



POLITECNICO DI MILANO

Polo Regionale di Lecco

Scuola di Ingegneria Edile - Architettura

Corso di Laurea in Ingegneria Edile_Architettura

ENERGY REGENERATION OF A RESIDENTIAL BUILDING

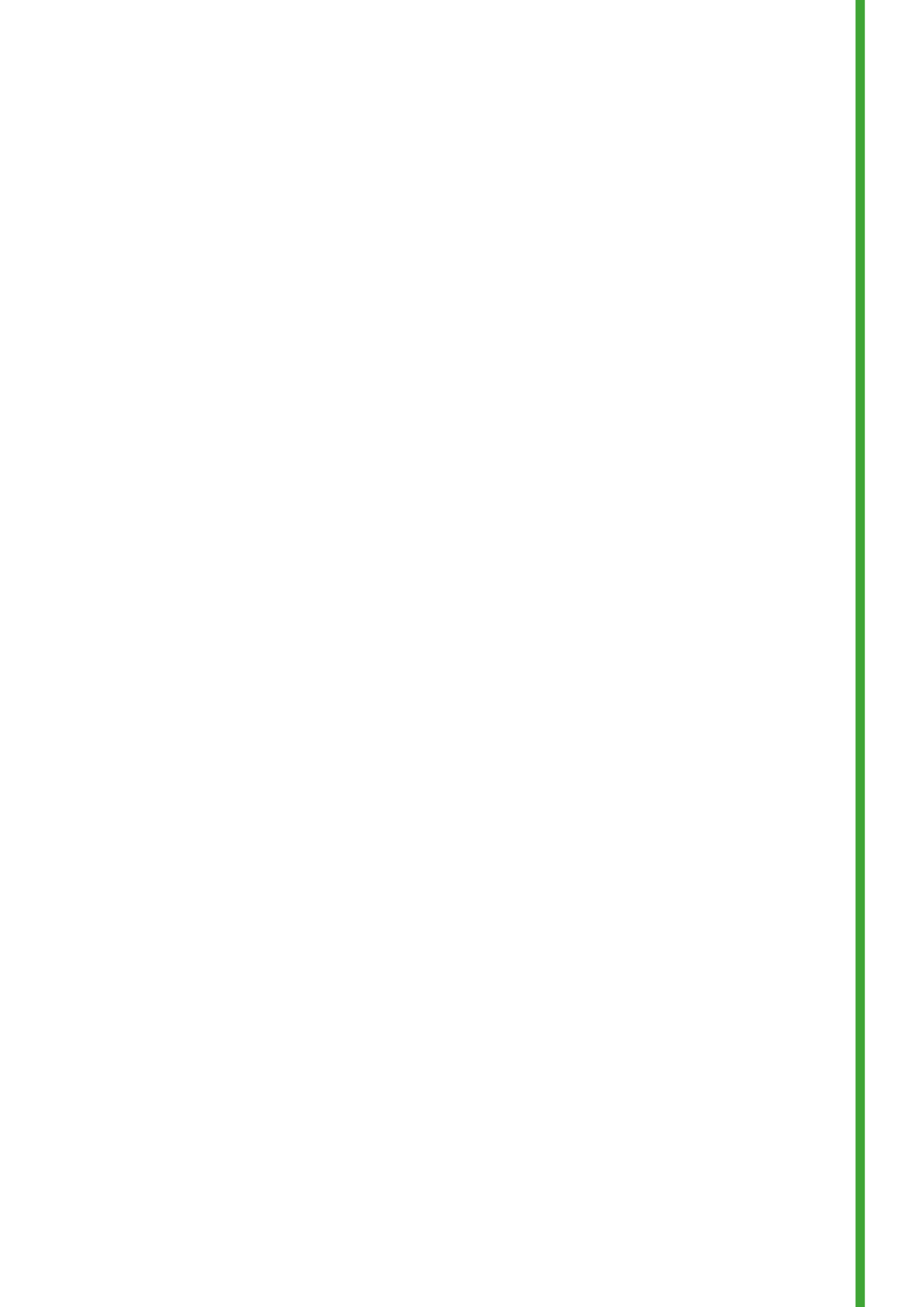
Relatore: Prof. Ing. Gabriele MASERA

anno accademico 2013/2014

Tesi di Laurea di:

Valentina BONFANTI 717365





Alle persone per me più importanti
I miei genitori

INDICE

Indice delle immagini	VII
Indice delle tabelle	XVI
Abstract in italiano	XVIII
Capitolo 1:	
INQUADRAMENTO TERRITORIALE:	
1.1 Il territorio della provincia di Sondrio	1
1.1.1 Le infrastrutture	3
1.1.1.1 I principali collegamenti stradali	3
1.1.1.2 La rete ferroviaria	5
1.1.1.3 I passi e i valichi della valle	6
1.1.2 La formazione della catena alpina	7
1.1.3 La morfologia del territorio: i conoidi	8
1.1.4 I terrazzamenti del versante retico	9
1.1.4.1 La richiesta per diventare patrimonio UNESCO	11
1.2 La storia della Valtellina	13
1.2.1 I primi insediamenti fino all'epoca romana	13
1.2.2 L'età delle invasioni	13
1.2.3 Il feudalesimo	14
1.2.4 La dominazione dei Grigioni	14
1.2.5 L'importanza della cartografia storica alpina	16
1.2.6 Dagli Asburgo ai Savoia	20
1.2.7 Dall'unità ai giorni nostri	20
1.3 La popolazione	22
1.3.1 Densità abitativa	22

1.3.2 Agricoltura	25
1.3.3 Industria e artigianato	25
1.3.4 Turismo	25
Capitolo 2:	
LA CONDIZIONE CLIMATICA:	27
2.1 Temperatura	27
2.1.1 Gradi giorno e altitudine	31
2.1.2 Radiazione solare	33
2.1..2.1 PVGIS	37
2.2 I Venti	39
2.3 Le precipitazioni	40
Capitolo 3:	
LO STATO DELL'ARTE SUL TERRITORIO:	
3.1 Insediamenti rurali	46
3.1.1 La Valtellina	47
3.1.1.1 Bassa Valtellina: Val Masino e Val Malenco	47
3.1.1.2 Media Valtellina: il fondovalle	49
3.1.1.3 Il versante orobico: La Val Gerola	49
3.1.1.4 Focus on: villaggi e abitazioni	50
3.1.2 La Val Grosina	52
3.1.2.1 Focus on: villaggi e abitazioni	53
3.1.3 Il Bormiese	54
3.1.3.1 Focus on: villaggi e abitazioni	55
3.1.4 Livigno	56
3.1.4.1 La casa del contadino	56
3.1.4.2 La casa dell'artigiano	57

3.1.4.3	La casa del benestante	58
3.1.4.4	La tèa	59
3.1.4.5	Focus on: villaggi e abitazioni	60
3.1.5	La Valchiavenna	62
3.1.5.1	Focus on: villaggi e abitazioni	64
Capitolo 4:		
ARCHITETTURA E AMBIENTE:		69
4.1	Sostenibilità ed efficienza energetica	69
4.1.1	Sviluppo sostenibile e pianificazione ambientale	70
4.1.2	Cronologia dello sviluppo sostenibile	70
4.1.2.1	1972 Conferenza di Stoccolma	70
4.1.2.2	1980 Programma ONU “the world conservation strategy”	71
4.1.2.3	1987 “our common future”	71
4.1.2.4	1989 Unced: risoluzione 44/228 dell’ONU	72
4.1.2.5	1992 UNEP: conferenza di Rio de Janeiro	72
4.1.2.6	1993 V programma UE “per uno sviluppo durevole e sostenibile”	72
4.1.2.7	1994 Aalborg: conferenza europea delle città sostenibili	73
4.1.2.8	1996 Istambul: conferenza ONU “on human settlements” Agenda habitat II	73
4.1.2.9	1997 New york: assemblea generale delle nazioni unite	73
4.1.2.10	2000 Hannover: III conferenza europea delle città e dei comuni sostenibili	74
4.1.2.11	2001 Commissione delle Comunità europee	74
4.1.2.12	2004 Aalborg +10 e gli Aalborg Commitments	74
4.1.2.13	2013 Ri-negoziazione del protocollo di Kyoto	75
4.2	Comunità europea e il patto dei sindaci	75

4.2.1 PAES, piano di adozione per le energie sostenibili	76
4.2.2 Accordo 20-20-20	78
4.3 L'Italia centra l'obiettivo del protocollo di Kyoto	78
4.4 Esempi di architetture sostenibili nel mondo	79
Capitolo 5:	
CATASTO ENERGETICO:	
5.1 Dati CENED	99
5.2 Situazione energetica a Sondrio	102
5.2.1 Domanda di energia finale nella città di Sondrio	102
5.2.2 Numero di ACE in provincia	103
5.2.3 Contributo da fonti energetiche rinnovabili	107
5.3 Gas climalteranti	109
5.3.1 Gas climalteranti nella provincia di Sondrio	109
5.4 VEE: Valtellina EcoEnergy	112
5.4.1 Procedura per la certificazione volontaria	113
5.4.2 Compiti principali dei soggetti interessati	114
5.4.3 Classificazione energetica volontaria	114
5.4.4 Classe di merito EcoPlus	116
5.5 Esempi di architetture sostenibili sul territorio	117
Capitolo 6:	
ANALISI DEL SITO E DELLO STATO DI FATTO:	
6.1 Morfologia della città di Sondrio	133
6.2 Piano di governo del territorio	134
6.3 Situazione climatica a Sondrio	137
6.3.1 Temperatura e precipitazioni	137
6.3.2 Radiazione solare	139

6.3.3 Vento	139
6.4 Analisi del quartiere: Via Fiume	140
6.5 Analisi dello stato di fatto edificio 22	141
6.5.1 Valore limite della prestazione energetica per la climatizzazione invernale	142
6.5.2 Trasmittanze	145
6.5.3 Studio delle ombre	159
6.5.4 Verifica del rapporto aeroilluminante	161
6.5.5 Analisi dei consumi energetici	162
6.5.6 Verifica delle prestazioni dell'edificio	163
Capitolo 7:	
IPOTESI DI RIQUALIFICAZIONE:	
7.1 Incentivi alla riqualificazione energetica	165
7.2 Prime ipotesi progettuali di riqualificazione	167
7.2.1 Isolamento a cappotto	167
7.2.2 Isolamento e facciata ventilata	176
7.2.3 Isolamento del tetto	184
7.2.4 Isolamento soletta controterra e su spazi aperti	188
7.2.5 Miglioramento delle prestazioni dei serramenti	191
7.3 Ipotesi impiantistiche	194
7.3.1 Riscaldamento radiante	194
7.3.2 Solare termico	195
7.3.3 Fotovoltaico	196
7.3.4 Caldaia a condensazione	197
7.4 Il sociale e la comunità	197

Capitolo 8:

IL PROGETTO:

