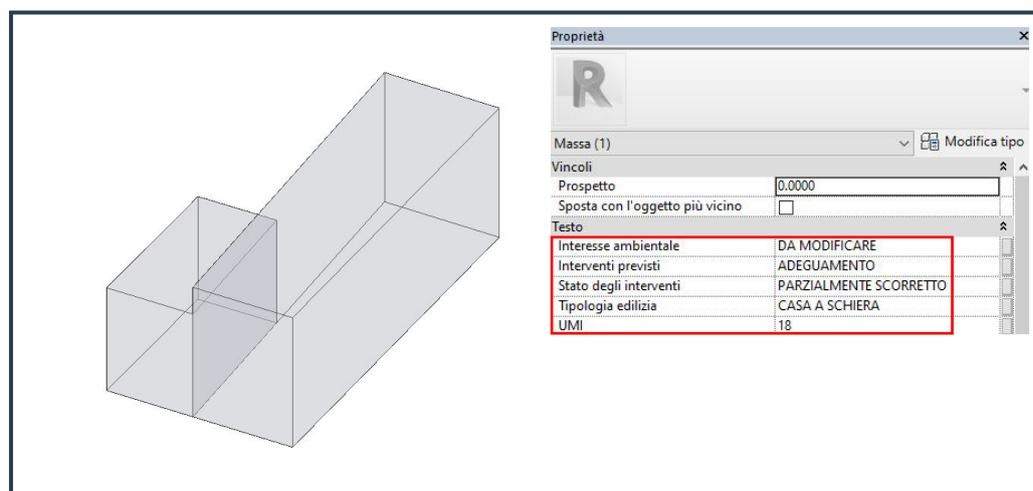


FIGURA 24. MASSA E PROPRIETÀ U.M.I. 18.

### 3.3.3. Parametri condivisi

Le informazioni all'interno del progetto vengono inserite tramite parametri che si dividono in parametri di progetto e parametri condivisi.

I primi sono propri del modello in cui vengono creati e non possono essere trasferiti in altri modelli. I secondi invece sono condivisibili in più file.

Vista la natura della struttura del progetto del caso studio, ossia la realizzazione di U.M.I. indipendenti ma con i medesimi parametri, si è scelto di realizzare dei parametri condivisi.

Il file creato viene salvato in formato ".txt" caricabile in ogni progetto. Il file è stato chiamato "**Serralunga\_Piano-del-Colore**"

Al suo interno sono inseriti i parametri condivisi attribuiti alle Masse (FIG.24) che riguardano le caratteristiche specifiche di ogni U.M.I.. Essi sono (FIG.24):

- Il codice identificativo delle **U.M.I.** È un codice alfanumerico ricavabile dalle schede del piano del colore.

- L'**interesse ambientale** del fabbricato: facciate di edifici architettonicamente e ambientalmente emergenti (edifici monumentali) valenza ambientale notevole, facciate di edifici architettonicamente caratterizzanti il tessuto storico valenza ambientale elevata, facciate di edifici volumetricamente e architettonicamente inseriti nel tessuto edilizio con possibili interventi modificativi solo a livello cromatico e/o materico valenza ambientale buona, facciate di edifici ambientalmente inseriti nel tessuto edilizio ma con elementi architettonici e/o decorativi non armonici derivati da interventi recenti, da modificare, facciate di edifici ambientalmente e architettonicamente disinseriti valenza ambientale nulla, facciate di edifici di tipo agricolo-rurale che conservano riconoscibili caratteristiche tipologico-architettoniche locali da salvaguardare, facciate di edifici di tipo agricolo-rurale, di magazzini, garage e porticati privi di caratteristiche tipologiche locali o di recente costruzione.

- La **tipologia edilizia**, che viene identificata in base alle antiche strutture abitative e i successivi interventi che ne hanno modificato la conformazione.

- **Stato degli interventi**, che definisce lo stato dei lavori e gli eventuali errori commessi in interventi precedenti al piano.
- **Interventi previsti**, tipo di intervento da eseguire in funzione dello stato di fatto, e della rilevanza dell'edificio.

I parametri sopra citati sono definiti secondo **Disciplina** e **Tipo di parametro**. Per il caso studio sono state scelte le categorie **Comune** per la disciplina e **Testo** per il tipo di parametro. Tale scelta è dettata dal tipo di informazioni a disposizione che risulta di carattere generale ed esplicativa (FIG.25).

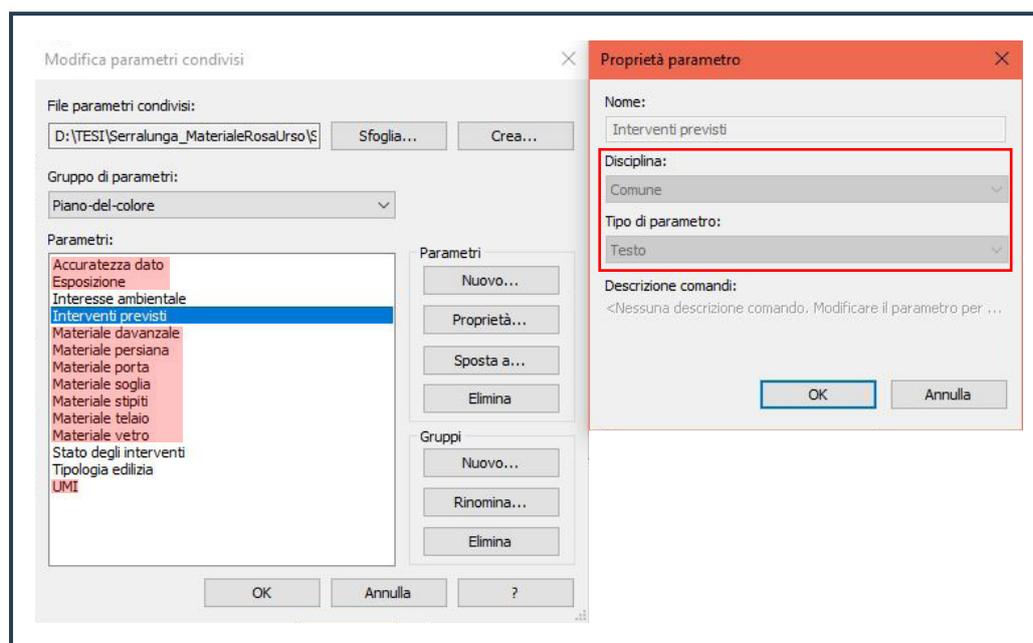


FIGURA 25. CREAZIONE DEI PARAMETRI CONDIVISI E PROPRIETÀ DI PARAMETRO.

I parametri condivisi così costruiti vengono inseriti all'interno del progetto con la costruzione di **parametri di progetto** sulla base dei primi.

Viene creato un parametro di progetto ponendo la spunta all'interno delle **Proprietà parametro**, su Parametro condiviso.

Una volta selezionato il parametro si inseriscono i dati di parametro mancanti. Viene scelto un parametro di **Istanza**: fornisce la possibilità di modificare le informazione sull'oggetto di volta in volta a differenza di quello di tipo, proprio della tipologia dell'oggetto e per tanto non modificabile.

Nel caso studio i parametri relativi alle masse sono stati raggruppati in **“Testo”**. La voce **“Raggruppa parametri in:”**, che nelle prime fasi risulta essere un semplice raggruppamento in ambiente *BIM*, risulterà significativa nelle fasi successive dello sviluppo del progetto, quando si eseguirà l’interoperabilità *BIM - GIS* <sup>16</sup>. L’ultima spunta per la definizione dei parametri risulta essere la scelta della **categoria** a cui attribuirlo che in questo caso è la categoria **Massa**. (FIG.26)

16. Vedi pagina 74 Capitolo V. Importazione del progetto di Revit in ArcGIS Pro.

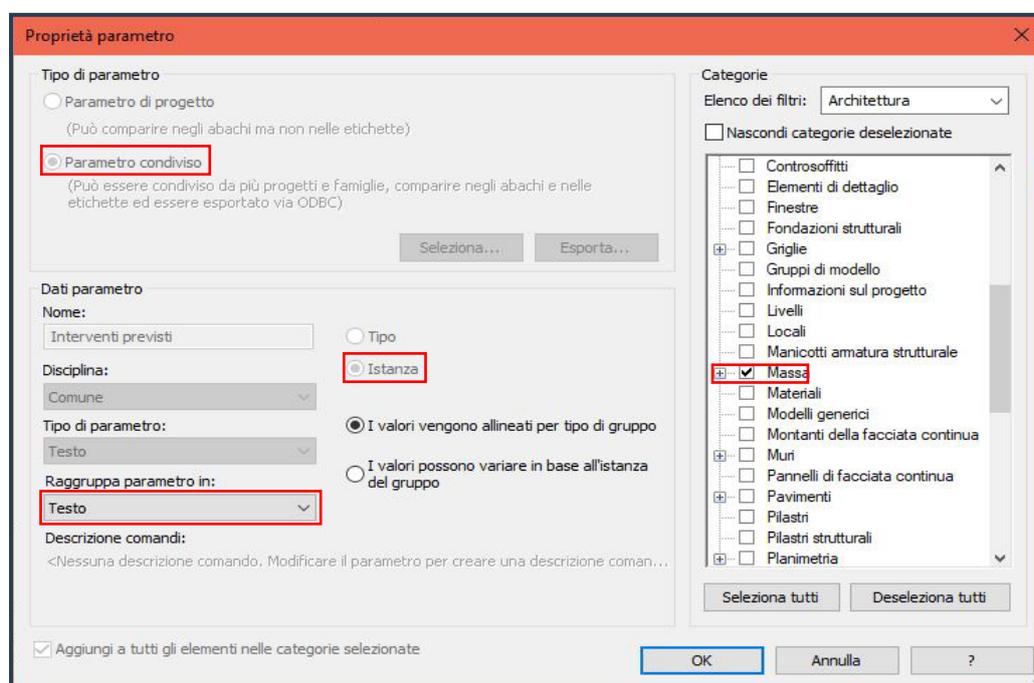


FIGURA 26. INSERIMENTO DEI PARAMETRI CONDIVISI ALL'INTERNO DEL PROGETTO.

Lo stesso procedimento è stato eseguito per l’attribuzione dei parametri agli elementi architettonici.

I parametri in questione sono evidenziati con un retino rosso in figura 25 e sono:

- **U.M.I.**, parametro in comune con le masse, raggruppatto in “testo” viene attribuito a ogni elemento presente nel modello delle singole U.M.I..
- **Esposizione**, attribuita alle categorie infissi e muri raggruppati in un primo momento in “altro” e poi modificato in “testo” <sup>16</sup>. L’esposizione è indicata con l’iniziale dei punti cardinali in maiuscolo: N, S, E, O, N-E, N-O, S-E, S-O. È importante che vengano usate le stesse sigle per ogni U.M.I. in modo da poterle

interrogare univocamente una volta inserite nel file comune.

- **Inferriata**, si è optato per inserire l'informazione in merito alla presenza o meno dell'inferriata come parametro anziché modellarla. Il parametro è di tipo "SI/NO" e attribuito alla categoria finestre.

- **Accuratezza dato**, con valori numerici da 1 a 3 in base al grado di affidabilità delle informazioni sulla base delle quali è stato eseguito il modello. Sono identificate con grado di affidabilità 3 le informazioni più certe ricavate dal rilievo mediante scansione laser, hanno grado di affidabilità 2 quelle ottenute mediante fotogrammetria e grado 1 le meno certe, ricavate da foto, google maps o per le porzioni non visibili di cui non si hanno notizie.

- **Materiali**, aggiunti in un secondo momento sono associati ai materiali degli infissi.<sup>17</sup>

I parametri sono il fulcro della modellazione in ambiente BIM in quanto è il carattere distintivo che la rende diversa dalla modellazione fine a se stessa, ossia la possibilità di fornire informazioni utili in merito agli elementi costruttivi.

### 3.3.4. Libreria dei materiali

Fondamentale per lo sviluppo del progetto incentrato sul piano del colore del borgo di Serralunga D'Alba è la gestione dei materiali e dei colori delle facciate e degli infissi delle abitazioni.

A tal fine è stata realizzata una libreria di materiali personalizzata per il caso specifico che prende il nome di "**Piano-del-colore\_Serralunga.adsklib**".

Sono stati realizzati oltre ottanta materiali seguendo i campioni estrapolati dal piano del colore sviluppato dal comune.

Il nome attribuito al materiale è formato da:

- "**Piano del colore -**" anteposto al codice identificativo a definizione

17. Vedi pagina 74 Capitolo V. Importazione del progetto di Revit in ArcGis Pro.

FONTE 18. S. Pozzoli, M. Bonazza, S. W. Villa, Autodesk Revit Architecture 2018. Guida alla progettazione BIM. Milano, 2016.

dell'origine della libreria.

- **Codice colore**, individuato dalle schede esplicative del P.C. Ci si riferisce al colore dell'intonaco con un **numero**; agli infissi con un codice alfanumerico: **“RAL” + numero quattro cifre**; a materiali come pietre e mattoni con un abbreviazione (ad esempio MT per mattoni o PV per pietra).

Il colore viene individuato inoltre nell'aspetto da un RGB e da una texture in formato .jpg (FIG.27).

Per la restituzione grafica si è scelto l'impostazione “colori omogenei”.

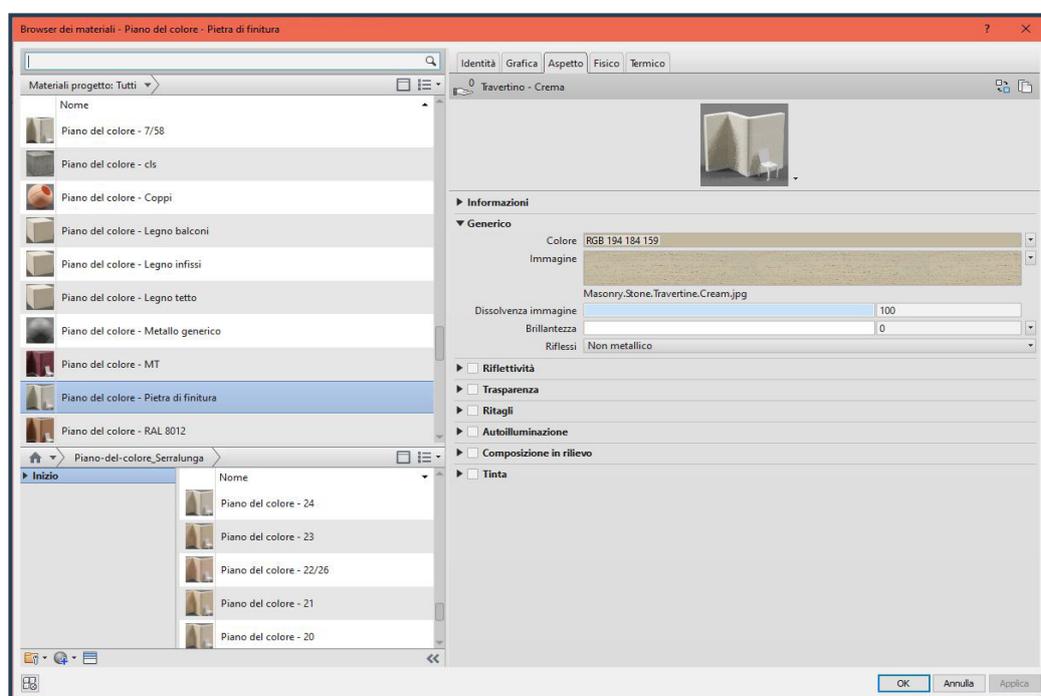


FIGURA 27. LIBRERIA DEI MATERIALI - PIANO DEL COLORE.