8.1 Progetto architettonico	199
8.1.1 Progetto distributivo	199
8.1.2 Progetto formale esterno	203
8.1.2.1 I rivestimenti	203
8.1.2.2 I serramenti	204
8.1.2.3 balaustre e parapetti	206
8.2 Le stratigrafie	206
8.2.1 Ponti termici	216
8.3 Verifica del fattore di luce diurno e del rapporto aeroilluminante	222
8.4 Analisi del fabbisogno	225
8.4.1 Analisi del fabbisogno termico invernale	226
8.4.2 Analisi del fabbisogno termico estivo	229
8.5 Progetto impiantistico	232
8.5.1 impianto a pannelli radianti	232
8.5.2 Impianto solare termico	235
8.5.3 fotovoltaico	236
8.5.4 Caldaia a condensazione	237
8.6 Certificazione energetica	238
8.7 La struttura	240
8.7.1 Progetto dei balconi	243
8.8 La conclusione	246

Indice delle immagini

CAPITOLO 1

1.1 localizzazione della provincia di Sondrio	1
1.2 ubicazione della Valtellina	1
1.3 ubicazione delle principali valli del territorio	2
1.4 rete idrica a Sondrio	2
1.5 ubicazione dei principali parchi del territorio	3
1.6 vie di collegamento con le principali città limitrofe	3
1.7 rete stradale statale della Valtellina	4
1.8 rete stradale provinciale della Valtellina	5
1.9 rete ferroviaria	5
1.10 i principali passi della Valtellina	6
1.11 la linea insubrica che attraversa la Valtellina	7
1.12 La caratteristica valle a U	7
1.13 le marmitte dei giganti in Valchiavenna	8
1.14 Un particolare delle marmitte dei giganti in Valchiavenna	8
1.15 il conoide di Albosaggia a Sondrio	8
1.16 schema di formazione dei conoidi alluvionali	8
1.17 il territorio valtellino e la presenza dei numerosi conoidi	8
1.18 la localizzazione degli interventi preventivi di manutenzione per la candidatura UNESCO	9
1.19 i terrazzamenti in unione al paesaggio storico	10
1.20 le vigne e il contesto paesaggistico	10
1.21 i paesaggi sottoposti a candidatura	12
1.22 particolare delle incisioni rupestri di Grosio	13
1.23 stela di Caven	13
1.24 il castello di Grosio	14
1.25 castel Grumello	14
1.26 la dominazione dei Grigioni	15
1.27 la Valtellina e i suoi confini post 1619, incisione su rame dim 305x450mm	16
1.28 ultimo disegno del paese della Valtellina, in rame dim 227x710 mm	17
1.29 Bormio e le sue valli, post 1619 in rame, 65x482 mm	17
1.30 vero disegno della Valtellina con dichiarazione annessa, 1620, dim345x465mm	17
1.31 Bormio e le sue valli, 1637, in rame dim 365x482mm	18
1.32 carta del territorio della repubblica Cisalpina e alcuni stati limitrofi, 1797, dim 720x715mm	18
1.33 parte inferiore del torrente Masino, 1700	19
1.34 diga di Cancano	21
1.35 centrale idroelettrica di Grosotto	21
1.36 la frana della Val Pola	21
1.37 piana alluvionata	21
1.38 densità abitativa della popolazione residente in provincia di Sondrio	22

CAPITOLO 2:

2.1 temperature medie della provincia di Sondrio	27
2.2 ubicazione dei luoghi utilizzati per il confronto climatico	28
2.3 temperature medie mensili nell'anno 2011	29
2.4 grafico cromatico delle temperature orarie, annuali di Livigno per l'anno 2011	30
2.5 grafico cromatico delle temperature orarie, annuali di Morbegno per l'anno 2011	30

2.6 gradi giorno dei comuni valtellinesi	31
2.7 identificazione altimetrica dei comuni valtellinesi	33
2.8 medie dei mesi invernali dell'irraggiamento solare nell'anno 2011	33
2.9 21 marzo ore 09.00	36
2.10 21 marzo ore 13.00	36
2.11 21 marzo ore 18.00	36
2.12 21 giugno ore 09.00	36
2.13 21 giugno ore 13.00	36
2.14 21 giugno ore 18.00	36
2.15 21 settembre ore 09.00	37
2.16 21 settembre ore 13.00	37
2.17 21 settembre ore 18.00	37
2.18 21 dicembre ore 09.00	37
2.19 21 dicembre ore 13.00	37
2.20 21 dicembre ore 18.00	37
2.21 rendimento dell'impianto fotovoltaico nella provincia di Sondrio	38
2.22 i venti presenti sul territorio	39
2.23 il fenomeno dello Stau	39
2.24 direzione dei venti prevalenti	39
2.25 Valtellina e Valchiavenna precipitazione massime annue	40
2.26 Valtellina e Valchiavenna precipitazione medie annue	41
2.27 Valtellina e Valchiavenna precipitazione minime annue	41
2.28 grafico ombrometrico Morbegno anno 2011	42
2.29 grafico ombrometrico Sondrio anno 2011	42
2.30 grafico ombrometrico Caiolo anno 2011	42
2.31 grafico ombrometrico Bormio anno 2011	43
2.32 grafico ombrometrico Livigno anno 2011	43

CAPITOLO 3:

3.1 suddivisione della provincia in zone omogenee	45
3.2 nuclei di antica formazione	46
3.3 cava di granito in Valmasino	47
3.4 cava e lastre di serpentino in Valmalenco	47
3.5 lastre di serpentino tegolare per tetti	47
3.6 uso misto legno pietra	48
3.7 costruzione in granito	48
3.8 Marveggia Valmalenco, 1600 a.c	48
3.9 ballatoio in legno a Cino	48
3.10 Curt di Predana, Ponte di Valtellina	48
3.11 schema distributivo	48
3.12 edificio quattrocentesco a Ponte di Valtellina	49
3.13 corte dei Catelòtt a Polaggia, comune di Berbenno	49
3.14 ballatoio a cassetta tipico del versante orobico a parapetto pieno: aumenta il peso della parte lignea dando un aspetto più massivo	49
3.15 veduta generale del paese	50
3.16 sezione del profilo insediativo	50
3.17 pianta piano terra	51
3.18 pianta piano rialzato	51
3.19 veduta del fronte principale	51
3.20 identificazione delle aree con costruzioni lignee	52
3.21 vista della vallata	52

3.22 schema distributivo	52
3.23 veduta della contrada	53
3.24 pianta piano rialzato	53
3.25 pianta piano interrato	53
3.26 sistema a incastro angolare	54
3.27 particolare in corrispondenza dell'apertura e della parte di muratura in pietra	54
3.28 schema di incastro tra due tronchi	54
3.29 sezione di una baita di maggengo in Val Zebrù	54
3.30 sentiero di accesso al maggengo	55
3.31 veduta generale	55
3.32 pianta piano interrato	56
3.33 pianta piano terra	56
3.34 pianta piano primo	56
3.35 sezione trasversale	56
3.36 vista esterna	57
3.37 vista esterna con fienile e particolare	57
3.38 millesimo	57
3.39 schematizzazione della copertura	57
3.40 pianta piano terra	57
3.41 pianta piano primo	57
3.42 pianta piano secondo	58
3.43 sezione trasversale	58
3.44 vista esterna	58
3.45 vista esterna del prosol	58
3.46 soffitto a cassettoni della camera	58
3.47 meridiana di decorazione della facciata	59
3.48 pianta piano terra	59
3.49 pianta piano primo	59
3.50 sezione trasversale	59
3.51 pianta della distribuzione del villaggio nel fondovalle di Livigno	60
3.52 veduta della parte residenziale parzialmente in legno e parzialmente in muratura	60
3.53 pianta piano primo	61
3.54 Via Sasso del quartino, villa di Chiavenna, fronte nord	62
3.55 le abitazioni e le cantine ricavate alla base del sasso del Quartino	62
3.56 distribuzione degli ambienti	65
3.57 abitazione a Uggia realizzata con la tipologia della casa doppia. Parte in legno zona abitativa, parte in sasso zona cucina	65
3.58 abitazioni miste a Mottaletta	65
3.59 abitazioni in legno, tecnica del carden	65
3.60 particolare di un fienile a San Sisto	66
3.61 l'alpeggio di Avero	66
3.62 pianta della disposizione del villaggio	66
3.63 particolare dell'insediamento	67
3.64 pianta	67
3.65 sezione trasversale	67
3.66 pianta piano terra	67
3.67 pianta piano interrato	68
3.68 sezione	68
3.69 pianta piano primo	69
3.70 pianta piano rialzato	69

CAPITOLO 4:

4.1 le componenti dello sviluppo sostenibile	69
4.2 schema riassuntivo dell'applicazione del PAES	77
4.3 Emissione di gas in Italia dal 1990 al 2012	78

CAPITOLO 5:

5.1 targa classe energetica A+	100
5.2 targa energetica classe A	100
5.3 targa energetica classe B	100
5.4 edifici inseriti nel catasto energetico	102
5.5 consumi energetici per settore residenziale e terziario (GWh)	102
5.6 numero di ACE in classe A+, A e B nei comuni della provincia di Sondrio	103
5.7 numero di ACE n classe A+, A e B	105
5.8 grafico relativo a FER per edifici residenziali e non	106
5.9 concentrazione di CO ₂ in Lombardia	109
5.10 emissioni medie di CO ₂ negli edifici residenziali della provincia di Sondrio, aggiornati al 31/07/2014	111
5.11 esempio classe A++ per la fascia climatica E	114
5.12 Targa VEE	115
5.13 Targa VEEplus	115
5.14 Targa VEE	115
5.15 Targa VEE	115
5.16 Targa VEE	115
5.17 Targa VEE plus	116
5.18 Targa VEE plus	116
5.19 Targa VEE plus	116

CAPITOLO 6:

6.1 PGT di Sondrio attualmente in vigore	135
6.2 PGT dei tessuti consolidati e delle trasformazioni	136
6.3 temperature di Sondrio per decenni	138
6.4 precipitazioni di Sondrio per decenni	139
6.5 zona insediativa del complesso Aler, nel riquadro rosso viene messa in evidenza la palazzina oggetto di studio	140
6.6 vista della palazzina 22 dal parco antistante	140
6.7 pianta piano tipo	141
6.8 EP limite	142
6.9 classificazione prestazione energetica riscaldamento invernale	142
6.10 classificazione energetica acqua calda sanitaria	143
6.11 classificazione energetica globale	143
6.12 EP limite con la detrazione	144
6.13 classificazione prestazione energetica riscaldamento invernale	144
6.14 classificazione energetica acqua calda sanitaria	144
6.15 classificazione energetica globale	145
6.16 limiti di trasmittanza dei serramenti	146
6.17 posizione del sole durante il solstizio invernale e estivo	159
6.18 21 giugno ore 09:00	160
6.19 21 giugno ore 12:00	160

6.20	21 giugno ore 15:00	160
6.21	21 dicembre ore 09:00	160
6.22	21 dicembre ore 12:00	160
6.23	21 dicembre ore 15:00	160
6.24	dispersioni dell'edificio	163
6.25	Classificazione dell'edificio	163
6.26	consumo per riscaldamento e acqua calda sanitaria	164

CAPITOLO 7:

7.1	schema riassuntivo di riqualificazione	166
7.2	percentuale di dispersione del calore	167
7.3	riduzione dei ponti termici con l'uso di isolante a cappotto	167
7.4	funzionamento della facciata ventilata	177
7.5	stratigrafia tetto piano rovescio	184
7.6	serramenti in legno	191
7.7	flusso di calore nel serramento	191
7.8	flusso di calore nel serramento	191
7.9	flusso di calore nel serramento nel periodo estivo	191
7.10	schema di distribuzione del calore	194
7.11	schema di funzionamento dell'impianto solare termico	195
7.12	collettore piano sottovuoto	196

CAPITOLO 8:

8.1	distributivo dei piani tipo	200
8.2	distributivo dei piani tipo	201
8.3	distributivo della copertura	201
8.4	distributivo del piano terra	202
8.5	nuovo prospetto	203
8.6	trama della pietra sarizzo Valmasino	203
8.7	caratteristiche serramento PVC	204
8.8	schema di funzionamento delle veneziane esterne in legno	205
8.9	schema dei frangisole fissi	205
8.10	particolare dell'aggancio puntiforme laterale	206
8.11	esempi di ponti termici facilmente riscontrabili	216
8.12	termografia ponte termico muratura esterna e copertura piana	218
8.13	isoterme ponte termico muratura esterna e copertura piana	218
8.14	termografia ponte termico soletta controterra	219
8.15	isoterme ponte termico soletta controterra	219
8.16	termografia ponte termico muratura esterna, serramento e copertura piana	220
8.17	isoterme ponte termico muratura esterna, serramento e copertura piana	221
8.18	Grafico Velux per il piano terra	222
8.19	Grafico Velux per il piano tipo	223
8.20	FLD con falsi colori	223
8.21	illuminanza del piano tipo	224
8.22	funzionamento dei pannelli radianti tramite irraggiamento	232
8.23	posizionamento dell'impianto radiante nella struttura	232
8.24	curve di benessere termico	233
8.25	benessere termico dato dai pannelli radianti	233
8.26	collegamento degli impianti installati	234

8.27 collegamento degli impianti installati, solare termico e caldaia a condensazione	235
8.28 celle monocristalline dei pannelli	236
8.29 trasformazione della corrente continua in corrente alternata	236
8.30 grafico richiesta di calore e temperatura, confronto tra caldaia a condensazione e pompa di calore	237
8.31 confronto tra la caldaia tradizionale e a condensazione	237
8.32 grafico della prestazione energetica raggiunta a seguito degli interventi di riqualificazione	239
8.33 cronometri sulle prestazioni ottenute	239
8.34 dati delle prestazioni energetiche parziali per categoria	240
8.35 schema strutturale di fondazione	241
8.36 schema strutturale in elevazione	242
8.37 schema strutturale della trave secondaria in appoggio semplice	243
8.38 render vista nord	247
8.39 render vista nord	248
8.40 render vista est	249
8.41 render vista sud est	250
8.42 render vista sud	251
8.43 render vista nord ovest	252
8.44 fotoinseimento	253
8.45 fotoinseimento	254

Indice delle tabelle

CAPITOLO 1

1.1 strade statali del territorio	4
1.2 i passi chiusi nel periodo invernale	7
1.3 i passi che rimangono sempre aperti	7
1.4 classificazione dei comuni valtellinesi in base a densità, estensione e numero di abitanti	23

CAPITOLO 2

2.1 temperature medie annuali anno 2011	28
2.2 i comuni valtellinesi, i corrispondenti valori di GG e la quota (m.s.l.m)	32
2.3 i comuni valtellinesi e i corrispondenti valori di radiazione solare (media mesi invernali, anno 2011)	34
2.4 rendimento annuale di un impianto fotovoltaico nei comuni valtellinesi	38

CAPITOLO 3

CAPITOLO 4

CAPITOLO 5

5.1 ACE per destinazioni d'uso	103
5.2 ACE in classe A+, A e B nei comuni di Sondrio	104
5.3 numero di FER per edifici residenziali e non residenziali	107
5.4 emissioni medie di CO ₂ negli edifici residenziali della provincia di Sondrio, aggiornati al 31/07/2014	110

CAPITOLO 6

6.1 Temperature di Sondrio	137
6.2 Precipitazioni di Sondrio	138
6.3 Radiazione nella città di Sondrio	139
6.4 Vento nella città di Sondrio	139
6.5 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento A1	161
6.6 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento A2	161
6.7 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento B1	162
6.8 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento C1	162
6.9 consumi effettivi di gasolio dall'anno 2006 al 2011 e costo per il riscaldamento	162

CAPITOLO 7

7.1 schema riassuntivo degli incentivi di riqualificazione	166
7.2 trasmittanze relative ai nuovi serramenti installati	192

CAPITOLO 8

8.1 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A1	224
8.2 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A2	224
8.3 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A3	225
8.4 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A4	225
8.5 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A5	225
8.6 coefficienti di esposizione	226
8.7 coefficienti di correzione per l'involucro	227
8.8 potenza invernale totale e al mc	228
8.9 calore sensibile e calore latente estivo	231

ABSTRACT:

Il principale Input per questo lavoro di tesi è stato l'ambiente, un argomento di cui oggi si sente molto parlare e che, a mio avviso andrebbe notevolmente sviluppato.

Purtroppo nel periodo di grande sviluppo edilizio si è tralasciato lo studio dell'ambiente, dell'energia e della sostenibilità a favore di un maggior interesse commerciale, causando lo scempio edilizio e paesaggistico che oggi ci circonda.

L'edificio è collocato in Valtellina, esattamente nella città di Sondrio, territorio con una grande tradizione edilizia e proprio per questo, per realizzare questa tesi ho deciso di partire da un approfondito studio del territorio.

Importante è stato lo studio climatico: vento, radiazione, pioggia, esposizione solare sono solo alcuni dei punti toccati, poi sono passata allo studio di tutte le tipologie edilizie presenti ed il loro evolversi nel corso degli anni, a seguito delle diverse dominazioni che il territorio ha subito, infine la presenza sul territorio di fonti rinnovabili e la loro disponibilità.

Grazie a tutti questi studi ho potuto realizzare un progetto perfettamente integrato con le tipiche usanze locali, utilizzando materiali del posto.

Inizialmente ho stimato le trasmittanze delle varie murature, dei solai e dei serramenti, l'azienda ALER, mi ha fornito non solo i dati progettuali della palazzina ma anche i vari consumi di gasolio relativi agli ultimi anni cosicché ho potuto calcolare la classe energetica dello stato di fatto.

Successivamente ho analizzato le varie soluzioni per rendere energeticamente efficiente l'edificio, tra tutte le soluzioni ipotizzate ho scelto quelle che meglio si adattavano all'edificio.

Step successivo è stato l'adeguamento degli spazi interni alle nuove richieste e il miglioramento estetico per rendere l'edificio attrattivo ed aumentare le sue possibilità di vendita delle unità immobiliari e non solo di affitto.

Tutto questo ha portato ad un edificio esteticamente migliore ma soprattutto energeticamente efficiente e adeguato alle nuove richieste.

CAPITOLO 1

La provincia di Sondrio è situata all'estremo nord della regione Lombardia (Figura 1.1).

Il territorio valtellinese è un ambiente molto ricco di varie situazioni climatiche e ambientali. In questo primo capitolo si è provveduto a riassumere brevemente i tratti principali che contraddistinguono questo territorio, partendo dalla sua collocazione, passando per la formazione territoriale, descrivendo le caratteristiche geomorfologiche, (conformazione territoriale, acque, passi e valichi e i terrazzamenti viticoli), le infrastrutture (collegamenti stradali e ferroviari interni ed esterni), e caratteristiche sociali (popolazione, occupazione, inquadramento evolutivo) che la contraddistinguono attualmente.

Le cartine ambientali sono state scaricate dal sito del GEOPORTALE.

E' stato effettuato anche un breve riassunto di tutte le vicende storiche intercorse nel suddetto paese per spiegare le influenze culturali e architettoniche ancora presenti nella valle.

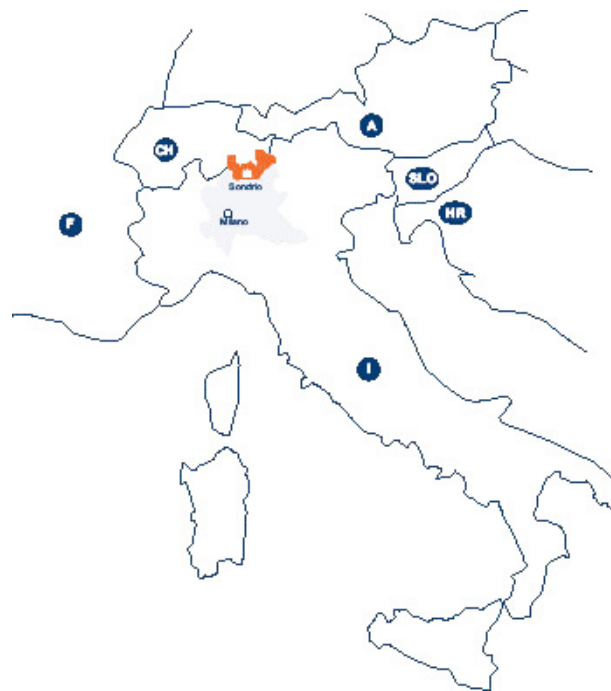


figura 1.1 localizzazione della provincia di Sondrio

1.1 Il territorio della provincia di Sondrio

Si usa parlare di Valtellina per identificare il territorio della provincia di Sondrio, ma in realtà bisognerebbe parlare di Valtellina e Valchiavenna, dal momento che le due valli, la prima valle del fiume Mera, la seconda valle dell'Adda, presentano caratteristiche ambientali, storiche e economiche abbastanza differenziate; la prima più alpina e "germanica", la seconda più agevole e "lombarda" (Figura 1.2).

La provincia di Sondrio si estende per un'area di 3212 chilometri quadrati fra le Alpi Retiche a nord e quelle orobiche a sud; confina a nord e a ovest con la Svizzera, a est con il Trentino Alto Adige e l'alta provincia Bresciana e a sud con la provincia di Bergamo;

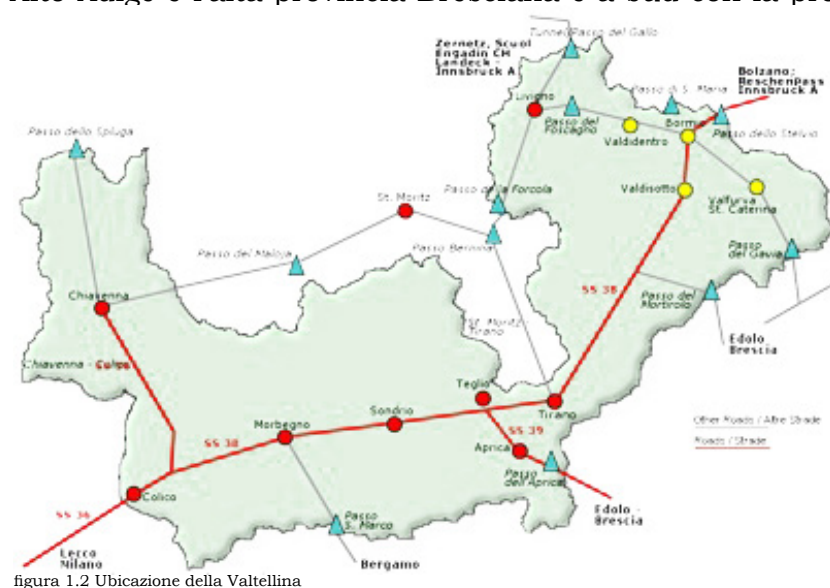


figura 1.2 Ubicazione della Valtellina

La Valtellina finisce nel Pian di Spagna un tempo paludoso ora in gran parte bonificato e tocca le province di Como e Lecco.