La libreria viene caricata in tutti i modelli host in modo da poter essere utilizzata per ogni U.M.I. in base alle esigenze.

### 3.3.5. Famiglie di sistema: tamponamenti verticali e orizzontali opachi

Fonte: IG. S. Pozzoli, M. Bonazza, S.W. Villa, Autodesk Revit Architecture 2018. Guida alla progettazione BIM. Milano, 2016.

Fanno parte delle **famiglie di sistema**<sup>19</sup> gli elementi architettonici di base degli edifici come **muri pavimenti e tetti**, utilizzati nel caso studio.

Queste sono famiglie predefinite proprie di ogni progetto Revit e non possono essere caricate all'interno di altri progetti. Queste famiglie fungono da host per altre famiglie, come finestre e porte che sono famiglie caricabili.

Nonostante questa tipologia di famiglia non possa essere caricata all'interno di un progetto da file esterno, vi è la possibilità di copiarla e incollarla da un file ad un altro.

Siccome questa tipologia di famiglia non può essere caricata all'interno di un progetto da file esterno, è stato predisposto un file di template già contenente i le famiglie previste.

La maggior parte delle famiglie di sistema utilizzate nel caso studio sono muri. Questo perché sono i principali interessati del piano del colore. Vi sono varie tipologie di muro che differiscono tra loro dal materiale di rivestimento esterno. In questo progetto non ci si è interessati alla struttura muraria ma solo alla sua pelle. Sulla base di queste considerazioni lo spessore murario è stato definito indicativamente di 30 cm per tutti i muri e sono state definite otto tipologie sulla base del rivestimento che sono:

- **Muro\_confine/contro terra**, con il quale sono stati realizzati i muri in comune tra due U.M.I. o per compensare i dislivelli del terreno trovandosi in una zona collinare.
- **Muro\_Fondo facciata semplice**, con cui vengono identificati i muri semplicemente intonacati rintracciabili nel piano del colore. Una volta che questo tipo di muro viene utilizzato in un modello delle U.M.I. il nome viene fatto seguire da un underscore e il numero del colore identificato (es. Muro\_Fondo facciata semplice\_7) a questo viene poi associato il colore dalla libreria dei materiali sopra descritta.

- **Muro\_Fondo facciata con lesene,**
  - **Muro\_con decori complessi,** per facciate contenenti decorazioni di pregio.
  - **Muro\_Da verificare,** per le porzioni di muro non visibili dal rilievo effettuato o dagli altri supporti utilizzati per la modellazione.
  - **Zoccolo\_dipinto,** porzione inferiore del muro semplicemente intonacata di un colore diverso dalla porzione superiore di muro, anche in questo caso una volta all'interno del modello U.M.I. viene seguito da \_n° colore.
  - **Zoccolo\_a spessore intonaco,** analogo e a quello sopra descritto con unica eccezione il metodo di realizzazione.
  - **Zoccolo\_in pietra,** quando questo presenta un rivestimento lapideo.  
Lo stesso metodo di gestione viene utilizzato per le altre famiglie di sistema presenti nel progetto:  
I tetti si distinguono in tre categorie in base al materiale con il quale sono stati realizzati:
  - **Tetto\_struttura in C.A.**
  - **Tetto\_Stuttura in legno**
  - **Tetto\_Struttura in lamiera**
- I pavimenti sono utilizzati per la modellazione dei balconi, aggettanti e non, e al pari dei tetti si differenziano in funzione dei materiali:
- **Balcone\_Legno**
  - **Balcone\_C.A.**

- **Balcone \_C.A. e rivestimento.**

Le famiglie di sistema sopracitate sono famiglie *host*.

Si definiscono *host* le famiglie in grado di ospitare altre famiglie, di fare da base per il loro inserimento, come ad esempio un muro per una finestra (FIG.28).

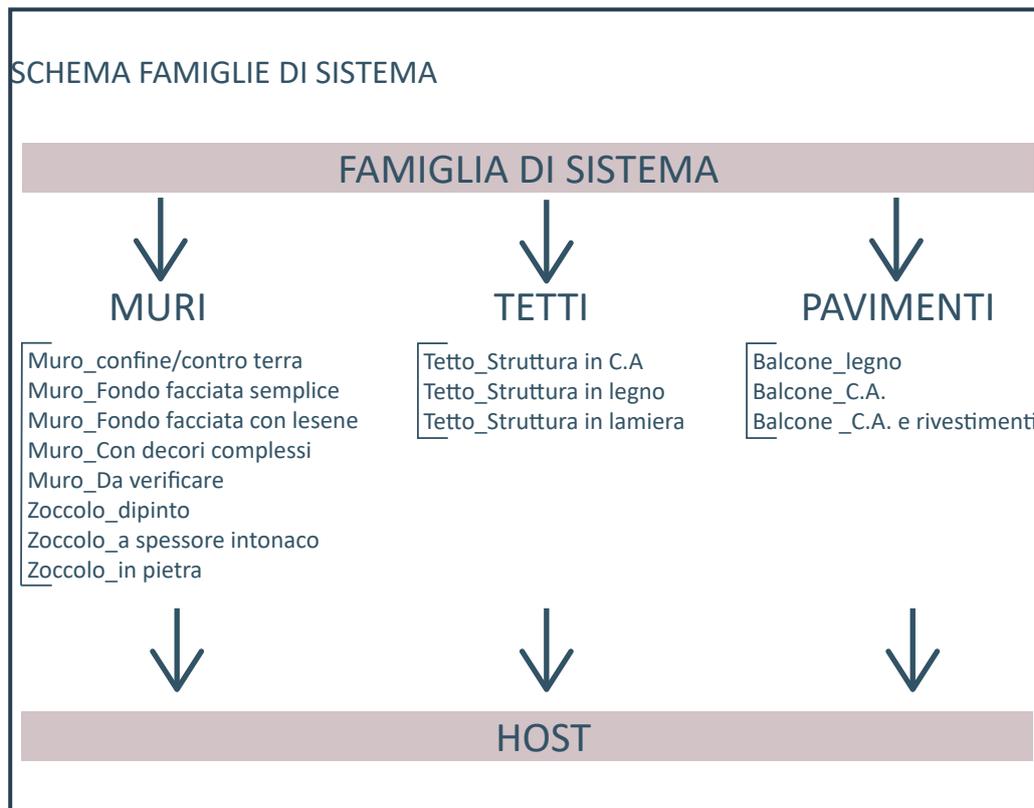


FIGURA 28. SCHEMA FAMIGLIE DI SISTEMA.

### 3.3.6. Famiglie parametriche: infissi

Nel paragrafo precedente si è fatto riferimento a famiglie caricabili di *Revit*. Tali famiglie parametriche, realizzate in file esterni con il medesimo *software*, vengono poi importate in un secondo momento all'interno del progetto. Queste sono informate *.RFA*.

Appartengono a questa tipologia di famiglia infissi, impianti, arredi, e tutto ciò che può essere realizzato su misura per l'abitazione.

Caratteristica fondamentale è la possibilità di personalizzarle e adattare a qualsiasi

tipo di progetto.

Nel caso specifico del borgo di Serralunga d’Alba, si è fatto uso di queste famiglie per la realizzazione degli infissi.

Sono state realizzate porte e finestre raggruppandole in macro categorie in funzione della forma (rettangolare o ad arco) e al numero di ante.

Queste sono famiglie metriche con parametri dimensionali modificabili direttamente nel modello *host*.

Per la realizzazione è stato aperto un nuovo template nella sezione famiglie di Revit ed è stato scelto un “File di modello di famiglia (\*.rft)”, rispettivamente “Porta metrica” e “Finestra metrica” (FIG.29).

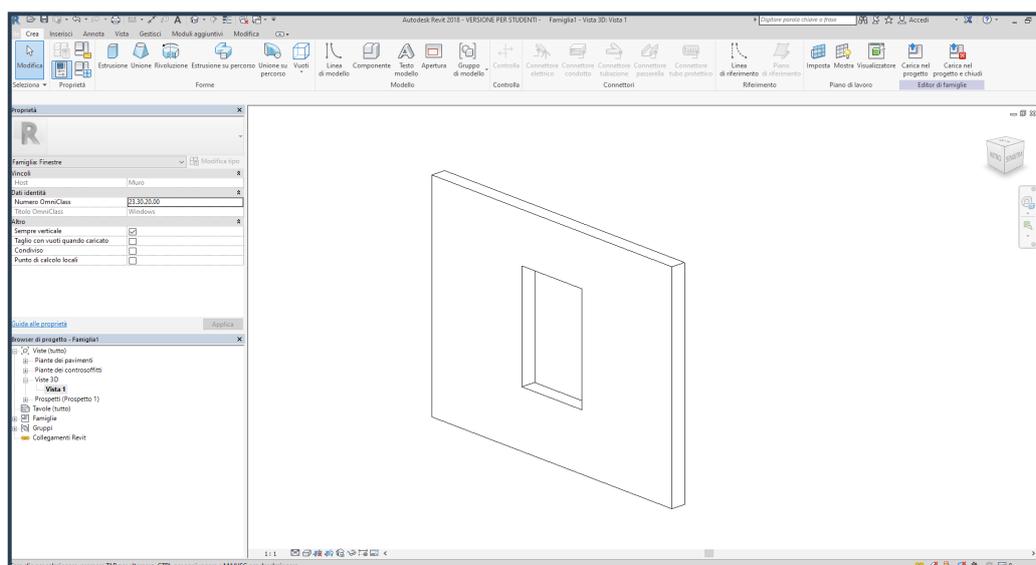


FIGURA 29. TEMPLATE “FINESTRA METRICA”.

Di seguito si descrive la progettazione di una finestra a due ante come esempio. Lo stesso procedimento è stato utilizzato per tutti gli infissi realizzati.

Una volta aperto il file della famiglia finestra si nota che è presente un muro che funge da host e una bucatura, la finestra. Il muro non viene caricato all’interno del modello, ma è necessario per la modellazione in quanto non è possibile creare una finestra senza host.

Come precedentemente accennato è necessario eseguire una **modellazione parametrica**, ossia creare delle **relazioni dimensionali e informative** che permettano di modificare le informazioni in fase di **gestione e coordinamento** del progetto in modo efficiente e immediato.

La prima operazione da eseguire è la definizione dei piani di riferimento che fungono da base per il modello (FIG.30-31).

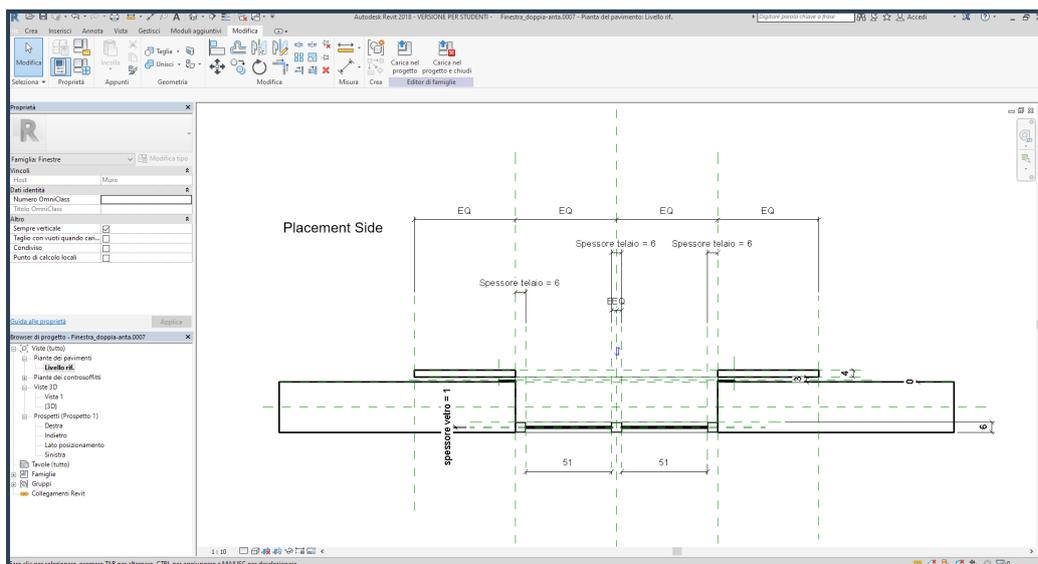


FIGURA 30. PIANTA  
FINESTRA\_DOPPIA-ANTA.

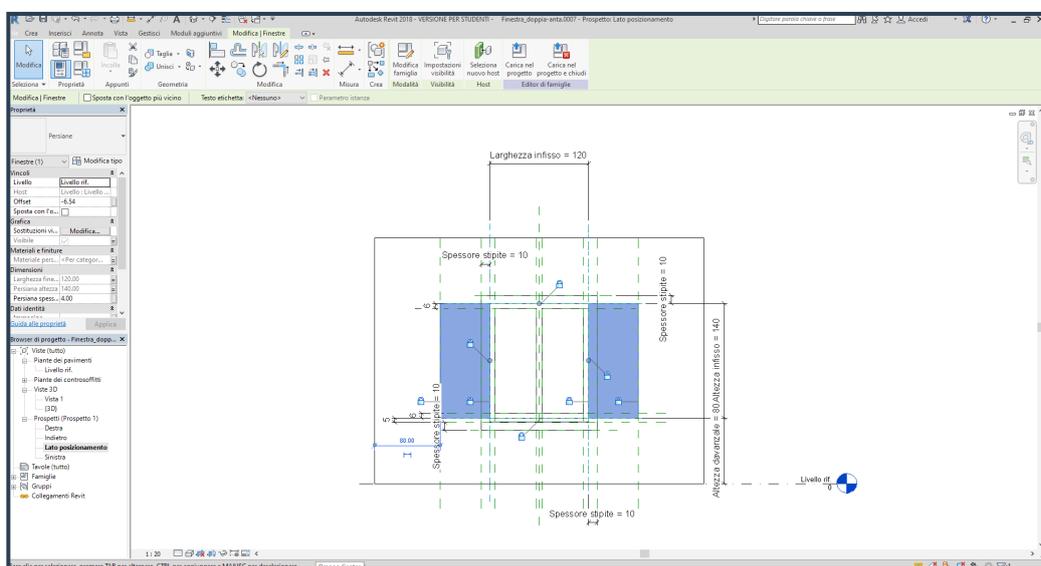


FIGURA 31. PROSPETTO  
FINESTRA\_DOPPIA-ANTA.

I piani vengono realizzati sia in pianta che in prospetto.

Sulla base dei piani si realizzano elementi parametrici modificabili direttamente dalle loro proprietà (FIG.32).

Per fare ciò vengono utilizzati i parametri famiglia, di istanza, i quali definiscono la famiglia a livello dimensionale e dei materiali.