La Valtellina è un ambiente molto vasto, ha una lunghezza massima di 119 chilometri dall'estremità est a quella ovest, caratterizzata da diversi squilibri, altimetrici, con picco minimo di 198 metri s.l.m. di Piantedo a 4021 metri s.l.m. del massiccio del Bernina. Il territorio, prevalentemente montuoso, è attraversato da alcune grosse vallate: la più grande e la più importante è la Valtellina (lunga 119 chilometri e larga 66) che presenta un andamento da Colico fino a Tresenda, nord-nord est, sud-sud ovest.

est-ovest
e da qui verso Bormio con un allineamento

La Val Malenco, la Val Masino e la Val Grosina presentano andamento nord-sud e si immettono nella Valtellina; continuando lungo la valle verso est, i due crinali montuosi si avvicinano quasi a strozzare la valle, lasciando un solo ed unico accesso ad un ultimo e vastissimo anfiteatro: la conca di Bormio; da qui si dipartono verso ovest la Val di Dentro che conduce, attraverso il passo del Foscagno, a Livigno, a nord la Valle del Braulio col passo dello Stelvio, a est la Valfurva e a sud la Val di Sotto.

Ad occidente della Valtellina, con direzione nord-sud, troviamo la Valchiavenna, valle a forma di Y dove alla base si situa Chiavenna con la bassa valle, nel ramo di occidente la Val San Giacomo (o Valle Spluga) ed in quello di oriente si immette la Val Bregaglia ad andamento est-ovest e parzialmente situata in territorio svizzero (Figura 1.3).

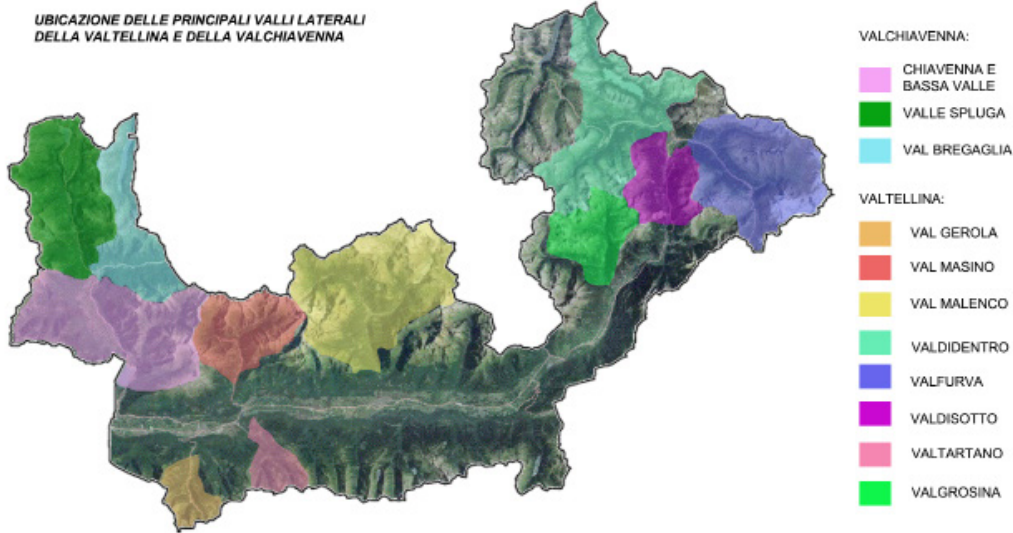


figura 1.3 ubicazione delle principali valli del Territorio

La Valtellina è ricchissima di acque, laghi grandi e piccoli, ma soprattutto torrenti e fiumi alimentati dai ghiacciai e nevai situati ad alta quota (Figura 1.4). Il fiume principale della Valtellina è l'Adda che la attraversa completamente, nascendo da una sorgente in Valle Apisella (alta Val di Fraele) a nord ovest di Bormio e immettendosi nel lago di Como,

alla sua estremità settentrionale. L'Adda è all'origine un piccolo torrente; ma poi s'accresce, procedendo da paese a paese, perché riceve da ambedue le rive grossi e piccoli corsi d'acqua per tutto il percorso del Bormiese e della Valtellina.

Anche le acque della Val Poschiavo, situata in territorio svizzero, contribuiscono ad alimentare l'Adda; gli altri affluenti sono per lo più torrenti, caratterizzati da portate variabili ed elevate velocità.

Il fiume Mera invece forma la Valchiavenna: nasce dal Piz Duan nel cantone svizzero dei Grigioni, percorre la Val Bregaglia entrando in Italia, a Chiavenna piega verso sud arrivando a formare il lago di Mezzola; da qui scorre attraverso la riserva naturale del Pian di Spagna e si getta nel lago di Como nei pressi di Sorico. Il suo principale affluente è il torrente Liro che forma la Valle Spluga. Il lago di Mezzola in passato faceva parte del lago di Como, rappresentandone il

proseguimento settentrionale, ma l'ingente quantità di detriti che esso riversava nell'Adda fu la causa del suo progressivo distaccamento.

Tra i laghi della valle bisogna citare il lago Gallo a Livigno, i laghi di Cancano e San Giacomo in Val di Fraele, il lago dell'Alpe Gera in Valmalenco e il lago della Valle di Lei; questi non sono veri e propri laghi, ma bacini artificiali costruiti tramite sbarramenti fluviali

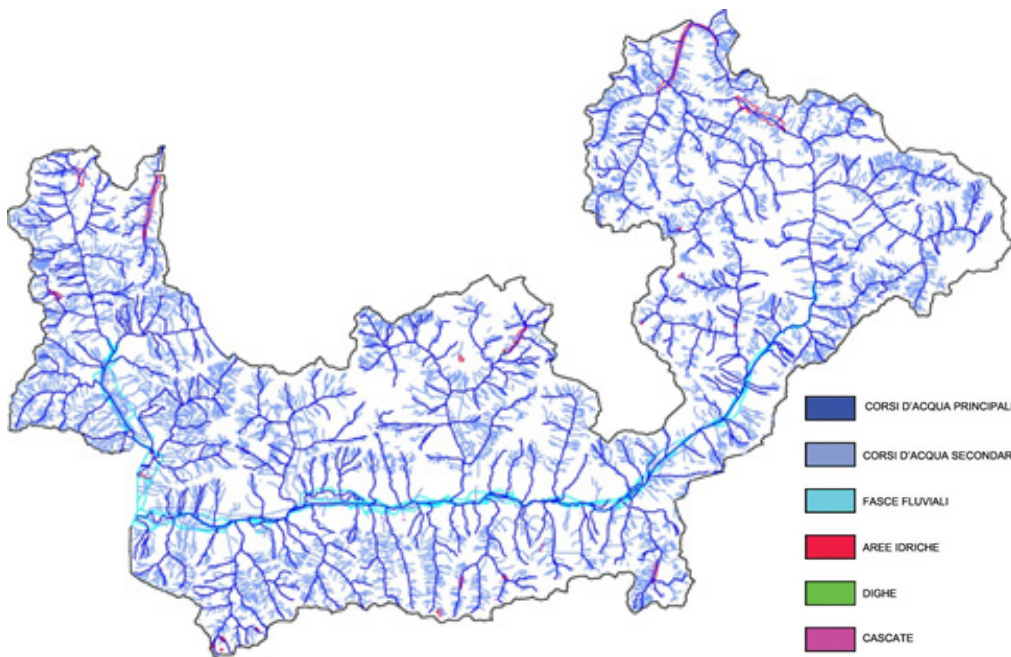


figura 1.4 rete idrica di Sondrio

per la creazione delle numerose centrali idroelettriche dislocate sul territorio che producono energia idroelettrica pari a 6320 kWh, cioè un settimo dell'intera produzione nazionale. Il territorio della provincia di Sondrio è interamente montuoso ed è interessato da un ampio sistema di aree con diverso grado di tutela della natura e della biodiversità: il Parco Nazionale dello Stelvio, il Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi, sette Riserve Naturali e due Parchi Locali di Interesse Sovracomunale per una superficie complessiva di 111.904 ettari, che rappresenta il 20% delle aree protette regionali (Figura 1.5).

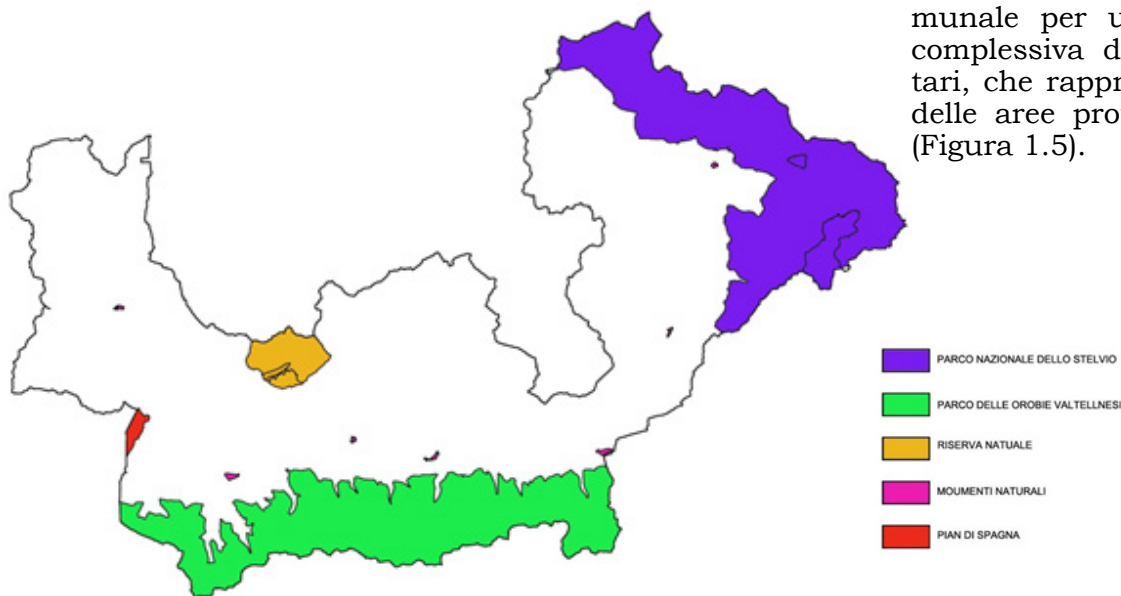


figura 1.5 ubicazione dei principali parchi del Territorio

1.1.1 Le infrastrutture

Sono state studiate le infrastrutture principali presenti sul territorio della provincia di Sondrio e le più importanti arterie che collegano le Valli con il territorio circostante, italiano ed europeo. E' emersa una situazione con gravi carenze su tutti gli aspetti viabilistici sia stradari che ferroviari, essendo un territorio che ha subito in questi ultimi anni un grande sviluppo turistico, soprattutto nei periodi invernali porta ad accogliere una grande influenza di persone, in particolare si è notata la mancanza di autostrade interne al territorio che permetterebbero una minor congestione di mezzi e la limitata rete ferroviaria non permette ai turisti di raggiungere la meta senza un mezzo proprio.