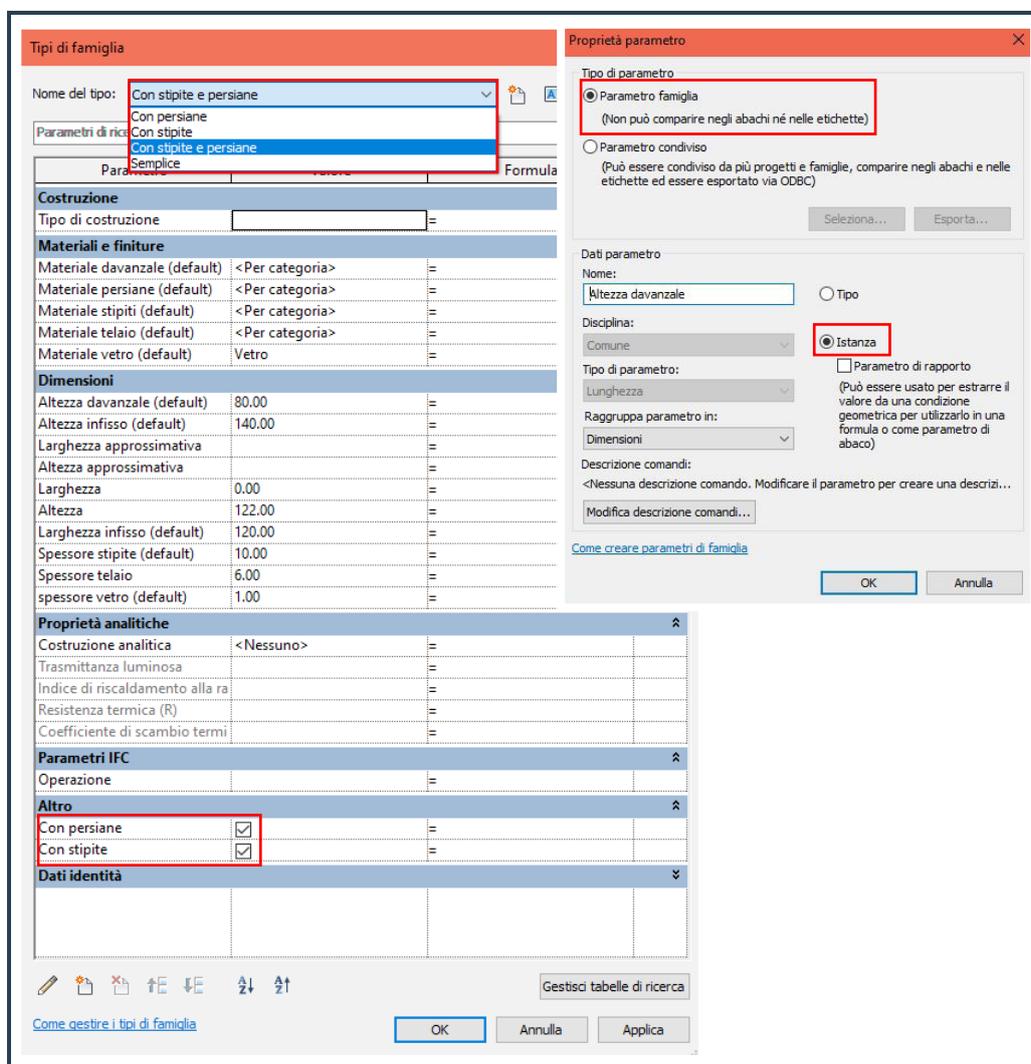


FIGURA 32. TIPOLOGIE DELLA FINESTRA E PARAMETRI REALIZZATI.

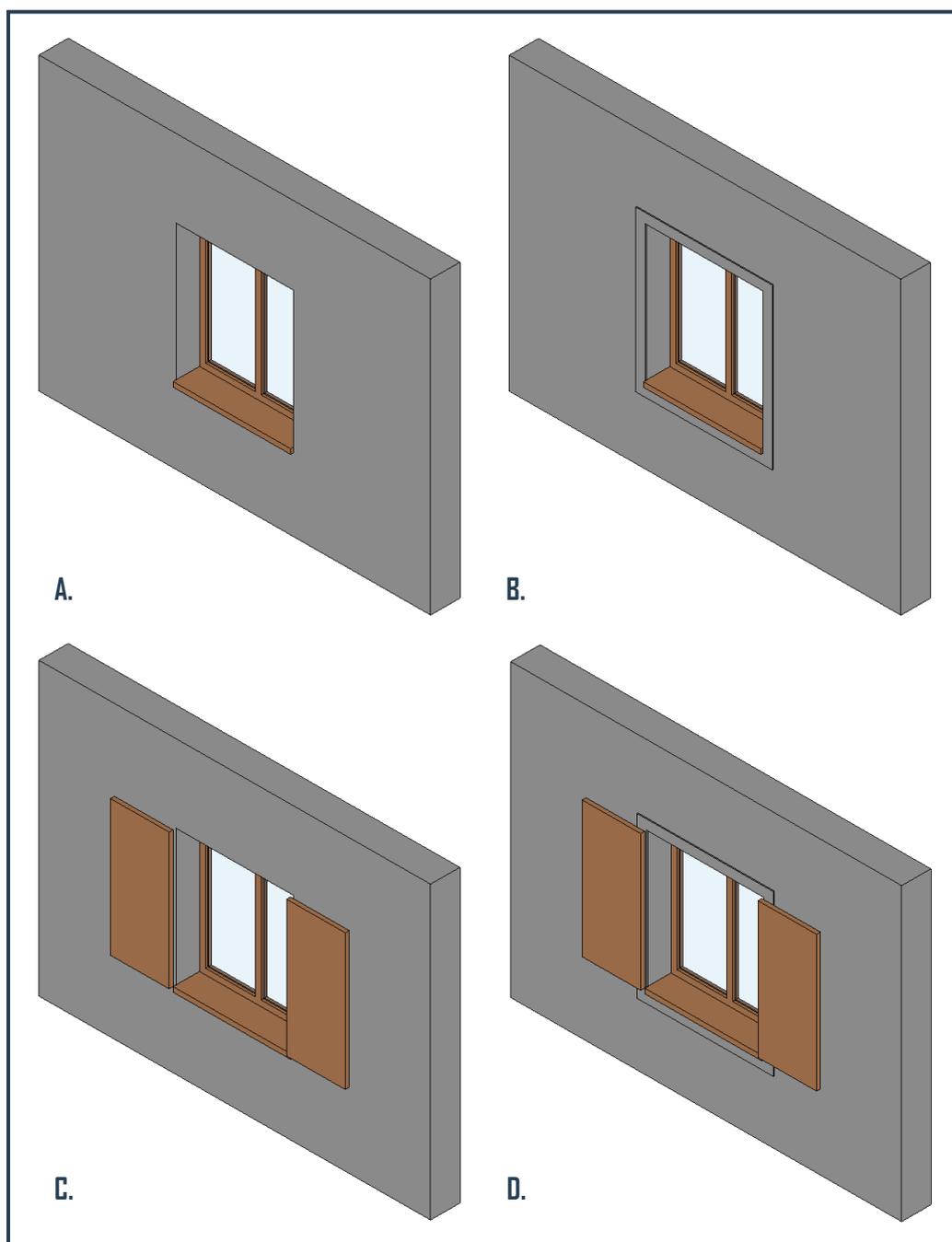
Le famiglie caricabili sono state progettate come **famiglie nidificate**; sono stati creati degli elementi 3D parametrici al di fuori della famiglia finestra per poi inserirli all'interno e sono: davanzale, stipite e persiane.

Questo permette di avere pieno controllo sul modello e di velocizzare i tempi di modellazione. Questi elementi sono presenti in tutte le finestre e pertanto lo stesso elemento può essere caricato in tutte le famiglie modificando semplicemente le dimensioni che, in quanto parametrizzate risultano facilmente modificabili.

Un ulteriore arricchimento della famiglia risulta essere la definizione dei tipi di famiglia (FIG.34). Per fare questa operazione è sufficiente nella finestra tipi di famiglia

selezionare un nuovo tipo, nominarlo e scegliere i valori dei parametri che si intende modificare.

Nel caso specifico sono stati spuntati o meno nella sezione altro le voci “con persiane” e “con stipite” (FIG.33).



**FIGURA 33.** TIPOLOGIE DELLA FINESTRA:  
A. SEMPLICE,  
B. CON STIPITE  
C. CON PERSIANA  
D. CON STIPITE E PERSIANA.

## SCHEMA TIPI DI FAMIGLIE

### FAMIGLIE PARAMETRICHE

#### ↓ PORTE

- Porta\_vuoto
- Porta\_anta\_singola Rettangolare
- Porta\_anta\_doppia Rettangolare
- Porta\_murata Rettangolare
- Portone\_doppia-anta Rettangolare
  - con stipite
  - senza stipite
- Porta\_singola-anta\_arco
- Porta\_doppia-anta\_arco
- Porta\_doppia-anta\_arco-pieno
- Porta\_murata\_arco

#### ↓ FINESTRE

- Finestra\_vuoto
- Finestra\_singola-anta
  - semplice
  - con persiana
  - con stipite
  - con stipite e persiana
- Finestra\_singola-anta\_arco
- Finestra\_doppia-anta
  - semplice
  - con persiana
  - con stipite
  - con stipite e persiana
- Finestra\_murata
- Finestra\_3 ante
  - semplice
  - con persiana
  - con stipite
  - con stipite e persiana
- Porta\_finestra
  - semplice
  - con persiana
  - con stipite
  - con stipite e persiana
- Porta\_finestra\_3 ante
  - semplice
  - con persiana
  - con stipite
  - con stipite e persiana
- Porta\_finestra\_4 ante
  - semplice
  - con persiana

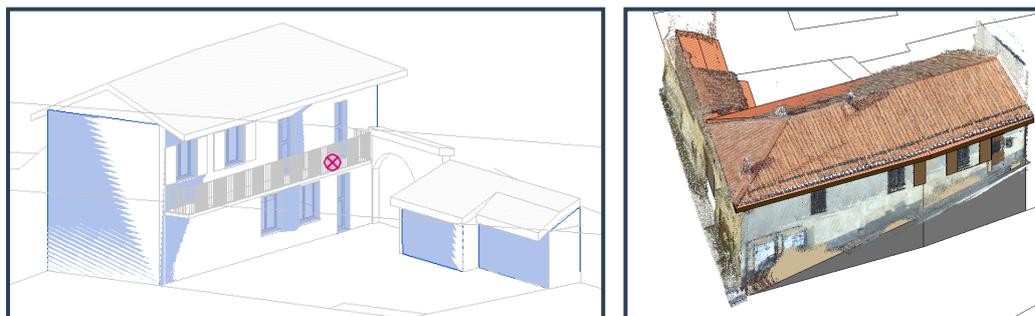
**FIGURA 34.** SCHEMA TIPOLOGIE DI FAMIGLIE CARICABILI.

### 3.4 U.M.I.

Quanto descritto nei paragrafi precedenti è funzionale alla realizzazione del modello delle Unità minime di intervento in ambiente BIM.

Di seguito è riportato il modello 3D delle U.M.I. 36 A-B.

Nella prima immagine sono visibili le masse che per una scelta grafica si è scelto di nascondere alla vista (FIG.32). Nella seconda è visibile la nuvola di punti, base della modellazione non presente nelle fasi successive della stessa in quanto rallenta il programma (FIG.33). Nella terza è presente una vista prospettica dell'edificio in cui sono visibili molti degli elementi descritti precedentemente: muri di diverse cromie, più tipi di tetto, e varie famiglie parametriche (FIG.34).



**FIGURA 35.** VISTA ASSONOMETRICA U.M.I. 36 A-B, NASCOSTA ALLA VISTA (sinistra).

**FIGURA 36.** VISTA ASSONOMETRICA U.M.I. 36 A-B, CON NUVOLE DI PUNTI (destra).



**FIGURA 37.** VISTA PROSPETTICA U.M.I. 36 A-B.

### 3.5 MODELLO FEDERATO

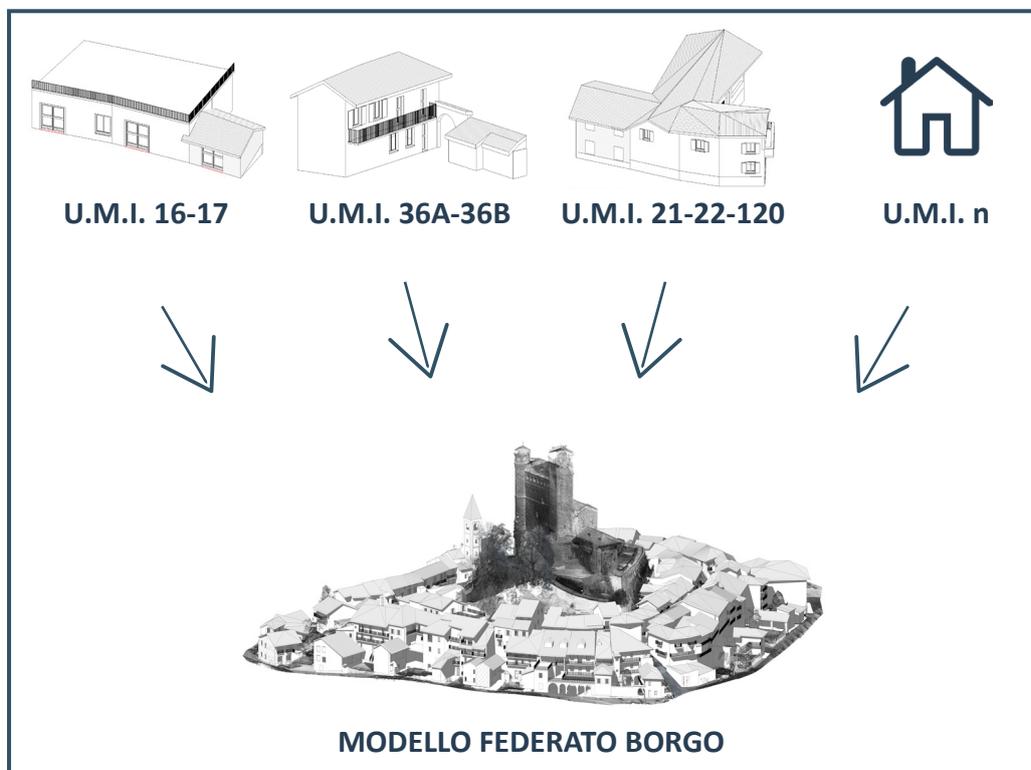


FIGURA 38. SCHEMA FEDERAZIONE DATI.

Revit fornisce la possibilità di costruire dei modelli singoli come quelli mediante i quali sono stati creati i modelli delle U.M.I., e dei modelli federati, i quali contengono al loro interno il link di singoli modelli (FIG.35).

Il modello federato è un collegamento tra più file. I file non sono importati, ma è possibile visualizzare il modello 3D, leggere i dati inseriti nei singoli modelli, e interrogarli simultaneamente.

Questa possibilità per il caso studio preso in esame è fondamentale: fornisce la possibilità di gestire le informazioni sull'attuazione del piano del colore del borgo di Serralunga d'Alba e controllare lo svolgimento dei lavori.

Un aspetto molto importante è anche la facile gestione del file: non contenendo modelli importati, ma solo visibili, il file risulta meno pesante e non provoca il blocco improvviso del programma.

Di contro, nel modello federato, non vi è la possibilità di modificare le informazioni ma solo di visualizzarle; per far ciò è quindi necessario chiudere il modello federato

e modificare il file del singolo modello.

Una volta salvato il modello federato si aggiorna in automatico.

Nell'organizzazione del modello federato sono state inoltre inserite le coordinate spaziali fornite dalla nuvola di punti per ogni U.M.I..

Questa informazione viene in automatico attribuita dal modello federato ai singoli modelli.

## CAPITOLO IV. GESTIONE ED ESPORTAZIONE DATI

### 4.1 REALIZZAZIONE ABACHI SU REVIT

Il modello informativo descritto nel capitolo precedente è corredato da una serie di dati e informazioni che, dopo la conclusione della fase di modellazione, possono essere estratti e utilizzati in fase di gestione.

Questo processo prevede la realizzazione di **abachi**.