1.1.1.1 I principali collegamenti stradali

La Valtellina non è ben collegata alle altre province lombarde e nemmeno con gli stati Europei confinanti in quanto nella provincia di Sondrio non sono presenti reti autostradali ma, le principali autostrade (Figura 1.6) che collegano le città più lontane con la rete stradale valtellinese sono:

- A9 Como Svizzera,
- A4 Milano Brescia,
- A22 Brennero.

Tutte queste autostrade si fermano esternamente al territorio Valtellinese, rendendo più difficoltoso il raggiungimento di questo territorio, questa è una grande carenza che si fa sentire molto, soprattutto da questi ultimi anni essendo diventato un'importante meta turistica invernale, per le innumerevoli località sciistiche, ma anche estivo per la possibilità di escursioni.



figura 1.6 vie di collegamento con le principali città limitrofe

E' stato riportato l'elenco di tutte le strade statali presenti nella Provincia di Sondrio per poter avere una visione completa del collegamento della media Valtellina al sistema viario nazionale. *Le lunghezze sono riferite al tratto stradale che attraversa il territorio Valtellinese. La Valtellina è fornita di varie strade statali ma, sono numerosi gli aspetti negativi della rete stradale:

- Insufficienza di strade nel fondovalle che è la zona più trafficata
- A Morbegno, Sondrio e Tirano si verifica spesso la congestione tipica dei paesi ad elevata densità abitativa
- Lungo le strade principali sono presenti strozzature che limitano il passaggio dei mezzi creando traffico
- Mancano alcuni collegamenti con le valli e con paesi in quota
- Non c'è integrazione tra rete stradale e ferroviaria.

Denominazione	Percorso	Lunghezza *
36 dello Spluga	Dal Trivio di Fuentes al passo dello Spluga.	km 53,5
36 del Maloja	Da Chiavenna a Castasegna	km 10
38 dello Stelvio	Dal Trivio di Fuentes al passo dello Stelvio	km 124
39 dell'Aprica	Da Tresenda al passo dell'Aprica	km 14
300 del Gavia	Da Bormio al passo del Gavia	km 26
301 del Foscagno	Da Bormio a Livigno	km 37
402 Valeriana	Dall'innesto della S.S. n.38 a Morbegno, fino a Dubino	km 12
404 della Val Masino	Dall'innesto nella S.S. n.38 ad Ardenno, fino ai Bagni di Masino	km 17
405 della Val Gerola	Dall'innesto della S.S. n. 38 a Morbegno, fino a Fenile	km 17.5
550 Variante S.S. 39	Dall'innesto nella S.S.n.38 (Villa di Tirano) alla S.S. n.39 proveniente da Tresenda	km 3

tab 1.1 strade statali del territorio

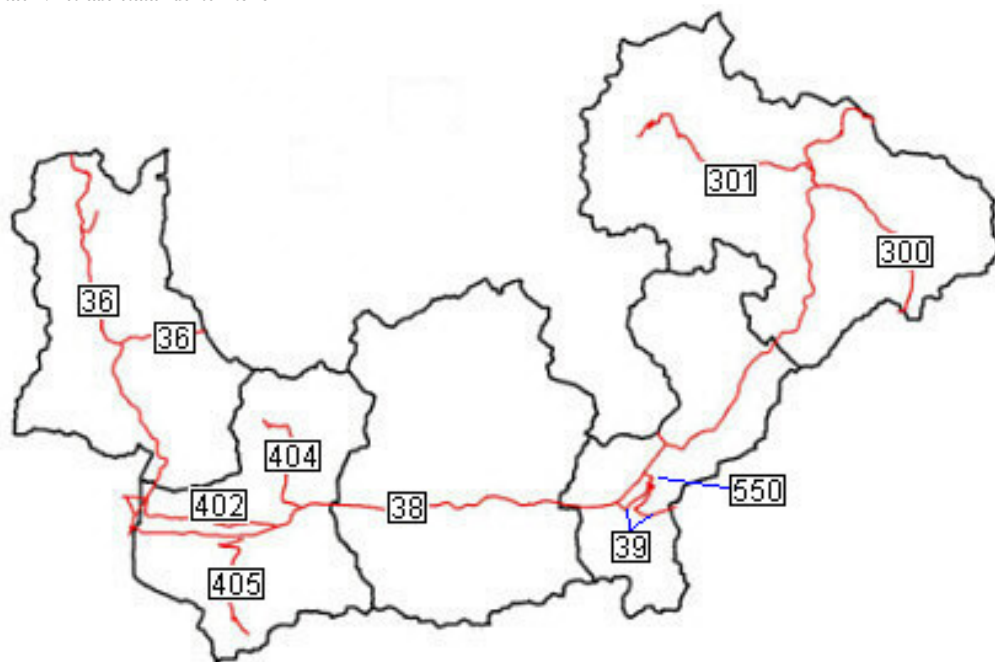


figura 1.7 rete stradale statale della Valtellina

Le prime strade realizzate sono state quelle dello Spluga e dello Stelvio, entrambe iniziate nel 1818, a cui fa seguito nel 1855 la strada dell'Aprica. Successivamente anche i comuni vennero sollecitati per migliorare le strade comunali, superando così l'isolamento della Valtellina, l'attuale rete viaria, potenziata e migliorata si è innestata sulla struttura-base realizzata durante il periodo austriaco. (Figura 1.7).

Le strade provinciali sono 72, di lunghezza contenuta a qualche chilometro poste principalmente tra Morbegno e Tirano e collegano i centri abitati del versante retico ed orobico con la SS38 a fondovalle. (Figura 1.8).

Le strade provinciali sono state oggetto in questi ultimi anni di numerosi interventi di manutenzione da parte delle amministrazioni comunali, che hanno rifatto gran parte delle strade che collegano i centri abitati con gli alpeggi, salvaguardando l'agricoltura sui terrazzamenti e il pascolo in alpeggio. Gli aspetti meno curati delle strade di montagna sono stati, la mancanza di interventi per garantire il regolare deflusso delle acque e l'abbandono delle vecchie mulattiere. Sarebbe inoltre auspicabile che venissero realizzate delle piste ciclopedonali nelle zone di interesse paesaggistico e naturalistico, sull'esempio di quella realizzata dalla Comunità montana di Sondrio lungo l'Adda e denominata Sentiero Valtellina.

- n. 4: Ardenno-Villapinta-Berbenno (km.7,800)
- n.14: Forcola-Albosaggia (km.18,150)
- n.15: Sondrio-Chiesa-Lanzada (km.16,280)
- n.21: Sondrio-Montagna-Poggiridenti-Tresivio-Ponte-Teglio (panoramica Dei Castelli: km.18)
- n.57: Tresenda-Teglio (km.7,155)
- n.63: Sondrio-Triangia-Castione-Berbenno (km.14,445)



figura 1.8 rete stradale provinciale della Valtellina

1.1.1.2 La rete ferroviaria

Come si può notare dall'immagine sotto riportata (Figura 1.9), la rete ferroviaria presente nel territorio valtellinese è poco sviluppata, la realtà del territorio appare particolarmente problematica, con un traffico merci ed un traffico persone penalizzati dall' inadeguatezza della rete e dalla insufficienza delle condizioni di servizio. Le sole reti presenti sul territorio sono: la linea Milano-Tirano e il tronco minore Colico-Chiavenna.

Un'importante rete ferroviaria presente sul territorio è la ferrovia retica del Bernina che parte da Tirano e arriva a Saint Moritz in Svizzera. Costruita tra il 1907 e il 1910 a scopo turistico, la linea raggiunge un'altitudine massima di 2253m. Dal luglio del 2008 è entrata nella lista dei patrimoni dell'umanità dell'UNESCO.



figura 1.9 rete ferroviaria

1.1.1.3 I passi ed i valichi della valle

I passi in Valtellina sono dislocati lungo tutto il territorio (Figura 1.10).

- Passo Aprica: mette in comunicazione la Valtellina e la Val Camonica delineando il confine tra Brescia e Sondrio.

- Passo Foscaigno: mette in comunicazione la valle di Livigno con la Valldidentro e la Valtellina, raggiungibile tramite la strada statale 301, il passo è l'unica via che permette di raggiungere Livigno senza passare per la Svizzera e costituisce un valico alpino della alpi retiche occidentali. Inoltre questo passo fa da spartiacque tra il fiume dell'Inn a nord e dell'Adda a sud.



figura 1.10 i principali passi della Valtellina

- Valico del gallo: si trova a nord di Livigno ed è raggiungibile costeggiando il lago artificiale del paese ed è una delle vie di comunicazione con la Svizzera.

- Passo Maloja: è un importante valico stradale svizzero delle alpi retiche occidentali, mette in comunicazione la ValChiavenna con l'Engadina, unendo le città di Chiavenna e Saint Moritz, separa le alpi del Bernina dalle Alpi dell'Albula. La morfologia è asimmetrica, sul versante della val Bregaglia è molto ripido e roccioso mentre sul versante opposto è costituito dall'altopiano dell' Engadina.

- Passo Bernina: valico alpino in territorio svizzero e mette in comunicazione Poschiavo con l'Engadina e separa le alpi di Livigno dalle alpi del Bernina. Il percorso tra Sant Moritz e Tirano è di 58 chilometri percorribili sia in automobile che in ferrovia a bordo del suggestivo trenino rosso del Bernina Express.

- Passo Spluga: posto sul confine tra Italia e Svizzera, mette in comunicazione l'alta valle Spluga con la valle del Reno, orograficamente divide le alpi Lepontine dalle alpi Retiche. Il suo tracciato, famoso per il suo agevole traffico fin dall'antichità, è però caratterizzato da 72 tornanti.

Passo San Marco: è il valico automobilistico tra la Val Brembana e la Valtellina, le pendenze stradali sono spesso maggiori del 10%, ed è per questo motivo che il passo San Marco rimane aperto e transitabile solo nel periodo estivo.

- Passo Mortirolo: mette in comunicazione la Valtellina e la Val Camonica, collegando le province di Sondrio e Brescia. La strada di questo passo è stretta e poco frequentata in quanto si preferisce il passo dell'Aprica. Il versante nord, con inizio a Mazzo di Valtellina è una delle salite più ripide dell'Europa, con pendenze sempre sopra il 10% e punte del 18%, il versante sud di Edolo risulta essere più lungo ma più accessibile, mentre il versante ovest di Livigno è dei tre quello più lungo ma più semplice.

- Passo Gavia: è uno dei passi alpini più spettacolari d'Europa, mette in comunicazione la valle del Gavia con l'alta valle Camonica, si raggiunge dalla valle Camonica attraverso una

strada a tornanti, la strada è percorribile solo nel periodo estivo in quanto raggiunge pendenze del 16%.

- **Passo Stelvio:** è il valico automobilistico più alto d'Italia e il secondo d'Europa, divide le alpi retiche meridionali dalle alpi retiche occidentali e si trova all'interno del parco nazionale dello Stelvio, la strada che lo percorre è costituita da 48 tornanti sul versante altoatesino e 36 su quello lombardo.