Gli abachi sono delle tabelle all'interno delle quali sono contenute le informazioni estrapolate dalle proprietà degli elementi del progetto. Questi possono essere generati per ogni tipo di categoria presente nel progetto Revit.

Nel caso studio si è scelto di creare degli abachi riferiti alle varie famiglie presenti nel progetto in modo da ottenere le informazioni utili alla gestione del piano del colore sul modello federato.

I dati estrapolati mediante gli abachi in merito alle famiglie di:

- Masse
- Muri
- Finestre

Gli abachi possono essere di diversi tipi in base alle informazioni contenute.

Per il progetto di tesi vengono generati due tipi di abaco (FIG.36):

- Abaco/quantità** per le masse
- Computo dei materiali** per finestre e muri

Il primo è quello più utilizzato ma non permette la visualizzazione dei materiali, dato fondamentale per le altre categoria di elementi presenti nella seconda tipologia.

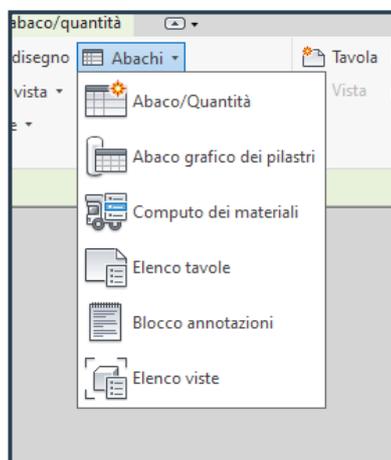


FIGURA 39. TIPOLOGIE DI ABACO DISPONIBILI.

Le tabelle possono essere strutturate e raggruppati in modo diverso per rendere più immediata alla vista una informazione piuttosto che un'altra.

È possibile scegliere la **Categoria** dell'abaco (finestre, muri, masse) e i **campi disponibili**, ovvero i parametri inseriti all'interno del modello informativo (FIG.37).

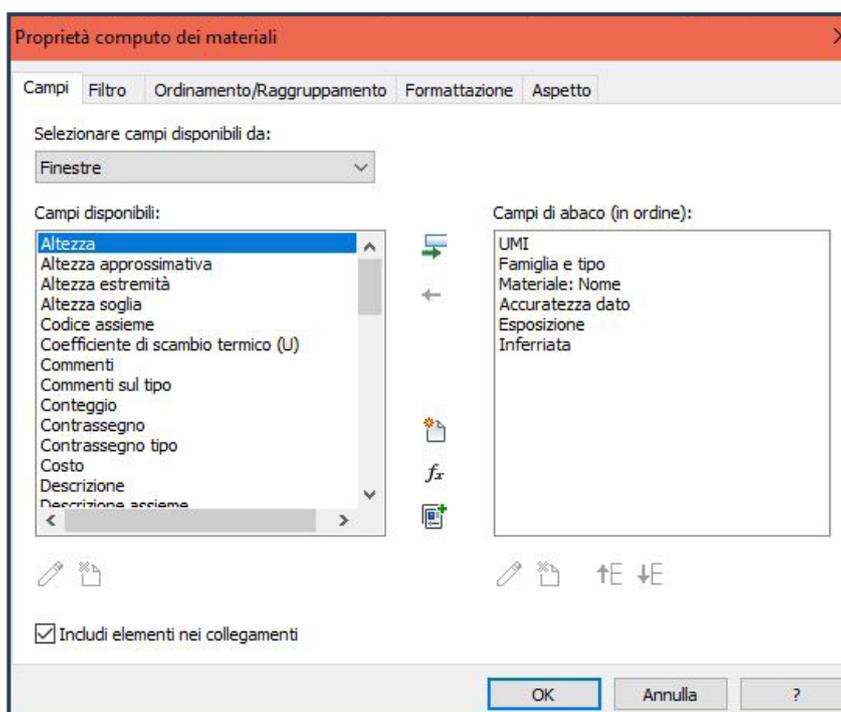


FIGURA 40. CAMPI.

Per quanto riguarda l'abaco delle finestre è poi stato necessario inserire un **filtro** (FIG.38) in quanto le famiglie sono state create con parametri di famiglia che non sono visibili negli abachi; si è scelto di filtrare tutte le voci che contengono RAL ossia il codice identificativo del colore della finestra.

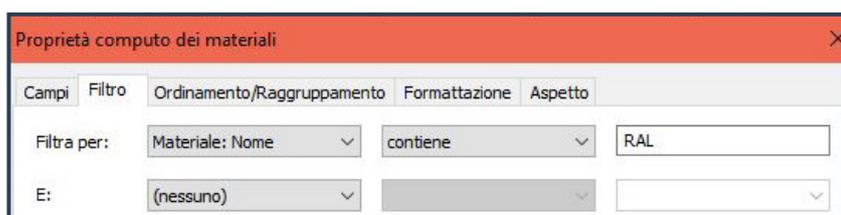


FIGURA 41. FILTRO.

Gli abachi sono stati inoltre ordinati secondo determinati parametri per far emergere il dato necessario in base alle esigenze di gestione. Ad esempio per

quanto concerne il raggruppamento dei vari tipi di finestre si è scelto di ordinarli per **“Materiale: Nome”** e per **“Famiglia e tipo”**.

Vi è inoltre la possibilità di scegliere se rendere intestazione il parametro secondo cui viene raggruppato, come nel caso del nome materiale per quanto riguarda le finestre (FIG.39).

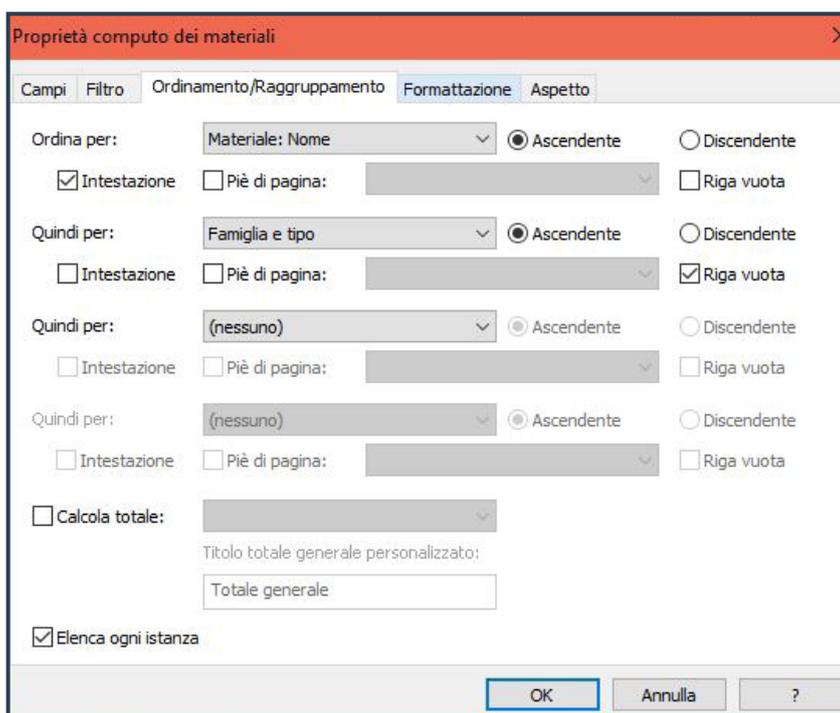


FIGURA 42. ORIENTAMENTO/  
RAGGRUPPAMENTO.

Nelle pagine seguenti vengono riportati stralci degli abachi realizzati.

**STRALCI ABACHI ELABORATI SU REVIT**

---

## A. ABACO MASSE\_UMI

UMI	Interesse ambientale	Tipologia edilizia	Stato degli interventi	Interventi previsti
UMI	Interesse ambientale	Tipologia edilizia	Stato degli interventi	Interventi previsti
16	RECENTE COSTRUZIONE	COSTRUZIONE ACCESSORIA RECENTE	RECENTE COSTRUZIONE	MANTENIMENTO
17	DA SALVAGUARDARE	COSTRUZIONE ACCESSORIA RECENTE	RECENTE COSTRUZIONE	MANTENIMENTO
18	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
19	RECENTE COSTRUZIONE	COSTRUZIONE ACCESSORIA RECENTE	RECENTE COSTRUZIONE	ADEGUAMENTO
20	BUONA	EDIFICIO AGRICOLO	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
21	BUONA	EDIFICIO AGRICOLO	FACCIATE INTATTE	MANTENIMENTO
22	DA MODIFICARE	CASE A CORTE	TOTALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
24	BUONA	EDIFICIO AGRICOLO	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
25	BUONA	EDIFICIO AGRICOLO	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
36 A	BUONA	CASE A CORTE	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
36 B	BUONA	CASE A CORTE	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
37		CASA DI RECENTE COSTRUZIONE	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
38	BUONA	CASE A CORTE	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
40	DA SALVAGUARDARE	COSTRUZIONE ACCESSORIA	FACCIATE INTATTE	ADEGUAMENTO
41	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
42	BUONA	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
43	BUONA	COSTRUZIONE ACCESSORIA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
44	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
45	DA SALVAGUARDARE	COSTRUZIONE ACCESSORIA	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
46	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
47	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
48	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA MEDIEVALE	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
49	BUONA	CASA A SCHIERA MEDIEVALE	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
50	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
51A	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
51B	DA MODIFICARE	CASA DI RECENTE COSTRUZIONE	RECENTE COSTRUZIONE	ADEGUAMENTO
52	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA MEDIEVALE	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
53A	NOTEVOLE	EDIFICIO RELIGIOSO	RECUPERO CORRETTO	RESTAURO
53B	NOTEVOLE	EDIFICIO RELIGIOSO	RECUPERO CORRETTO	RESTAURO
55	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	TOTALMENTE SCORRETTO	RIFACIMENTO
56 A	ELEVATA	EDIFICI PRODUTTIVI	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
56 B	ELEVATA	EDIFICI PRODUTTIVI	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
57	BUONA	EDIFICI PRODUTTIVI	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
59	BUONA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
60	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
61A	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	TOTALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
61B	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	TOTALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
62	BUONA	PALAZZETTO	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
63	BUONA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
64	BUONA	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
65	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA MEDIEVALE	TOTALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
66	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
67	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA MEDIEVALE	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
68	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
69	ELEVATA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
70	ELEVATA	CASA A SCHIERA	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO CONSERVATIVO
71	NULLA	CASA DI RECENTE COSTRUZIONE	RECENTE COSTRUZIONE	RIFACIMENTO
72	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
73	ELEVATA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
74	NULLA	EDIFICIO AGRICOLO	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
75A	ELEVATA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
75B	ELEVATA	COSTRUZIONE ACCESSORIA RECENTE	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
76A	BUONA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
76B	BUONA	COSTRUZIONE ACCESSORIA RECENTE	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
77	BUONA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
78	BUONA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
79	BUONA	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
80	BUONA	CASE A CORTE	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
81	BUONA	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
82	BUONA	CASA A SCHIERA	RECUPERO CORRETTO	MANTENIMENTO
83	DA MODIFICARE	CASA DI RECENTE COSTRUZIONE	RECENTE COSTRUZIONE	ADEGUAMENTO
84A	BUONA	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
84B	BUONA	EDIFICIO AGRICOLO	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
85	ELEVATA	CASA A SCHIERA MEDIEVALE	FACCIATE INTATTE	RISANAMENTO
86	NULLA	CASA DI RECENTE COSTRUZIONE	RECENTE COSTRUZIONE	RIFACIMENTO
87	DA MODIFICARE	RIFUSIONE DI CASE A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
89	DA MODIFICARE	COSTRUZIONE ACCESSORIA RECENTE	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
90	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO
91	DA MODIFICARE	CASA A SCHIERA	PARZIALMENTE SCORRETTO	ADEGUAMENTO

FIGURA 43.

## B. ABACO MASSE\_INTERVENTI PREVISTI

UMI	Interventi previsti	UMI	Interventi previsti
<b>ADEGUAMENTO</b>		<b>MANTENIMENTO</b>	
18	ADEGUAMENTO	16	MANTENIMENTO
19	ADEGUAMENTO	17	MANTENIMENTO
22	ADEGUAMENTO	21	MANTENIMENTO
37	ADEGUAMENTO	56 B	MANTENIMENTO
38	ADEGUAMENTO	56 A	MANTENIMENTO
41	ADEGUAMENTO	57	MANTENIMENTO
40	ADEGUAMENTO	63	MANTENIMENTO
42	ADEGUAMENTO	66	MANTENIMENTO
43	ADEGUAMENTO	67	MANTENIMENTO
44	ADEGUAMENTO	76A	MANTENIMENTO
79	ADEGUAMENTO	76B	MANTENIMENTO
83	ADEGUAMENTO	82	MANTENIMENTO
47	ADEGUAMENTO	36 A	MANTENIMENTO
46	ADEGUAMENTO	36 B	MANTENIMENTO
48	ADEGUAMENTO		
49	ADEGUAMENTO	<b>RESTAURO</b>	
50	ADEGUAMENTO	53A	RESTAURO
51A	ADEGUAMENTO	53B	RESTAURO
51B	ADEGUAMENTO		
52	ADEGUAMENTO	<b>RIFACIMENTO</b>	
59	ADEGUAMENTO	71	RIFACIMENTO
60	ADEGUAMENTO	86	RIFACIMENTO
61B	ADEGUAMENTO	113	RIFACIMENTO
61A	ADEGUAMENTO	104	RIFACIMENTO
62	ADEGUAMENTO	55	RIFACIMENTO
64	ADEGUAMENTO		
65	ADEGUAMENTO	<b>RISANAMENTO</b>	
68	ADEGUAMENTO	20	RISANAMENTO
74	ADEGUAMENTO	120	RISANAMENTO
72	ADEGUAMENTO	24	RISANAMENTO
77	ADEGUAMENTO	25	RISANAMENTO
78	ADEGUAMENTO	45	RISANAMENTO
81	ADEGUAMENTO	69	RISANAMENTO
84A	ADEGUAMENTO	73	RISANAMENTO
84B	ADEGUAMENTO	75A	RISANAMENTO
91	ADEGUAMENTO	75B	RISANAMENTO
90	ADEGUAMENTO	80	RISANAMENTO
89	ADEGUAMENTO	85	RISANAMENTO
92	ADEGUAMENTO	109	RISANAMENTO
94	ADEGUAMENTO	100	RISANAMENTO
95	ADEGUAMENTO	102	RISANAMENTO
96	ADEGUAMENTO	106	RISANAMENTO
97	ADEGUAMENTO	112	RISANAMENTO
107	ADEGUAMENTO	93	RISANAMENTO
108	ADEGUAMENTO		
99	ADEGUAMENTO	<b>RISANAMENTO CONSERVATIVO</b>	
98	ADEGUAMENTO	70	RISANAMENTO CONSERVATIVO

FIGURA 44.