- **Passo Santa Maria:** valico alpino situato in prossimità del confine italo-svizzero sulle alpi retiche occidentali, è un valico principalmente turistico e poco utilizzato per il trasporto a causa dell'elevata altitudine.

- **Passo Forcola:** valico alpino delle alpi retiche occidentali, mette in comunicazione una valle a sud delle Alpi di competenza politica elvetica la Val Poschiavo con una valle situata a nord delle Alpi politicamente italiana la Valle di Livigno. Presso questo passo sorge la dogana italiana, mentre quella svizzera si trova più a valle. Il versante italiano che sale da Livigno non presenta tornanti l'altro versante, a tratti più tortuoso permette di ammirare paesaggi delle alpi retiche.

Mentre quelli che nel periodo invernale vengono chiusi al traffico sono:

Passo Spluga	2115 m s.l.m
Passo San Marco	1992 m s.l.m
Passo Mortirolo	1852 m s.l.m
Passo Gavia	2621 m s.l.m
Passo Stelvio	2758 m s.l.m
Passo Santa Maria	2502 m s.l.m
Passo Forcola	2315 m s.l.m

tab 1.2 i passi chiusi nel periodo invernale

I principali passi della Valtellina che rimangono aperti tutto l'anno sono:

Passo Aprica	1176 m s.l.m.
Passo Foscagno	2291 m s.l.m.
Valico del Gallo	1693 m s.l.m.
Passo Maloja	1815 m s.l.m.
Passo Bernina	2315 m s.l.m.

tab 1.3 i passi sempre aperti

1.2 La formazione della catena alpina

La formazione della catena alpina è definita dagli scienziati tramite la teoria della tettonica a zolle, tramite l'ipotesi che le catene montuose si siano generate dalla collisione di zolle continentali, mosse da forze di tipo termico interne alla terra. Le Alpi si sono dunque formate all'inizio del Giurassico (ca. 130 milioni di anni fa), a seguito della collisione dei due più antichi continenti, Africa e Eurasia. A testimonianza di questo si staglia la linea insubrica che attraversa il tratto est-ovest della Valtellina (Figura 1.11): è una linea che divide le Alpi meridionali (versante orobico valtellinese) da quelle settentrionali (versante retico).



figura 1.11 la linea insubrica che attraversa la Valtellina

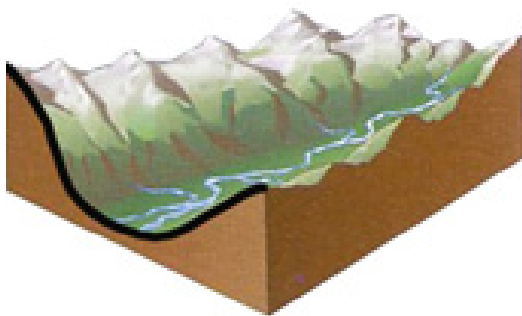


figura 1.12 la Valle a U

La morfologia della provincia di Sondrio è stata fortemente determinata dall'azione erosiva svolta dai ghiacciai quaternari: l'ultima grande glaciazione si ebbe tra 20000 e 15000 anni fa quando l'intera provincia di Sondrio era sepolta da una coltre di ghiaccio che raggiungeva 2 km di spessore nelle valli più profonde; oggi la presenza dei ghiacciai è limitata ad alcuni gruppi principali: Bernina - Disgrazia, Ortles - Cevedale. Il secondo ghiacciaio più grande di tutte le alpi italiane è il ghiacciaio dei Forni in Valfurva, esteso per circa 13 km².

L'azione dei ghiacciai ha dato origine al formarsi della caratteristica valle a U (Figura 1.12), erodendo la depressione in cui scorrono per tutta la loro larghezza; in Valtellina si trovano paesaggi caratteristici della natura glaciale della valle come ad esempio i "circhi glaciali" costituiti da

conche di roccia scavate dal ghiacciaio con all'interno un piccolo lago, oppure le marmitte glaciali, ovvero grosse cavità scavate nella roccia dalla forza erosiva delle acque di fusione dei ghiacciai. (Figura 1.13 Figura 1.14). L'erosione glaciale infine è stata in parte influenzata dalla linea insubrica là dove la superficie terrestre appare più fragile rispetto alle aree circostanti, creando così il profondo solco rappresentato dal ramo est-ovest della Valtellina.



figura 1.13 le marmitte dei giganti in Valchiavenna



figura 1.14 un particolare delle marmitte dei giganti in Valchiavenna

1.1.3 La morfologia del territorio: i conoidi

La Valtellina si presenta morfologicamente come un ampio e lungo solco vallivo (Figura 1.15) ad andamento est-ovest nel quale si immettono diverse valli laterali, spesso mediante conoidi di notevoli dimensioni a forma di ventaglio aperto verso la valle (Figura 1.16); questi conoidi

situati principalmente nella fascia di raccordo tra montagna e pianura, sono di origine morenica o alluvionale: la loro origine è da attribuire ai corsi d'acqua dei torrenti che, periodicamente soggetti a piene, facevano finire a valle enormi quantità di materiale grossolano proveniente da argini erosi o da frane di vallate laterali, che venivano depositati sul fondovalle (Figura 1.17). Questo tipo di accumulo costituisce un ambiente sedimentario in cui la sedimentazione è controllata da correnti fluviali ad elevata velocità a causa degli alti gradienti topografici in gioco, ed è caratterizzato da un reticolo idrografico di tipo intrecciato.



figura 1.15 il conoide di Albosaggia a Sondrio

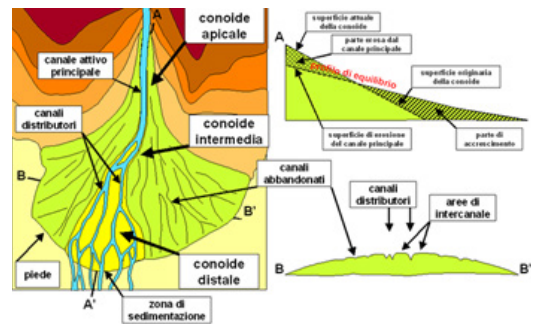


figura 1.16 schema di formazione dei conoidi alluvionali



figura 1.17 il territorio Valtellinese e la presenza di numerosi conoidi

1.1.4 I terrazzamenti del versante retico

La richiesta per inserire i vigneti della Valtellina, da prima nella lista propositiva italiana e in conclusione nella Lista del Patrimonio Mondiale Unesco, è stata fatta con la motivazione di: Paesaggio culturale evolutivo e vivo. La fondazione vita alle vite di Valtellina è stata fondata il 28 luglio 2003 a Sondrio, con lo scopo di promuovere e tutelare i siti territoriali occupati da coltivazioni di vite, racchiudendo tra gli associati oltre 1000 viticoltori ed il 100% delle cantine valtelinesi. La fondazione ProVinea, vuole proteggere l'area viticola terrazzata di montagna più estesa d'Europa, per il suo valore storico, culturale e sociale ma anche il duro lavoro dell'uomo che ha reso possibile questa meravigliosa realtà naturale, dapprima con la costruzione e poi con la manutenzione dei muretti e di coltivazione dei terreni, facendo sì che l'intera cultura della provincia si identificasse nei secoli con i suoi terrazzamenti. La richiesta per l'inserimento nel patrimonio mondiale dell'UNESCO, nasce dalla convinzione che la coltivazione terrazzata o "eroica" (come viene anche definita), della vite in montagna, ha nella Valtellina il sua massima espressione. Il sistema terrazzato della provincia di Sondrio è costituito da muretti realizzati a secco in sasso che sostengono i ronchi vitati, per uno sviluppo stimato attorno ai 2.500Km, la cui realizzazione è iniziata in tempi molto antichi, un lavoro senza sosta che continua tutt'oggi con il lavoro quotidiano dei viticoltori che mantengono il territorio. L'incidenza per ettaro dei muretti è di 2000 m² di superficie verticale e di conseguenza con costi di mantenimento molto elevati. La sopravvivenza della viticoltura eroica è necessaria in quanto testimonianza attiva della cultura alpina e contadina, oltre che potrà essere motivo di sviluppo economico in campo agricolo e turistico.

La fondazione ProVinea, non ha scopo di lucro e i suoi principali scopi di solidarietà sociale sono:

- la tutela del territorio viticolo terrazzato della provincia di Sondrio;
- la tutela e la valorizzazione delle tradizioni storico-culturali ed ambientali;
- la promozione di iniziative finalizzate alla tutela e valorizzazione del territorio e difesa dell'ambiente;
- la promozione di studi e ricerche multidisciplinari inerenti la montagna dell'area Valtellinese;
- la gestione di risorse economiche e finanziarie finalizzate a perseguire gli scopi statutari con esclusione di ogni finalità di lucro.

La localizzazione degli interventi (Figura 1.18) è:

-Comunità Montana Valtellina di Tirano:

Comuni di Grosotto, Mazzo di Valtellina, Vervio, Lovero, Sernio, Tirano, Villa di Tirano, Banzzone, Teglio.

-Comunità Montana Valtellina di Sondrio:

Comuni di Chiuro, Ponte in Valtellina, Tresivio, Poggiridenti, Montagna in Valtellina, Castione Andevenno, Postalesio, Berbenno di Valtellina.

-Comunità Montana Valtellina di Morbegno:

Comuni di Buglio in Monte, Ardenno, Morbegno, Dazio, Civo, Mello, Traona, Cercino, Cino, Mantello, Dubino.

-Comunità Montana della Valchiavenna:

Comuni di Mese, Gordona, Chiavenna, Piuoro, Villa di Chiavenna, Prata Camportaccio.

-Comune di Sondrio

La tipologia degli interventi preventivi ammassa dai finanziamenti sono:

- sistemazione di rampe di accesso ai terrazzamenti;

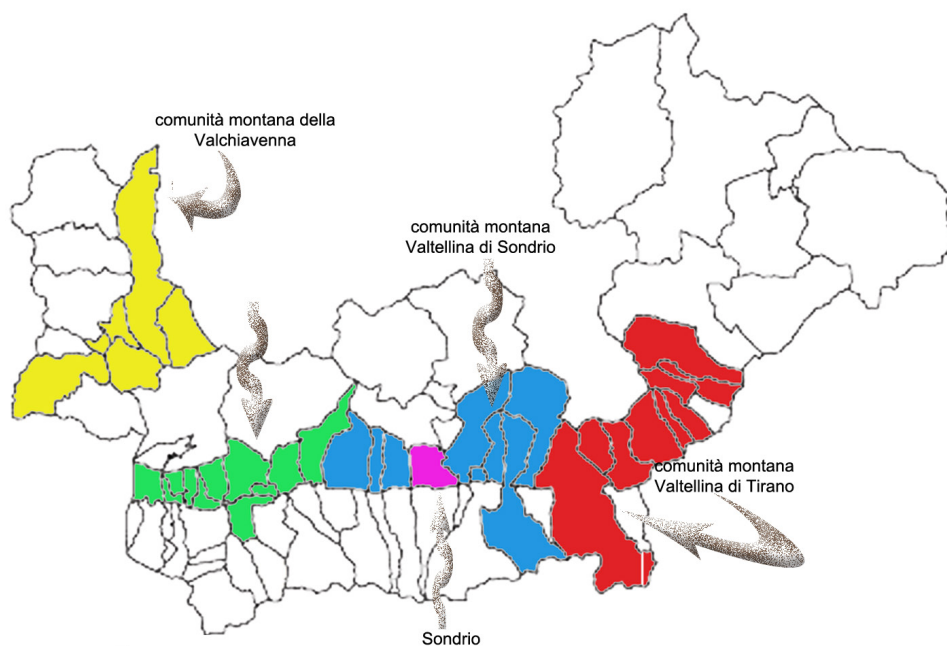


figura 1.18 la localizzazione degli interventi preventivi di manutenzione per la candidatura all'UNESCO

- sistemazione di scale;
- sistemazione di muri di sostegno;
- ripristino di drenaggi e scoli di acque meteoriche;
- pulizia di incolti.