### C. ABACO MURI\_UMI

UMI	Tipo	Esposizione	Area
17	Muro_Fondo facciata semplice_MT	N-O	12.32 m <sup>2</sup>
17	Muro_confine/controllo terra	N-O	18.31 m <sup>2</sup>
17	Muro_confine/controllo terra	S	17.57 m <sup>2</sup>
17	Muro_Fondo facciata semplice_MT	S-O	13.43 m <sup>2</sup>
16	Muro_Fondo facciata semplice_32	N-O	32.00 m <sup>2</sup>
16	Muro_Fondo facciata semplice_32	N-O	28.89 m <sup>2</sup>
16	Muro_confine/controllo terra	N-E	44.63 m <sup>2</sup>
16	Muro_confine/controllo terra	S-E	71.43 m <sup>2</sup>
17	Muro_confine/controllo terra	S-O	2.96 m <sup>2</sup>
16	Muro_confine/controllo terra	S-O	22.45 m <sup>2</sup>
16	Muro_confine/controllo terra	S-O	18.51 m <sup>2</sup>
16	Muro_Da verificare	S-O	4.00 m <sup>2</sup>
18	Muro_Da verificare	N	31.04 m <sup>2</sup>
18	Zoccolo_dipinto 49	N	4.18 m <sup>2</sup>
18	Muro_confine/controllo terra	S	51.31 m <sup>2</sup>
18	Zoccolo_dipinto 49	N	1.28 m <sup>2</sup>
18	Zoccolo_dipinto 49	N-O	5.94 m <sup>2</sup>
18	Muro_Fondo facciata semplice 57	N	5.90 m <sup>2</sup>
18	Muro_Fondo facciata semplice 57	N	24.97 m <sup>2</sup>
18	Muro_Fondo facciata semplice 57	N-O	40.42 m <sup>2</sup>
18	Zoccolo_dipinto 49	E	13.03 m <sup>2</sup>
18	Muro_Fondo facciata semplice 57	E	82.02 m <sup>2</sup>
18	Muro_confine/controllo terra	N-O	11.18 m <sup>2</sup>
18	Muro_Da verificare	N-O	21.04 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	N-O	29.57 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	O	3.30 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	O	10.80 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	O	26.33 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	S-E	34.41 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	N-E	38.46 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	N-O	7.60 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	O	3.93 m <sup>2</sup>
20	Muro_Fondo facciata semplice_MT	S-E	9.02 m <sup>2</sup>
19	Muro_Fondo facciata semplice_19	N-O	13.64 m <sup>2</sup>
19	Muro_Fondo facciata semplice_19	S-O	21.78 m <sup>2</sup>
19	Muro_Fondo facciata semplice_19	S-E	22.45 m <sup>2</sup>
19	Muro_Fondo facciata semplice_19	N-E	20.18 m <sup>2</sup>
19	Zoccolo_a spessore di intonaco_17	N-O	2.32 m <sup>2</sup>
120	Muro_confine/controllo terra	S	43.63 m <sup>2</sup>
21	Muro_Fondo facciata semplice_MT	E	26.70 m <sup>2</sup>

FIGURA 45.

## D. ABACO MURI\_FINITURA

UMI	Esposizione	Area	UMI	Esposizione	Area
<b>36A-36B_Finitura 2</b>			<b>Zoccolo_dipinto 16</b>		
36 B	S-O	7.33 m <sup>2</sup>	97	N-O	2.84 m <sup>2</sup>
			97	N-O	2.09 m <sup>2</sup>
<b>Generico - 30 cm</b>			<b>Zoccolo_dipinto 38</b>		
79	S-O	6.85 m <sup>2</sup>	80	E	2.67 m <sup>2</sup>
51B	N-E	8.31 m <sup>2</sup>	80	E	10.21 m <sup>2</sup>
51B	S-E	67.51 m <sup>2</sup>	86	N	4.51 m <sup>2</sup>
53 A	E	5.62 m <sup>2</sup>	86	N-E	2.05 m <sup>2</sup>
53 A	O	24.49 m <sup>2</sup>	86	E	5.14 m <sup>2</sup>
53 A	N	37.18 m <sup>2</sup>		O	10.06 m <sup>2</sup>
53 A	S	3.49 m <sup>2</sup>		S	5.37 m <sup>2</sup>
53 A	S	25.58 m <sup>2</sup>		S	1.37 m <sup>2</sup>
53 A	O	5.39 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto 39</b>		
67	S-E	3.14 m <sup>2</sup>	72	S-E	2.82 m <sup>2</sup>
92	S-O	42.62 m <sup>2</sup>	72	S	3.87 m <sup>2</sup>
105	S-O	11.55 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto 49</b>		
<b>Mattoni a vista - 22,5 cm</b>			18	N	4.18 m <sup>2</sup>
45	S-E	3.57 m <sup>2</sup>	18	N	1.28 m <sup>2</sup>
53 A	S	6.06 m <sup>2</sup>	18	N-O	5.94 m <sup>2</sup>
53 A	S	24.39 m <sup>2</sup>	18	E	13.03 m <sup>2</sup>
53 A	S	9.38 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto_15</b>		
53 A	S	8.27 m <sup>2</sup>	50	S-E	2.28 m <sup>2</sup>
53 A	S	14.19 m <sup>2</sup>	50	S-E	0.37 m <sup>2</sup>
53 A	S	12.70 m <sup>2</sup>	50	S-E	5.15 m <sup>2</sup>
53 A	S	13.21 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto_16</b>		
53 A	E	30.19 m <sup>2</sup>	79	N-E	1.99 m <sup>2</sup>
53 A	S	15.33 m <sup>2</sup>	79	N-E	4.85 m <sup>2</sup>
53 A	O	36.97 m <sup>2</sup>	79	E	1.96 m <sup>2</sup>
53 A	S	11.61 m <sup>2</sup>	48	S	1.99 m <sup>2</sup>
53 A	S	25.95 m <sup>2</sup>	47	S	2.80 m <sup>2</sup>
53 A	S	8.04 m <sup>2</sup>	49	S	2.05 m <sup>2</sup>
53 A	N	27.12 m <sup>2</sup>	64	S-E	2.18 m <sup>2</sup>
53 A	N	9.13 m <sup>2</sup>	84A	N-E	1.34 m <sup>2</sup>
53 A	N	37.99 m <sup>2</sup>	84A	S-O	4.05 m <sup>2</sup>
53 A	N	33.95 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto_17</b>		
53 A	N	41.17 m <sup>2</sup>	61B	N-E	1.40 m <sup>2</sup>
53 A	N	30.12 m <sup>2</sup>	61B	N-E	2.62 m <sup>2</sup>
53 A	E	32.43 m <sup>2</sup>	61A	N-O	0.99 m <sup>2</sup>
53 A	E	5.28 m <sup>2</sup>	61A	N-E	3.22 m <sup>2</sup>
53 A	E	3.13 m <sup>2</sup>	71	S	1.08 m <sup>2</sup>
53 A	E	3.06 m <sup>2</sup>	99	O	2.93 m <sup>2</sup>
53 A	E	1.85 m <sup>2</sup>	99	O	2.03 m <sup>2</sup>
49	S	0.07 m <sup>2</sup>	99	S	2.12 m <sup>2</sup>
<b>Muro_Con decori complessi_30</b>			99	N	1.02 m <sup>2</sup>
38	S-O	17.17 m <sup>2</sup>	99	N-E	0.63 m <sup>2</sup>
38	S-O	16.86 m <sup>2</sup>	102	S-O	3.29 m <sup>2</sup>
<b>Muro_Con decori complessi_46</b>			102	S-O	2.66 m <sup>2</sup>
106	E	110.79 m <sup>2</sup>	102	S	0.34 m <sup>2</sup>
106	S-E	10.18 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto_35</b>		
106	S-O	11.18 m <sup>2</sup>	77	S-O	2.99 m <sup>2</sup>
106	E	30.55 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto_38</b>		
106	S-O	42.97 m <sup>2</sup>	37	S-O	0.84 m <sup>2</sup>
106	E	4.83 m <sup>2</sup>	46	E	3.06 m <sup>2</sup>
106	N	1.00 m <sup>2</sup>	46	E	3.86 m <sup>2</sup>
106	N	2.09 m <sup>2</sup>	<b>Zoccolo_dipinto_39</b>		
106	N	1.41 m <sup>2</sup>	75A	S-O	6.06 m <sup>2</sup>
106	N	1.52 m <sup>2</sup>	75A	S-O	3.50 m <sup>2</sup>
106	N	64.87 m <sup>2</sup>			
106	E	1.32 m <sup>2</sup>			
106	N-E	66.05 m <sup>2</sup>			
106	S-E	14.83 m <sup>2</sup>			
106	S-O	34.96 m <sup>2</sup>			

FIGURA 46.



## F. ABACO FINESTRA\_TIPOLIGIA

UMI	Accuratezza d Esposizione	Inferriata	Commenti
<b>finestra chiesa: Tipo 1</b>			
53A	3	E	Si
53A	3	E	Si
53A	3	S	Si
53A	3	S	Si
<b>Finestra_3 ante: Con persiane</b>			
95	2	N-O	No
95	2	N-O	No
95	3	N-O	No
<b>Finestra_3 ante: Con stipiti e persiane</b>			
50	2	S-E	No
<b>Finestra_3 ante: Semplice</b>			
25	3	S	No
25	3	S	No
25	3	S	No
25	3	S	No
80	3	S-O	No
104	2	N-E	No
<b>Finestra_doppia-anta: Con persiane</b>			
	1	N	No
18	1	E	No
18	1	E	No
18	1	E	No
18	1	E	No
18	1	N	No
18	1	N	No
18	1	E	No
18	1	N-O	No
18	1	N-O	No
18	1	N-O	No
18	1	E	No
20	2	O	No
20	2	O	No
98	1	E	No
101	1	S-E	No
101	1	S-E	No
101	3	S-O	No
102	1	S-E	No
102	1	S-E	No
102	1	S-E	No
103	3	S-O	No
103	3	S-O	No
103	1	N-E	No
103	1	N-E	No
106	1	S-O	No
106	1	S-O	No
106	1	S-O	No
106	2	E	No
106	1	S-O	No
106	1	N	No
107	2	N-O	No
111	2	S-E	No
111	2	S-E	No
111	2	S-E	No
111	2	S-E	No
113	2	S-E	No
120	2	N	No
120	1	O	No
120	1	O	No
120	1	E	No
<b>Finestra_doppia-anta: Con stipite</b>			
16	2	N-O	Si
38	3	N-O	Si
38	3	N-O	Si
38	3	N-O	Si
38	3	N-O	Si
38	3	N-O	Si
42	2	S	No
45	1	S-O	Si

FIGURA 48.



## 4.2 CONSIDERAZIONI SU ABACHI

Come è visibile dagli stralci degli abachi elaborati su Revit (FIG. 40-41-42-43) i medesimi dati possono essere visibili in modi differenti per dar risalto a diverse informazioni in base alle impostazioni di filtraggio e raggruppamento applicate. In fase di elaborazione tesi questa possibilità si è rivelata molto utile non solo per la gestione del Piano del Colore, ma anche per il controllo della modellazione eseguita.

Dal momento che la modellazione ha visto il contributo di più persone nelle prime fasi sono state riscontrate delle difformità nella codifica delle informazioni che sono da omogeneizzare. Per eseguire questa operazione si sono rilevati fondamentali gli abachi. Questi consentono di visionare errori di battitura o mancate compilazioni nei dati assicurando la completezza delle informazioni.

Sarebbe opportuno dunque, una volta impostato il lavoro, nelle fasi di modellazione, generare degli abachi nei modelli singoli in modo da ottimizzare i tempi e il controllo.

## CAPITOLO V. PROCESSO FROM BIM TO GIS

### 5.1 SCELTA DEL SOFTWARE GIS

Il modello informativo elaborato è a scala distrettuale. Esso prende in esame un conglomerato edilizio, pertanto risulta interessante osservare come può essere utilizzato in ambiente GIS.

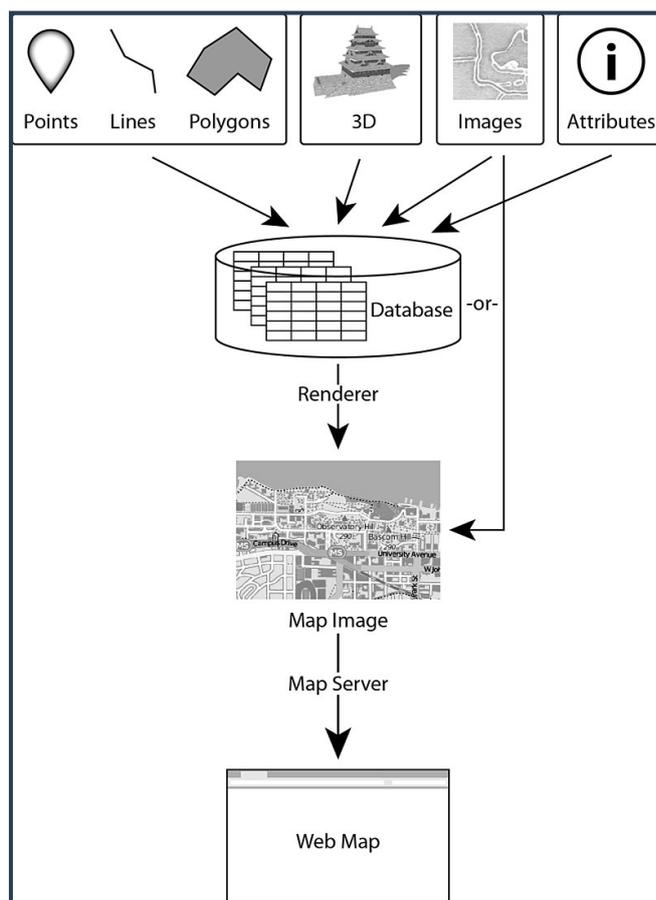


FIGURA 49. SCHEMA ESPLICATIVO DELL'AMBIENTE GIS.

Come prima operazione sono stati scelti i *software* più congeniali allo studio della tesi.

In un primo momento si è visto quanto si potesse ottenere con la versione *open source di QGis*.

La scelta è ricaduta su questo software perchè:

- Programma open source, quindi gratuito nella sua forma base;
- È un'interfaccia conosciuta anche dai meno esperti del settore.
- Non necessita di plug-in per il recepimento delle tabelle estrapolate da *Revit 2018*.

## 5.2 QGIS 2.18

Nei capitoli precedenti si è parlato della definizione di *GIS* e delle sue caratteristiche. Viene descritto il *software QGIS*, noto anche come *Quantum Gis*, utilizzato la realizzazione e gestione di database e mappe cartografiche.

Per il progetto di tesi è stato importato in *QGIS* (versione 2.18) il file *.txt* esportato dalla sezione degli abachi di *Revit* in particolare quello riferito alle *U.M.I.*.

Il file importato prende il nome di **"ABACO MASSE\_UMI.txt"** (FIG.47).



I file di testo non sono georeferenziati, sono dei database e necessitano di essere associati a degli shapefile (FIG.46).

Di seguito sono descritte le varie fasi di lavoro da eseguire per avere un progetto in *QGIS* coerente.

Inizialmente è stato effettuato il **reperimento** di dati, cartografie e eventuali shapefile già esistenti in merito al borgo utili alle finalità del progetto.

Sono stati importato:

- Una base estrapolata da un file *excel*: [http://www.datigeo-piem-download.it/static/regp01/BDTRE2016\\_VECTOR/BDTRE\\_DATABASE\\_GEOTOPOGRAFICO\\_2016-LIMI\\_COMUNI\\_10\\_GAIMSDWL-004218-EPSS32632-SHP.zip](http://www.datigeo-piem-download.it/static/regp01/BDTRE2016_VECTOR/BDTRE_DATABASE_GEOTOPOGRAFICO_2016-LIMI_COMUNI_10_GAIMSDWL-004218-EPSS32632-SHP.zip) contenente uno shapefile del borgo con informazioni in merito ai civici.
- Le quattro planimetrie estrapolate dal piano del colore
- Il file *.txt* estrapolato dall'abaco delle masse di *Revit*
- Un nuovo *shapefile* costruito sulla base delle altre cartografie a cui è stato associato il *.txt*.

All'interno del programma *QGIS 2.18* è stato definito sistema di riferimento:

FONTE 20. "QUICK ACCESS TO GEOGRAPHIC DATA" a cura di Francesco Piemonte, 2017.

FIGURA 50. FROM BIM TO GIS.

### “WGS 84 / UTM zone 32N - EPSG:32632”

La sigla “WGS 84” indica il sistema di coordinate geografiche geodetiche basate sull’ellissoide di riferimento del 1984. La sigla “UTM zone 32N” indica il tipo di proiezione, ovvero la proiezione universale trasversa di Mercatore e 32N indica la zona. L’Italia ricade in due diverse zone, la N32 a ovest e la N 33 in relazione al fuso. Il codice “EPSG:32632” viene usato per identificare in modo univoco i sistemi di riferimento.

È stato quindi inserito lo shapefile precedentemente citato ed è stata georeferenziata per punti la cartografia (file raster).

Si è passato poi alla definizione di un nuovo shapefile chiamato “UMI”: sono stati creati dei poligoni contenente come informazione il codice identificativo di ogni unità minima di intervento. Questo codice alfanumerico ha sostituito l’id.

È stato poi caricato il file “ABACO MASSE\_UMI.txt” ed è stato associato al file contenente i poligoni chiamato UMI (FIG.48).



FIGURA 51. MAPPA GENERATA CON SOFTWARE QGIS 2.18 CON TABELLA ATTRIBUTI ASSOCIATI AI POLIGONI.

È possibile interrogare i poligoni in funzione delle informazioni associate che vengono raggruppate secondo le quattro planimetrie del Piano del colore.

Queste informazioni sono quelle ricavate dall'abaco del modello federato. Se è necessario modificarlo è sufficiente effettuare la modifica sul modello e sovrascrivendo il file **.txt** si aggiorna direttamente in Qgis.

Il processo BIM TO GIS è unidirezionale in quanto non è possibile modificare il file Revit modificando quello GIS.

Le altre informazioni elaborate in ambiente BIM non sono importabili in QGis poiché la rappresentazione è in 2D e le altre informazioni presenti negli abachi riguardano porzioni dell'edificio (muri finestre ecc.) e non sono quindi associabili ad un unico poligono. Inoltre se sono associate ad uno stesso **id** (nel caso del progetto UMI) più informazioni provenienti da un unico database, il programma legge soltanto la prima riga della tabella e si perdono le altre informazioni.

L' assenza di possibilità nell'importazione del modello completo ha portato a cercare altri software GIS.

Questa fase, intermedia alla reale interoperabilità tra software BIM e software GIS, risulta tuttavia, interessante e molto utile per le fasi successive.

## CAPITOLO VI. INTEROPERABILITÀ BIM-GIS

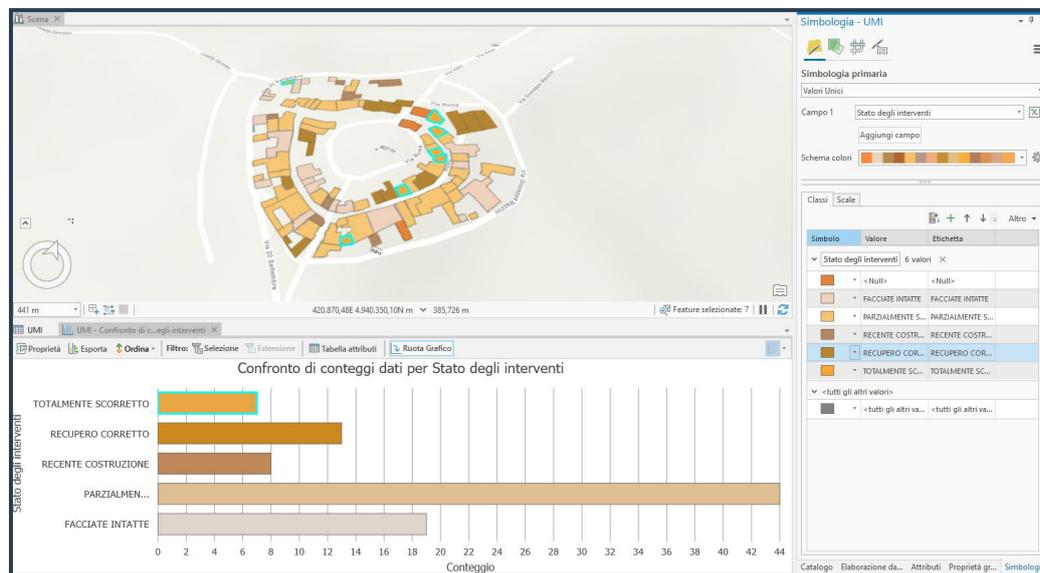
### 6.1 ARCGIS PRO 2.3

**ArcGIS Pro** è la nuova applicazione *Desktop GIS* della casa produttrice *Esri*. Permette la visualizzazione ed elaborazione di dati 2D, 3D, alfanumerici, e grafici. Si è scelto di utilizzare la versione 2.3, aggiornamento dell'anno corrente in cui vi è la possibilità di importare file **.rvt** ossia modelli 3D elaborati su *Revit*.

In questa fase la tesi si pone l'obiettivo di definire i limiti dell'interoperabilità dei modelli informativi elaborati su Revit 2018 in ArcGIS Pro 2.3.

Il primo tentativo è stato di importare il modello federato. Non vi è questa possibilità in quanto non è un modello vero e proprio ma dei link di modelli come descritto nel terzo capitolo<sup>21</sup>.

In un secondo momento si è importato un singolo modello questo viene importato ma non nelle esatte coordinate. Si è proceduto dunque con l'inserimento dello shapefile costruito su QGis. Questo viene letto e può essere correttamente interrogato all'interno del programma (FIG.49).



Sopra si vede come è possibile associare ad una scala di colore le diverse tipologie di dati presenti nello shapefile ed evidenziarle in base alle esigenze per avere un maggior controllo.

Si è poi inserito nuovamente un modello singolo di Revit. In questo caso il modello è stato posizionato nelle giuste coordinate. Precedentemente non vi era il

<sup>21</sup> Vedi pagina 53 Capitolo III. Il modello federato.

FIGURA 52. ESTRATTO DA ARCGIS PRO. GRAFICO ESPLICATIVO STATO DEGLI INTERVENTI.

corretto sistema di riferimento (WGS 84), il quale si è impostato automaticamente all'inserimento dello shapefile georeferenziato.

Lo shapefile deve essere associato al file .txt estrapolato da Revit con il comando **Join** per poter contenere in unica tabella attributi le informazioni volute (FIG.50).

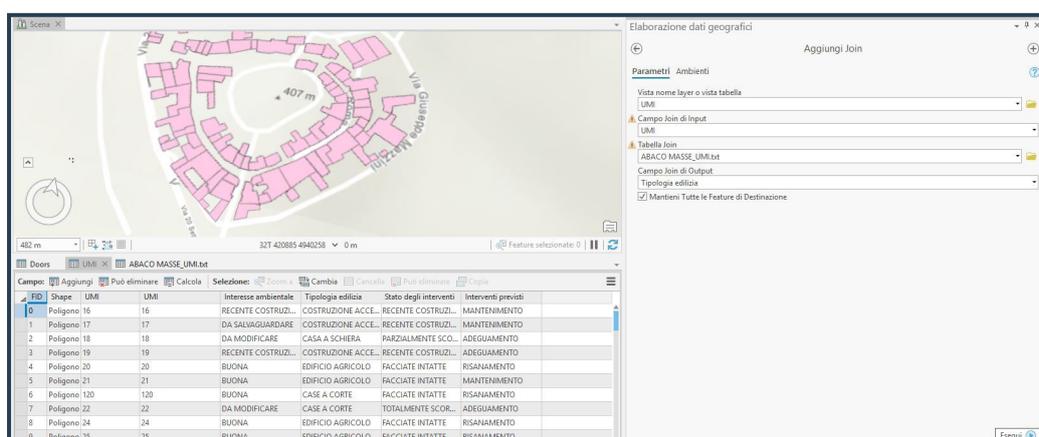


FIGURA 53. SCREEN DA ARCGIS PRO. JOIN.

Si è quindi inserito l'intero borgo in ArcGIS Pro (FIG.51).

In questa fase sono emerse le prime criticità dell'interoperabilità: la gestione del progetto è difficile, i tempi di risposta del programma sono molto lenti, una volta chiuso per la riapertura è stato necessario aspettare oltre tre ore. Per queste ragioni si è deciso di fare delle prove circa l'interoperabilità solo con tre modelli.



FIGURA 54. ESTRATTO DA ARCGIS PRO. VISTA 3D BORGHI DI SERRALLUNGA D'ALBA.

## 6.2 IMPORTAZIONE DEL PROGETTO DI REVIT IN ARCGIS PRO

L'intento è quello di inserire il modello *BIM* all'interno della sistema *GIS* comprendendo quanto del modello informativo si conservi effettivamente in questo passaggio.

Vengono importati tre singoli modelli campione sulla base di quanto sopraccitato (*shapefile creato in QGis*).

La prima criticità si ha in merito alle masse: le masse sono proprie del software Revit e non rientrano nelle categorie presenti in *ArcGis Pro*. Ciò significa che tutte le informazioni attribuite in fase di modellazione alle masse vengono perse. Tali informazioni vengono recuperate grazie allo shapefile costruito in QGis che, nonostante sia stato progettato con altre finalità, acquista un ruolo fondamentale in questa fase. Il medesimo file poteva essere formulato in *ArcGis Pro*, ma per ottimizzare i tempi è stato utilizzato il precedente.

Allo stato attuale dello sviluppo del software non sono stati individuati altri metodi per conservare i dati associati alle masse.

Un aspetto importante precedentemente non messo in luce è la possibilità di rintracciare errori di battitura in modo immediato. Tanto in ambiente *BIM*, quanto in ambiente *GIS* è fondamentale al fine delle interrogazioni avere la stessa codifica. Ad esempio, se durante la compilazione è stato inserito in un modello "Casa a schiera" e in un altro "casa schiera", nonostante a livello logico abbiano il medesimo significato, vengono riconosciuti dai programmi come parametri differenti, con il rischio di avere dei risultati errati. Questo errore si individua facilmente sia negli abachi di *Revit* sia nella generazione di grafici in ambiente *GIS*.

Il passaggio successivo ha interessato l'analisi del comportamento del modello *BIM* in ambiente *GIS*.

Primo dato rilevante è il passaggio completo delle famiglie a livello geometrico. Questo è molto importante in quanto esiste corrispondenza tra le famiglie Revit e delle categorie intrinseche in ArcGis Pro. Gli elementi architettonici quali muri, finestre, porte, tetti e solai sono presenti anche in ambiente *GIS*.

La domanda fondamentale è: questi elementi geometrici importati sono

effettivamente dei modelli informativi analoghi a quelli elaborati su *Revit*?

La risposta è NO.

L'aspetto più visibile, da cui emerge che il sistema *GIS* legge i dati sotto forma di *database* e non recepisce tutte le relazioni tra informazioni elaborate in ambiente *BIM*, è l'assenza dei colori nella restituzione del modello. Le informazioni che su *Revit* sono legate ad una libreria materiali risultano essere solo un codice alfanumerico: questo comporta delle modifiche al modello per poter essere letto.

- L'attribuzione del colore alla muratura è stata associata inserendo un trattino basso e il numero del colore corrispondente all'interno del nome, oltre ad associarlo al colore della libreria dei materiali <sup>22</sup>; questo consente di conservare le informazioni durante il passaggio del modello da un sistema all'altro.

- L'attribuzione del colore alle famiglie di finestre e porte invece non è stata formulata allo stesso modo ma con dei parametri di famiglia: ciò porta alla completa perdita delle informazioni.

- Vengono meno alcune informazioni attribuite in *Revit* in funzione del raggruppamento parametro utilizzato in *Revit* <sup>23</sup>.

Di seguito è riportato un esempio dei dati delle finestre leggibili in *ArcGis Pro* (FIG.52).

ID	Shape	Category	Family	FamilyType	ObjectID	ObjLevel	ObjLevel_Elev	CreatedPhase	ElementType	Discipline	Function	Mark	Typ_Mark	HostID	HostFe	Accuratezza data	UMI	Comments
4	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	173602	18_FINESTRE	435,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	4	29	164965	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
5	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	173614	18_FINESTRE	435,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	5	29	164783	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
6	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	173719	18_FINESTRA2	432,37	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	6	29	164783	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
7	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	174846	18_FINESTRE	435,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	7	29	164965	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
8	Multipatch.Windows	Porta_Finestra	Con persiane	179737	18_P.P.1	434,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	9	33	164787	Walls	1	18	+Null+	
9	Multipatch.Windows	Porta_Finestra	Con persiane	179826	18_P.P.1	434,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	10	33	164787	Walls	1	18	+Null+	
10	Multipatch.Windows	Porta_Finestra	Con persiane	179874	18_Livello base	431,37	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	11	33	164787	Walls	1	18	+Null+	
11	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	180878	18_FINESTRE	435,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	12	29	164787	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
12	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	181289	18_TERRENO	435,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	13	29	164787	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
13	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	181335	18_ZOCCOLO	432,17	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	14	29	164787	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
14	Multipatch.Windows	Porta_Finestra	Con persiane	181364	18_Livello base	431,37	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	15	33	164807	Walls	1	18	+Null+	
15	Multipatch.Windows	Porta_Finestra1	Semplice	181353	18_P.P.1	434,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	17	26	164482	Walls	1	18	+Null+	
16	Multipatch.Windows	Porta_Finestra_4 ante	Semplice	180913	18_P.P.1	434,07	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	18	37	164482	Walls	1	18	+Null+	
17	Multipatch.Windows	Finestra_doppia-anta	Con persiane	180937	18_FINESTRA2	432,37	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	19	29	164965	Walls	1	18	Possibile riquadratura con colore 46	
18	Multipatch.Windows	Porta_Finestra_4 ante	Semplice	180952	18_Livello base	431,37	Stato di Progetto	Family/Instance	Architectural	Exterior	20	37	164482	Walls	1	18	+Null+	

22. Vedi pagina 43 Capitolo III, Parametri Condivisi

23. Vedi pagina 42 Capitolo III, Parametri Condivisi

FIGURA 55. ESTRATTO DA ARCGIS PRO, TABELLA ATTRIBUTI FINESTRE.

Le criticità emerse sono state risolte in due modi diversi.

Si è osservato innanzitutto che non vengono letti dal software i parametri raggruppati in “altro” su Revit. In questo caso è stato sufficiente quindi modificare il tipo di raggruppamento per poter leggere le informazioni legate all’accuratezza dato, l’orientamento, e la presenza o meno di inferriata (FIG.53).