La vite per la popolazione valtellinese è sempre stato un elemento caratterizzante ed è per questo che ha acquistato valore per la popolazione.

Valore storico:

I primi dati certi riguardo al vino della Valtellina risalgono all'837 e lo sviluppo dalle prime coltivazioni è andato via via crescendo in quanto si è mostrata una vera fonte di sostentamento. Dal versante Retico valtellinese partivano i carri carichi di vino per tornare carichi di ferro, di grano, animali e formaggi. L'esportazione dal territorio era libera in ogni direzione anche se regolata dal pagamento di dazi. E' in questo periodo che si sviluppa e si diffonde la costruzione dei terrazzamenti. Il sistema terrazzato fu utilizzato come metodo di dissodamento dei versanti montani affinché fosse possibile recuperare le costiere pedemontane. Questo permise anche di proteggere le coltivazioni dalle rappsaglie dei briganti che transitavano nel fondo valle e di evitare le frequenti inondazioni provocate dalle improvvise piene del fiume. Il terrazzamento si realizza attraverso una miriade di muri a secco in sasso che sostengono i ronchi vitati. Trattasi di un'opera colossale, perpetuata nel tempo grazie al lavoro intenso e quotidiano dei coltivatori che diventano gli autentici manutentori del territorio. (Figura 1.19)



figura 1.19 i terrazzamenti in unione al paesaggio storico

Nel 1976 fu istituito il Consorzio volontario per la tutela della denominazione di origine controllata dei vini di Valtellina. Perfezionato in epoca recente, il 9 maggio 2001 ne è stato approvato lo statuto.

Valore culturale:

Le tre varietà in gioco, quella della vite, quella del terreno e quella della tecnica di coltivazione, devono considerarsi concatenate, si ottiene così un adattamento reciproco dei tre inscindibili fattori. Va quindi tenuto conto che la densità più o meno fitta dei ceppi di vite piantati, la loro varia altezza, più o meno limitata, il loro carico di prodotto per ceppo, la loro disposizione per filari, la varia disposizione dei tralci, con o senza apparati artificiali con pali di varia fattura, la disposizione dei vigneti in piano o in terrazzamenti sul terreno più o meno inclinato, la loro esposizione al sole, al vento, alle nebbie, alla brina, è stata da sempre insita nel lavoro dei contadini grazie alla cultura che di anno in anno, generazione in generazione, è stata tramandata. La vite in montagna richiede un lavoro duro e costante, fatto d'amore da parte dei lavoratori che hanno scelto di continuare una lavorazione piena di sacrifici, ma è proprio questo lavoro che fa della vite e del vino della Valtellina un eco-museo vivente della civiltà agricola.

Valore paesaggistico e ambientale:

Il paesaggio della Valtellina, cambia man mano che l'utilizzazione agricola del territorio avanza.

Dapprima è caratterizzato, infatti, dall'insediamento della popolazione in un numero ridotto di nuclei, circondati ciascuno da campi, vigne, prati, e separati gli uni dagli altri da fasce boschive, incolti, torrenti senza letto fisso, acquitrini. Poi, man mano che la popolazione cresce, aumenta il numero dei centri abitati, come aumentano i coltivi, mentre, progressivamente, spariscono gli incolti. Soltanto il fondovalle rimane quasi completamente abbandonato al divagare dei corsi d'acqua perché una loro regimazione a mezzo di argini e ripiene sarebbe troppo impegnativa per i mezzi economici e tecnici di queste piccole comunità autosufficienti.

Lo sviluppo della popolazione ha portato ad una maggior richiesta di terreni da coltivare, nasce quindi lo sviluppo dei terrazzamenti.

Questa attività di sistemazione del terreno inizia quando non sono più disponibili fondi già naturalmente predisposti all'utilizzazione agricola, cioè sufficientemente piani e leggeri da poter essere lavorati a mano senza troppe diffi-



figura 1.20 le vigne e il contesto paesaggistico

coltà. E cioè i terreni delle conoidi fluviali, dei terrazzi strutturali, delle prime pendici montane o del fondovalle più asciutto, sono esauriti (Figura 1.20).

Si hanno fonti certe dei primi terrazzamenti nel 1716, in un manoscritto di Piero Angelo Lavizzari, dove descrive il fianco destro della Valtellina, come una «collina... coperta a viti maestrevolmente lavorate, e tutta sostenuta a corone murate».

Valore economico:

Al censimento 2000, con 7.450 aziende agricole, risulta pari al 10% la percentuale delle aziende agricole rilevate nella provincia di Sondrio rispetto al totale rilevato nel contesto regionale. La superficie media per azienda è pari a 25 ettari circa; di questi, la superficie agricola utilizzata (SAU) è mediamente il 49,5%.

Rispetto al 1990, il numero delle aziende agricole si è dimezzato, ma si è accresciuta nel contempo la superficie media per azienda (14,5 ettari nel 1990) e l'incidenza della superficie agricola utilizzata (43,6% nel 1990).

Sulla superficie a vigneto di circa 1200 ettari sono state insediate varie coltivazioni di elevato valore:

- Le DOCG Valtellina Superiore e Sforzato di Valtellina
- La DOC Rosso di Valtellina
- La IGT Terrazze Retiche di Sondrio

1.1.4.1 La richiesta per diventare patrimonio UNESCO

Quest'area inizia dove la valle corre perpendicolare al sole. Coinvolge il territorio di fascia costiera compresa tra i comuni di Ardenno, ad ovest, e Tirano ad est, per circa 45 km di lunghezza.

Territorio facilmente identificabile alla sinistra della strada statale 38, percorrendo la valle in risalita.

La candidatura della Valtellina si basa su tre concetti principali:

- il carattere unico dei diversi elementi naturali: acqua, suolo e sistema terrazzato;
- la condizione storico - culturale della viticoltura, nella sua più alta accezione produttiva, perfettamente adattata alle peculiarità ed avversità degli elementi naturali;
- la classificazione dell'architettura terrazzata, di cui la Valtellina rappresenta uno dei massimi sistemi viventi in Europa.

I fattori che influenzeranno la candidatura sono:

- l'ecosistema della fascia di versante che si considera deve essere integrato, un sistema in continua interazione con quelli limitrofi (boschi e aree antropizzate)
- Scegliere le parti più rappresentative del versante Retico
- Presenza di progetti in corso di recupero del versante terrazzato vitato
- Omogeneità, autenticità ed integrità del paesaggio culturale (versante vitato)
- Frazionamento (visivo) non elevato delle proprietà e delle coltivazioni
- Difficoltà di accesso ai vigneti superiori alla norma (per i mezzi meccanici)
- Presenza di rischio idrogeologico per le popolazioni a valle del versante
- Presenza di muri e muretti in cemento (elemento negativo)
- Presenza di insediamenti abitativi nell'area (elemento negativo)
- Presenza di fabbricati rurali nell'area (elemento positivo)
- Presenza e impatto ambientale di strade comunali e provinciali all'interno dell'area (elemento negativo)
- Presenza e impatto ambientale delle strade interponderali che servono alla viabilità interna dei vigneti (preferibilmente con i muri in sasso)
- Recuperabilità delle aree abbandonate, franate od occupate dal bosco
- La presenza di zone boschive ai confini dell'area vitate identificate non deve offrire l'impressione di avanzare verso l'interno del versante vitato
- Presenza di antenne per le telecomunicazioni, elettrodotti, condotte forzate ed altre infrastrutture non agricole (elemento negativo)
- Lavoro sovrumano realizzato dagli abitanti nel passato per rendere il versante accessibile (pendenze e quote elevate, difficoltà di accesso) con la costruzione e, ancor più, con il continuo lavoro di mantenimento dei terrazzamenti;
- Zone ancora vive ed economicamente rilevanti, esempio di occupazione di un territorio e della sua trasformazione al fine di renderlo ottimale per lo scopo preposto, sia pure a costi estremamente elevati in termini di lavoro
- Richiesta di lavoro fisico, rischi e costi di produzione superiori alla norma
- I confini delle aree devono essere visibili e il più precisi possibile, utilizzando a questo scopo

valli, valgelli, torrenti, ruscelli, monumenti, strade interpoderali, strade comunali, strade provinciali; in generale punti di riferimento visibili e relativamente invariabili

Per la candidatura le richieste che necessariamente devono essere rispettate sono:

- Versante Retico terrazzato, destra orografica del fiume Adda, esposto a sud
- Zone destinate alla produzione di vini a Denominazione di Origine Controllata e Garantita o Denominazione di Origine Controllata, riconosciute dai disciplinari ed iscritte ai rispettivi albi (850 ettari su 1.200 ettari totali comprese le zone I.G.T. e quelle per l'autoconsumo)
- Fascia del versante Retico terrazzato compresa fra il comune di Ardenno (19 Km ad ovest di Sondrio) e il comune di Tirano (27 Km ad est di Sondrio)
- Dimensioni delle aree singole non inferiori ai 10 ettari
- Pendenza elevata delle aree terrazzate
- I muretti devono essere al 90% di pietra con sasso a vista
- I muretti devono delimitare e sostenere la superficie
- Superficie coltivata a vigneto non inferiore all'80% dell'area coltivabile
- Superficie abbandonata non superiore al 10% dell'area coltivabile
- Superficie franata non superiore al 10% dell'area coltivabile
- Superficie coltivata non a vigneto non superiore al 10% dell'area coltivabile
- Superficie occupata dal bosco non superiore al 10% dell'area coltivabile
- Superficie occupata da strade diverse da quelle interpoderali non superiore al 10% dell'area coltivabile
- Superficie occupata da insediamenti abitativi non superiore al 10% dell'area coltivabile
- Superficie occupata da infrastrutture non agricole non superiore al 10% dell'area coltivabile.

La superficie che rispondeva a questa richiesta ricopre una superficie di 250 ettari (Figura 1.21) contro i 1250 ettari sottoposti ai finanziamenti di Pro-Vinea e riguarda i seguenti territori:

-Comuni di Castione Andevenno e Sondrio Zona D.O.C.G.

Area dall'abitato di Grigioni (Castione) fino a S. Anna e Via Valeriana (Sondrio)

-Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina Zona D.O.C.G.

Area da frazione Ponchiera fino all'abitato di Madonnina (Montagna in V.)

-Comuni di Sondrio, Montagna in Valtellina e Poggiridenti Zona D.O.C.G.

Area dalla Centrale Enel di Sondrio fino al confine con il comune di Tresivio

-Comune di Tegliò Zona D.O.C.G.