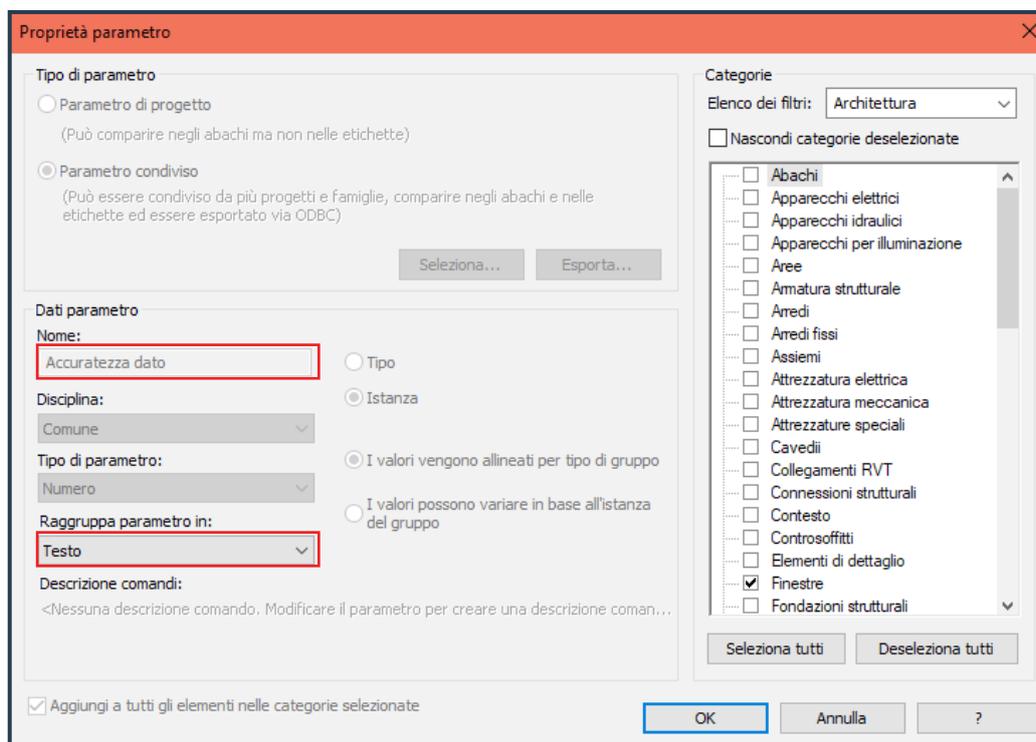


FIGURA 56. PROPRIETÀ PARAMETRO.

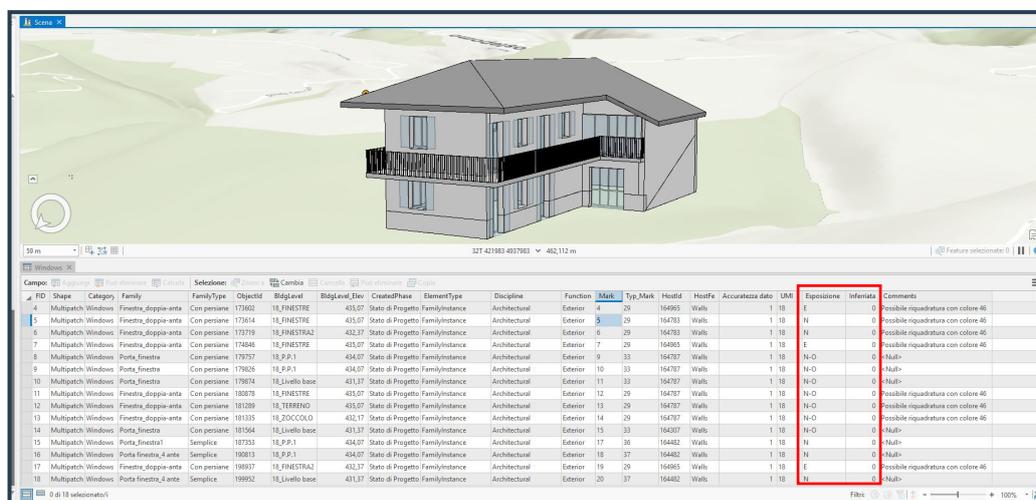


FIGURA 57. ESTRATTO DA ARCGIS PRO. TABELLA ATTRIBUTI FINESTRE.

Dopo aver raggruppato in “Testo” il parametro, sono stati aggiornati automaticamente i dati presenti nel progetto *GIS* (FIG.53). Inoltre si nota come il tipo di parametro “SI/NO” utilizzato per le inferriate si traduce in *ArcGis Pro* come “1/0”.

Sono emersi due nuovi aspetti:

- Il primo è in merito alla gestione delle categorie presenti in *ArcGis Pro* poiché non tutti i raggruppamenti *Revit* sono importabili

- Il secondo riguarda l’interoperabilità unidirezionale dei due modelli.

Quest’ultimo punto è importante perché permette di osservare la conformazione del modello importato che viene letto come insieme di oggetti ***multipatch*** non modificabili, pertanto la completa interoperabilità è comunque unidirezionale.

Il limite più grande della relazione tra i due programmi riguarda la gestione dei parametri famiglia, completamente assente in *ArchGis Pro* e che quindi allo stato iniziale lo rende inutilizzabile per la gestione del piano del colore (le informazioni più importanti sono legate a parametri di famiglia).

La soluzione utilizzata per tale problematica è stata la creazione di un doppio parametro su *Revit*: vicino a quello esistente, associato alla libreria dei materiali, è stato formulato un parametro condiviso alfanumerico attribuito alla famiglia, una sorta di “parametro clone” raggruppato in “testo” (FIG.55).

Finestre (1)	
Vincoli	
Livello	36A_Primo piano
Altezza soglia	0.9000
Testo	
Esposizione	0
Accuratezza dato	2.000000
UMI	36 A
Inferriata	<input type="checkbox"/>
Materiale telaio	Piano del colore - RAL 8002
Materiale davanzale	Piano del colore - Pietra di finitura
Materiale persiana	Piano del colore - RAL 8002
Materiale stipiti	
Materiale vetro	Vetro
Materiali e finiture	
Materiale davanzale	Piano del colore - Pietra di finitura
Materiale persiane	Piano del colore - RAL 8002
Materiale stipiti	<Per categoria>
Materiale telaio	Piano del colore - RAL 8002
Materiale vetro	Vetro

FIGURA 58. ESTRATTO DA ARCGIS PRO. TABELLA ATTRIBUTI FINESTRE.

Anche in questo caso, come in quello precedentemente descritto, il file viene aggiornato in automatico (FIG.56).

Path	DocVer	DocUpdate	BaseCategory	Mark	Typ_Mark	HostId	DocName	HostFeatureClass	Materiale_vetro	Esposizione	Accuratezza dato	UVB	Materiale_tedio	Materiale_avanzate	Materiale_persiana	Inferiata
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	2	40	146201	36A-36B	Walls	Vetro	E		3	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	Piano del colore - RAL 8002	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	3	40	146247	36A-36B	Walls	Vetro	E		3	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	Piano del colore - RAL 8002	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	4	40	146247	36A-36B	Walls	Vetro	E		3	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	Piano del colore - RAL 8002	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	7	39	146191	36A-36B	Walls	Vetro	O		1	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	-Null-	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	9	39	146191	36A-36B	Walls	Vetro	O		1	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	-Null-	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	10	40	146191	36A-36B	Walls	Vetro	O		2	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	Piano del colore - RAL 8002	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	11	40	146191	36A-36B	Walls	Vetro	O		2	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	Piano del colore - RAL 8002	0
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	12	34	146196	36A-36B	Walls	Vetro	S-O		3	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	-Null-	1
SI_Serialunga_..._2018	18/02/2019 11:23:09	Windows	13	40	146196	36A-36B	Walls	Vetro	S-O		3	36 A	Piano del colore - RAL 8002	Piano del colore - Pietra di finitura	Piano del colore - RAL 8002	0

FIGURA 59. PASSAGGIO INFORMAZIONI IN MERITO AL MATERIALE.

Si può dunque concludere che le informazioni, con più o meno difficoltà, sono tutte importabili in ArcGis Pro pur nei limiti di un processo a livello di software ancora non pienamente sviluppato.

### 6.3 INTERROGAZIONI IN SIMULTANEA IN AMBIENTE GIS

Una volta conclusa la fase di importazione si è passati ad studiare il progetto in *ArcGis Pro*.

Come già detto, non vi sono problemi in merito alle informazioni ricavate dalle masse, in quanto queste sono state attribuite ad un tipo di file proprio dell'ambiente *GIS*. Inoltre il *LOD 1*, descritto in ambiente *BIM*, è come un segnaposto informativo e nonostante si sia passati da un modello 3D ad un poligono 2D, il concetto alla base non è mutato. I tempi di ricostruzione delle informazioni senza il supporto del modello federato sarebbero aumentati.

Le informazioni ricavate dalle planimetrie sono dunque interrogabili in simultanea per ogni *U.M.I.* anche in ambiente *GIS*.

Per quanto riguarda i modelli 3D importati interamente da Revit e non modificabili in GIS, invece l'interrogazione non avviene in modo immediato.

Di seguito viene riportato per punti cosa e come è possibile visualizzare in ArcGis Pro, sulla base di tre modelli singoli campione importati da Revit, le informazioni.

1. È possibile visualizzare le informazioni relative alle singole famiglie di ogni modello (Finestre, muri, porte, tetti, solai).
2. Non è possibile interrogare simultaneamente tre o più modelli singoli.
3. È possibile mettere in relazione tra loro le famiglie appartenenti a due modelli distinti.

Di seguito sono riportate nel dettaglio le operazioni che il software permette di eseguire:

1. Le modalità di visualizzazione di quanto detto al punto uno sono le medesime descritte in merito allo shapefile chiamato UMI, ossia mediante grafici. Le finestre ad esempio vengono lette tutte come appartenenti alla stessa categoria e allo stesso modello ed è pertanto possibile visualizzare a livello grafico le diverse tipologie presenti all'interno di un U.M.I. (FIG.57).



FIGURA 60. CONFRONTO TIPO DI FAMIGLIA FINESTRE, U.M.I. 36 A-B.

Una caratteristica assente in Revit è la possibilità di selezionare sul grafico il dato di interesse e poterlo visualizzare sul modello, come nell'immagine soprastante. In questa sono messe in risalto le finestre a doppia anta con persiana.

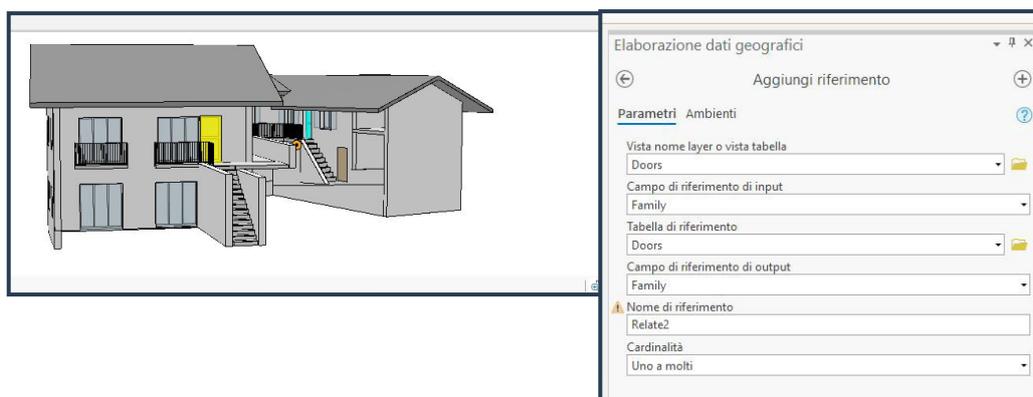
Con le modifiche effettuate, durante l'importazione del modello, è possibile visualizzare allo stesso modo anche il codice colore e le altre caratteristiche presenti nella tabella degli attributi.

2. Si è cercato di interrogare simultaneamente più modelli ma questo non è stato possibile:

- Gli elementi *multipatch* non sono modificabili e non è possibile unirli in un'unica categoria;

- Il comando **"UNION"** utile per l'unione di più Shapefile (2D) per combinare i dati, non ha le stesse funzionalità in 3D perché non sovrapponibili a livello fisico. Dopo vari tentativi è stata contattata la casa produttrice del software la quale ha confermato che ad oggi (agosto 2019) non è possibile fare un'interrogazione simultanea su più modelli importati da Revit. Questo è un limite significativo dal momento che non permette una visione d'insieme completa dell'intero borgo.

3. Consapevole dell'assenza della possibilità di interrogare il modello completo si è rimediato mettendo in relazione due modelli diversi sulla medesima famiglia (FIG.58).

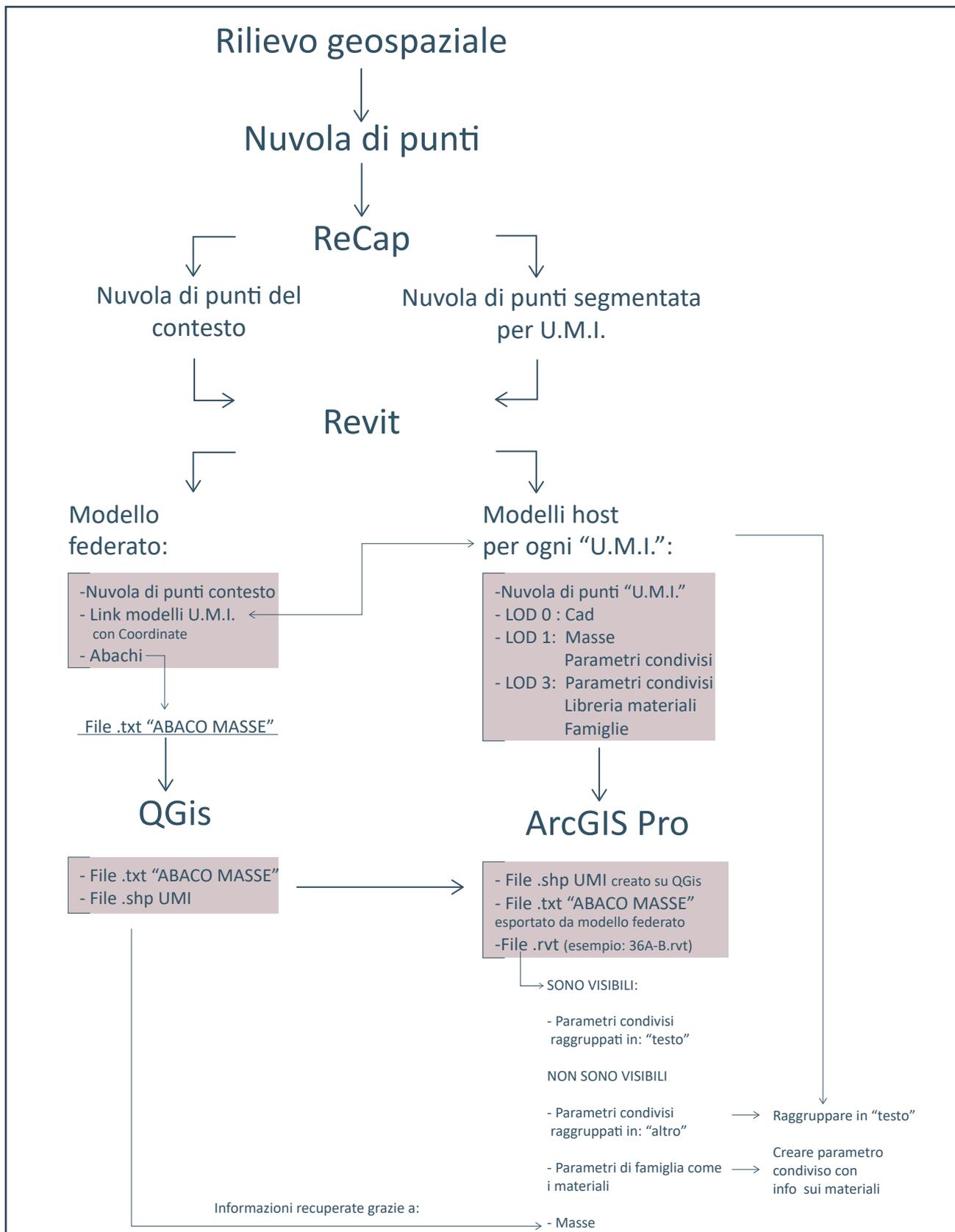


**FIGURA 61.** COMANDO RELATE PER LA FAMIGLIA PORTE.

Il comando utilizzato è **"RELATE"** che crea un collegamento tra la stessa famiglia su due modelli. In questo modo si può osservare una tipologia di famiglia come in figura la porta ad anta singola rettangolare e vedere quante della medesima tipologia sono presenti all'interno di un altro modello caricato (FIG.57).

Nonostante non sia possibile un'interrogazione complessiva questa soluzione risulta utile se si sa già in partenza cosa si vuole visualizzare.

# SCHEMA RIASSUNTIVO



## CONCLUSIONI

---

L'obiettivo del progetto di tesi è stato quello di impostare la modellazione informativa a scala territoriale e di indagare l'interoperabilità tra metodologie *BIM* e sistemi *GIS*.

Per poter ottenere quanto voluto è stato necessario documentarsi in modo approfondito sulle metodologie *BIM*, ponendo particolare attenzione a come queste vengono utilizzate in merito al patrimonio costruito e le loro potenzialità in questo campo.

L'Italia è un Paese ricco di storia leggibile attraverso il patrimonio costruito. Questo patrimonio è fortemente a rischio per cause naturali ed antropiche tanto che diventa sempre più importante tutelarlo, ma per far ciò è necessario conoscerlo. Un metodo per conservare e organizzare le informazioni note in merito al costruito può essere il *BIM*. Questo permette di codificare tutte le informazioni note in parametri attribuibili ad un modello 3D, avendo immediata corrispondenza tra dati ed elementi corrispondenti.

L'obiettivo perseguito in questa tesi è stato quello di fornire una codifica in merito alla gestione di un aspetto, come quello del piano del colore, di un borgo sottoposto a vincolo di tutela.

Nel farlo è stato condotto uno studio sulla struttura del Piano del Colore del borgo preso in esame, e ne sono state individuate le parti salienti da tradurre in parametri.

L'importanza di questo progetto risiede nella scala in cui viene eseguito: normalmente la metodologia *BIM* viene applicata a un singolo edificio e non a scala territoriale come avviene per il caso di Serralunga d'Alba.

Sono state modellate singolarmente tutte le abitazioni del borgo storico e sono state connesse tra loro grazie all'elaborazione di un modello federato in grado di contenere tutte le informazioni.

Questo lavoro molto lungo e complesso nelle fasi di organizzazione del modello, velocizzare poi i tempi di gestione successivi che si riducono alla modifica di informazioni all'interno di caselle già strutturate.

La struttura del progetto, utilizzata in questo caso per la gestione di un aspetto specifico, può avere molteplici ambiti di applicazione.

La restituzione di informazioni mediante questo metodo può essere utilizzata, come detto precedentemente, anche in zone che rischiano di scomparire. Si pensi ai borghi soggetti ai terremoti che negli ultimi decenni hanno colpito l'Italia. Se di quei borghi fosse stata conservata la conformazione e la gestione a livello informatico, la ricostruzione sarebbe certamente avvenuta in tempi più rapidi. Si potrebbe, ad esempio, pianificare l'organizzazione dello stato strutturale dell'edilizia minore di un paese, in modo da poter modificare le informazioni di volta in volta.

Si può dunque concludere che per questa prima fase di lavoro è stato ottenuto l'obiettivo prestabilito: creare un caso campione di organizzazione informativa a scala distrettuale, definita *H-DIM*.

Nella seconda fase è stato invece studiato come un modello *BIM* organizzato a grande scala si può interoperare con sistemi GIS che nascono proprio per lo studio del territorio.

Per far ciò è stato individuato nel software *ArcGis Pro 2.3* il miglior interlocutore per *Revit 2018*, con cui è stato elaborato il modello informativo del borgo.

In quest'ultima fase sono state riscontrate le maggiori criticità che si è cercato di risolvere.

Inizialmente si è cercato di importare il modello federato che, oltre a contenere il modello completo del borgo, risulta di più facile gestione, in quanto costituito da collegamenti.

A causa di incomunicabilità tra i software questo non è risultato possibile.

Per tali ragioni sono stati inseriti nel progetto *GIS* i modelli singoli degli edifici.

Un'ulteriore problematica, in questa fase, è stata la gestione del progetto con tutti i modelli delle *U.M.I.* inseriti: i tempi tecnici di reazione del software sono dell'ordine di grandezza delle ore.

Per questo motivo si è deciso di continuare il progetto utilizzando tre singoli modelli campione, parzializzando il modello completo del borgo.

Una volta importati i tre modelli sono state riscontrate tre criticità.

La prima ha riguardato le masse, elementi caratteristici di *Revit* che non trovano il

corrispettivo in ambiente *GIS*, le cui informazioni sono state recuperate mediante l'utilizzo di uno shapefile e del documento di testo estrapolato dagli abachi del modello federato.

La seconda criticità ha interessato l'assenza in *ArcGis Pro* di alcuni raggruppamenti possibili in Revit, come "altro", che è stato modificato con "testo".

L'ultima problematica riguarda i parametri di famiglia e la libreria dei materiali non essendo trasferibili da un programma all'altro; l'unica soluzione individuata consiste nel formulare un "parametro condiviso clone" del parametro di famiglia. È stato dunque possibile importare il modello in *GIS*, seppur con delle modifiche. Pertanto, se si volesse utilizzare lo stesso metodo per un altro caso studio, sarebbe opportuno adottare già dalle prime fasi di organizzazione del progetto gli accorgimenti poc'anzi citati.

Un aspetto positivo riscontrato è l'interoperabilità, seppur unilaterale (da *BIM* a *GIS*) del progetto, in quanto le modifiche eseguite sul modello Revit vengono aggiornate automaticamente sul modello presente in *ArcGis Pro*.

Per concludere, questo elaborato di tesi ha voluto mettere in luce le potenzialità dell'interoperabilità tra due sistemi metodologici fortemente connessi, quello *BIM* e quello *GIS*.

Questo progetto vuole essere un prototipo di interoperabilità, sebbene si sia consapevoli che il processo di integrazione tra un modello *BIM* e il sistema *GIS* sia ancora in fase di sviluppo.

Allo stato attuale risulta dunque più efficiente, per il caso preso in esame, un'organizzazione della gestione completamente in ambiente *BIM*.

Le ragioni principali sono rintracciabili nei limiti della gestione di un progetto tanto grande in ambiente *GIS* e dell'impossibilità di elaborare delle *query* su modelli importati da *Revit*.

## INDICE FIGURE

---

<b>FIGURA 1.</b> AREA DELLA LANGA DEL BAROLO	8
<b>FIGURA 2.</b> TAVOLA BRONZEA DI POLCEVERA	9
<b>FIGURA 3.</b> VISTA DEL BORGO DI SERRALUNGA D'ALBA	11
<b>FIGURA 4.</b> VIABILITÀ PRINCIPALE DEL BORGO STORICO DI SERRALUNGA D'ALBA	11
<b>FIGURA 5.</b> EDIFICATO DEL BORGO STORICO DI SERRALUNGA D'ALBA	11
<b>FIGURA 6.</b> TIPOLOGIA EDILIZIA	18
<b>FIGURA 7.</b> T1B (FORMATO ORIGINALE A3)	19
<b>FIGURA 8.</b> ESEMPIO DI TAVOLA S1 (FORMATO ORIGINALE A3)	20
<b>FIGURA 9.</b> SCHEDE 40 (FORMATO ORIGINALE A4)	21
<b>FIGURA 10.</b> P2	22
<b>FIGURA 11.</b> SCHEDE 67	23
<b>FIGURA 12.</b> DIAGRAMMA DI FLUSSO: METODOLOGIA PER L'ACQUISIZIONE DEI DATI.	25
<b>FIGURA 13.</b> U.M.I. 16 A SINISTRA E U.M.I. 17 A DESTRA.	26
<b>FIGURA 14.</b> RETRO DI QUATTRO DIVERSE U.M.I. SI NOTINO I DIVERSI TIPI DI RIVESTIMENTO MURARIO.	27
<b>FIGURA 15.</b> IN PRIMO PIANO U.M.I. 22 E DIETRO U.M.I. 120.	27
<b>FIGURA 16.</b> DRONE UAV COMMERCIALE	28
<b>FIGURA 17.</b> ZAINO LEICA PEGASUS	29
<b>FIGURA 18.</b> SCHEMA ESPLICATIVO INTEROPERABILITÀ BIM.	32
<b>FIGURA 19.</b> LOGO REVIT2018	34
<b>FIGURA 20.</b> LOGO QGIS	34
<b>FIGURA 21.</b> LOGO ARCGIS PRO	34
<b>FIGURA 22.</b> SCHEMA DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE NELLA DEFINIZIONE DELL' H-DIM	35

---

<b>FIGURA 23.</b> CLASSIFICAZIONE LOD DI PROGETTO	37
<b>FIGURA 24.</b> MASSA E PROPRIETÀ U.M.I. 18.	38
<b>FIGURA 25.</b> CREAZIONE DEI PARAMETRI CONDIVISI E PROPRIETÀ DI PARAMETRO.	40
<b>FIGURA 26.</b> INSERIMENTO DEI PARAMETRI CONDIVISI ALL'INTERNO DEL PROGETTO.	41
<b>FIGURA 27.</b> LIBRERIA DEI MATERIALI- PIANO DEL COLORE.	43
<b>FIGURA 28.</b> SCHEMA FAMIGLIE DI SISTEMA.	46
<b>FIGURA 29.</b> TEMPLATE "FINESTRA METRICA".	47
<b>FIGURA 30.</b> PIANTA FINESTRA_DOPPIA-ANTA.	48
<b>FIGURA 31.</b> PROSPETTO FINESTRA_DOPPIA-ANTA.	48
<b>FIGURA 32.</b> TIPOLOGIE DELLA FINESTRA E PARAMETRI REALIZZATI.	49
<b>FIGURA 33.</b> TIPOLOGIE DELLA FINESTRA: A. SEMPLICE, B. CON STIPITE C. CON PERSIANA, D. CON STIPITE E PERSIANA.	50
<b>FIGURA 34.</b> SCHEMA TIPOLOGIE DI FAMIGLIE CARICABILI.	51
<b>FIGURA 35.</b> VISTA ASSONOMETRICA U.M.I. 36 A-B, NASCOSTA ALLA VISTA.	52
<b>FIGURA 36.</b> VISTA ASSONOMETRICA U.M.I. 36 A-B, CON NUVOLA DI PUNTI.	52
<b>FIGURA 37.</b> VISTA PROSPETTICA U.M.I. 36 A-B.	52
<b>FIGURA 38.</b> SCHEMA FEDERAZIONE DATI.	53
<b>FIGURA 39.</b> TIPOLOGIE DI ABACO DISPONIBILI.	55
<b>FIGURA 40.</b> CAMPI.	56
<b>FIGURA 41.</b> FILTRI.	56
<b>FIGURA 42.</b> ORIENTAMENTO/RAGGRUPPAMENTO.	57
<b>FIGURA 43.</b> A. ABACO MASSE_UMI.	59

---

<b>FIGURA 44.</b> ABACO MASSE_INTERVENTI PREVISTI.	60
<b>FIGURA 45.</b> ABACO MURI_UMI.	61
<b>FIGURA 46.</b> ABACO MURI_FINITURA.	62
<b>FIGURA 47.</b> ABACO FINESTRE_COLORE.	63
<b>FIGURA 48.</b> F. ABACO FINESTRA_TIPOLIGIA.	64
<b>FIGURA 49.</b> SCHEMA ESPLICATIVO DELL'AMBIENTE GIS.	67
<b>FIGURA 50.</b> FROM BIM TO GIS.	68
<b>FIGURA 51.</b> MAPPA GENERATA CON SOFTWARE QGIS 2.18 CON TABELLA ATTRIBUTI ASSOCIATI AI POLIGONI.	69
<b>FIGURA 52.</b> ESTRATTO DA ARCGIS PRO, GRAFICO ESPLICATIVO STATO DEGLI INTERVENTI.	71
<b>FIGURA 53.</b> SCREEN DA ARCGIS PRO, JOIN.	72
<b>FIGURA 54.</b> ESTRATTO DA ARCGIS PRO, VISTA 3D BORGIO DI SERRALUNGA D'ALBA.	72
<b>FIGURA 55.</b> ESTRATTO DA ARCGIS PRO, TABELLA ATTRIBUTI FINESTRE.	74
<b>FIGURA 56.</b> PROPRIETÀ PARAMETRO.	75
<b>FIGURA 57.</b> ESTRATTO DA ARCGIS PRO, TABELLA ATTRIBUTI FINESTRE.	75
<b>FIGURA 58.</b> ESTRATTO DA ARCGIS PRO, TABELLA ATTRIBUTI FINESTRE.	76
<b>FIGURA 59.</b> PASSAGGIO INFORMAZIONI IN MERITO AL MATERIALE.	77
<b>FIGURA 60.</b> CONFRONTO TIPO DI FAMIGLIA FINESTRE, U.M.I. 36 A-B.	78
<b>FIGURA 61.</b> COMANDO RELATE PER LA FAMIGLIA PORTE.	79

---

## BIBLIOGRAFIA

---

C.C. Rizzarda, G.Gallo, LA SFIDA DEL BIM un percorso di adozione per progettisti e imprese, pp.93, tecniche nuove, Milano, 2017.

C.C. Rizzarda, G.Gallo, LA SFIDA DEL BIM un percorso di adozione per progettisti e imprese, pp.95, tecniche nuove, Milano, 2017.

Definizione ISO29481-1:2010 + National BIM Standard

F. Mancini, Ipotesi di recupero urbano in Serralunga d'Alba: la vetrina delle langhe: la trasformazione di piazza M. Cappellano, Torino: Politecnico di Torino, 2008.

F. Rinaudo, Dispense per il corso "GIS e Modellazione per i beni culturali", Politecnico di Torino, 2018/2019.

Manual of Photogrammetry, ASPRS, 1980.

M. Lo Turco, Dispense per il corso "GIS e Modellazione per i beni culturali", Politecnico di Torino, 2018/2019.

M. Ricchetti e S. Barozzi, «Piano del Colore di Serralunga D'Alba,» Serralunga D'alba, 2011.

P. A. Ruffino, M. M. Bocconcino, M. Del Giudice e A. Osello, «FROM THE ELABORATION PROCESS OF POINT CLOUD TO INFORMATION SYSTEMS BOTH FOR PLANNING AND DESIGN MANAGEMENT OF CULTURAL HERITAGE,» ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, pp. 1031-1038, 2019.

"QUICK ACCESS TO GEOGRAPHIC DATA" a cura di Francesco Fiemonte, 2017.

S. Pozzoli, M. Bonazza, S. W. Villa, Autodesk Revit Architecture 2018. Guida alla progettazione BIM., Milano, 2016.

---

## SITOGRAFIA

---

«BASSA LANGA,» [Online]. Available: <https://www.paesaggivitivnicoli.it/patrimonio/la-langa-del-barolo/>. [Consultato il giorno 16 05 2019].

«BIM,» [Online]. Available: <http://biblus.acca.it/building-information-modeling-o-model-la-storia-del-bim-e-leveluzione-software/>. [Consultato il giorno 16 05 2019].

«COMUNE SERRALUNGA D'ALBA,» [Online]. Available: <http://www.comune.serralungadalba.cn.it/> [Consultato il giorno 16 05 2019].

«GIS,» [Online]. Available: <http://www.dea.univr.it/documenti/Avviso/all/all954318.pdf> .[Consultato il giorno 16 05 2019].

---