Zona "Fracia"

-Comune di Tegliò Zona D.O.C.G.

Area da Caselli (S. Giacomo di Tegliò) fino all'insediamento di Valgella

-Comune di Tegliò Zona D.O.C.

Versante di Tresenda

-Comune di Bianzone Zona D.O.C.G.

Dal confine con il comune di Tegliò fino all'abitato di Bianzone

-Comuni di Bianzone e Villa di Tirano Zona D.O.C.G.

Zone "Campagna", "Pioda" e "S. Antonio"

-Comune di Villa di Tirano Zona D.O.C.G.

Zone "Maranta", "Novaglia", "Valpilasca" e "Ragno"

-Comune di Tirano Zona D.O.C.G.

Zona "Baruffini"

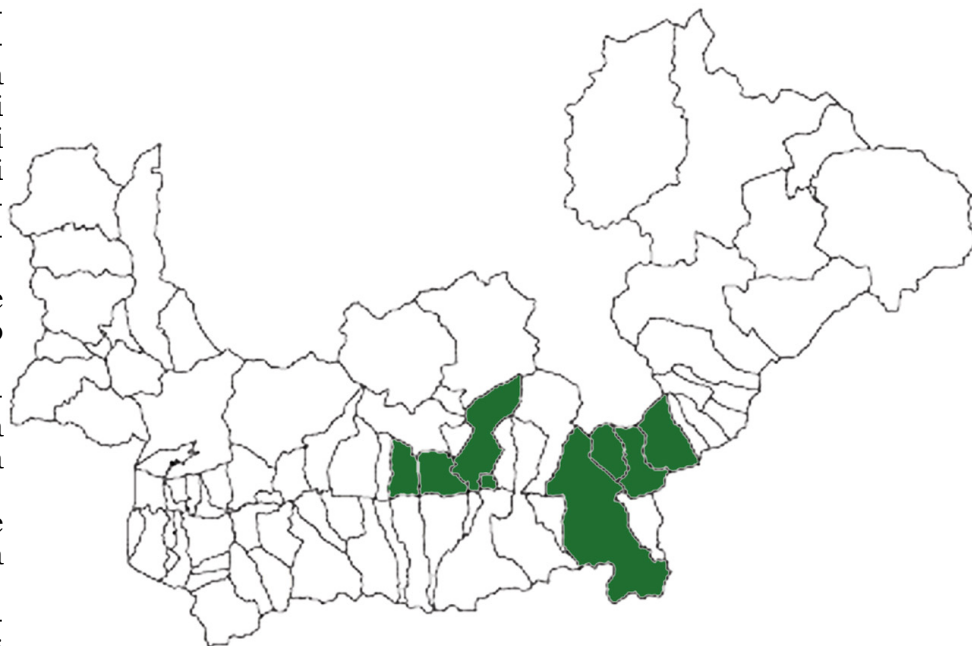


figura 1.21 i paesi sottoposti a candidatura

1.2 La storia della Valtellina e della Valchiavenna

Nei paragrafi seguenti si è cercato di ripercorrere in maniera molto sintetica gli avvenimenti storici principali che hanno avuto come scenografia il territorio della Provincia di Sondrio; la “carrellata” storica degli eventi ci serve per identificare le popolazioni che hanno abitato il territorio fin dai primi insediamenti, ci danno notizia dei popoli che nei vari anni si sono succeduti alla dominazione delle genti qui stanziate, prima fra tutti la lunga dominazione dei Grigioni che ha profondamente segnato gli usi, i costumi e le tradizioni degli abitanti della Valle. In merito a questo periodo storico vengono riportate delle interessanti cartografie che mostrano i confini del territorio valtellinese che andava formandosi, dove possiamo trovare la raffigurazione delle principali città fortificate, i percorsi dei fiumi, dei torrenti e l’indicazione dei vigneti. Di fondamentale importanza è risultato essere la posizione della valle dal punto di vista strategico dei collegamenti con gli altri stati e popoli, che ha portato ad esempio la Valchiavenna a diventare un importante snodo commerciale e di collegamento con la vicina Svizzera.

1.2.1 I primi insediamenti, fino all’epoca romana

Ripercorriamo velocemente la storia degli insediamenti umani che, fin dagli albori dei più lontani millenni, si sono succeduti nei territori di Valtellina e Valchiavenna: 18 mila anni fa circa questi territori erano coperti dall’ultimo ghiacciaio dell’era glaciale; 14 mila anni fa il ghiaccio si era ritirato al di sopra di Sondrio e fino a Chiavenna e 10 mila anni fa le Alpi iniziano ad essere scoperte dai cacciatori paleolitici, come testimoniano le tracce rilevate a Pian dei Cavalli (alta Valchiavenna) e al passo del Gavia in alta Valtellina. Al periodo del Neolitico risalgono alcune incisioni rinvenute sulla rupe Magna a Grosio (Figura 1.22) probabilmente di carattere magico-religioso; all’Età del Rame (3200-2500 a.C.) appartiene la maggior parte dei più noti reperti locali (ad esempio le stele di Caven (Figura 1.23) a Teglio), mentre all’Età del Bronzo (2500-1000 a.C.) risalgono gli oggetti in vetro e metallo e i cocci di terracotta e pietra ollare rinvenuti a Pian di Spagna. All’Età del Ferro (dal 1000 a.C. fino alla conquista romana) sono datate le iscrizioni etrusche di Montagna in Valtellina e Tresivio, nonché il bassorilievo di Bormio. Percorrendo la storia del territorio valtellinese dalla preistoria all’epoca romana, bisogna sottolineare il fatto che le Alpi centrali, a differenza di quelle occidentali e orientali, restarono per oltre due secoli ai margini della conquista romana che nel 196 a.C. raggiunse Como e lì si fermò. Successivamente nel II secolo a.C. i Romani conquistano i territori delle Alpi centrali occupate dai Reti (popolazioni stanziate nelle valli sopra Como, cioè un vasto territorio montagnoso che i romani chiamarono Raetia, ovvero Rezia) di origine etrusca ed aprirono le strade dello Spluga e del Settimo.



figura 1.22 particolare delle incisioni rupestri di Grosio



figura 1.23 stela di Caven

1.2.2 L’età delle invasioni

Nel IV secolo d.C., durante l’impero di Diocleziano, l’unità delle valli si ruppe; nell’ambito del decentramento deciso dall’imperatore per meglio controllare i confini dell’impero, la Rezia, che andava dalla Valtellina all’Austria, venne divisa in due unità amministrative: Rezia I corrispondente alla zona centro-alpina con capitale Coira, e Rezia II, estesa lungo il corso del Danubio, con capitale Augusta Vindelicum. Tale separazione nasceva come amministrativa, ma ben presto sarebbe diventata anche politica e culturale, favorendo la penetrazione degli elementi germanici a nord-est, anche se i popoli della Rezia II avrebbero mantenuto molto forti i caratteri e costumi locali, tanto è che ancor oggi nei Grigioni, in Trentino e in Friuli si parla Ladino. Durante l’invasione dei “barbari”, furono gli Ostrogoti provenienti dal nord Europa ad insediarsi nell’Italia settentrionale: fu infatti il re ostrogoto Teodorico ad unificare la Rezia e annetterla al regno d’Italia sotto il governo civile di un preside e quello militare di un duca. La lotta fra i Goti

al regno d'Italia sotto il governo civile di un preside e quello militare di un duca. La lotta tra i Goti e Bisanzio per aggiudicarsi le terre dell'impero, fu vinta dai Bizantini che stabilirono Ravenna capitale dell'impero sotto la guida di Giustiniano, l'imperatore romano d'oriente. Nel V secolo ha anche inizio l'evangelizzazione di Valtellina e Valchiavenna, quando Ambrogio nomina il primo vescovo di Como; nel 450 il vescovo Abbondio evangelizza la Valtellina. Intanto a scacciare i Bizantini dalle terre della Rezia ci pensano i Longobardi che entrano in Italia calandosi dalla pianura padana nel 569 e nel 774 questi ultimi vengono sconfitti definitivamente dai Franchi e da Carlo Magno che scende in Italia chiamato dal Papa Adriano I a difesa dei territori della Chiesa nel Lazio minacciati dai Longobardi; la Valtellina viene donata al monastero di Sant Denis, presso Parigi. Nel 843 con il trattato di Verdun, il Sacro Romano Impero si divide in regno di Francia, di Germania e d'Italia; i territori della Rezia gravitano verso la Germania, mentre le valli dell'Adda e della Mera gravitano sull'Italia, allontanando così definitivamente le due culture.

1.2.3 Il feudalesimo

Nel 888 tramonta l'impero carolingio e sorge il Regno Italico, controllato da famiglie feudali di origine germanica: in quest'epoca la Valtellina viene annessa al ducato di Milano; nelle valli dell'Adda e della Mera da secoli l'autorità politica e spirituale era nelle mani dei vescovi di Como e Coira e fu con loro che gli imperatori dovettero trattare per garantirsi il controllo dei



figura 1.24 Il castello di Grosio



figura 1.25 castel Grumello

passi e dei valichi che collegavano Italia e Germania. Gli ultimi 40 anni del X secolo sono dominati dalla dinastia Sassone degli Ottoni e da sottolineare che intorno al XI secolo in Valtellina e Valchiavenna iniziano a contarsi una decina di pievi (si formano le prime parrocchie). Un tempo in Valtellina si contavano più di sessanta architetture riconducibili a torri e castelli, ma oggi ne restano una trentina e non in buono stato. La tipologia andava dalla torre isolata a quella inserita in un recinto, fino ad arrivare al vero e proprio castello. Fra quelli più importanti e significativi possiamo ricordare quello di Bellaguarda a Tovo Sant'Agata e il castello di Grosio (Figura 1.24) dove il complesso comprende una serie di fortificazioni legate una all'altra, distrutte però dai Grigioni nel 1526; il Castel Grumello (XII sec) (Figura 1.25) a Montagna e Castel Masegra rappresentano due dei castelli maggiormente fortificati della valle. Durante la lotta tra Guelfi e Ghibellini, cioè tra sostenitori dell'autonomia dei Comuni e della Chiesa dalla potestà imperiale e fra gli assertori della sovranità universale dell'impero, il territorio Valtellinese fu teatro di scontri fra la Milano guelfa e Como, sostenitrice della fazione imperiale. La popolazione valtelinese dovette entrare nello scontro a difesa ed in aiuto dei Comaschi, per via dei loro rapporti di vassallaggio con il vescovo di Como. Nel 1335 i signori di Como, i Rusca, cedono la loro signoria ad Azzone Visconti, signore di Milano, che occuperà la Valtellina e la Valchiavenna, salvo il contado di Bormio.

1.2.4 La dominazione dei Grigioni

La dominazione dei Grigioni è stata la più lunga che ha avuto la Valtellina e i contadi di Chiavenna e Bormio, durata più di due secoli e mezzo e coincidente cronologicamente con la nascita della cartografia locale e con il suo sviluppo (Figura 1.26), prima dell'avvento delle rappresentazioni moderne.

- 1335 Azzone Visconti strappa i territori della diocesi di Como al vescovo che da 5 secoli era stato vassallo, pertanto anche i territori di Valtellina e Valchiavenna passano sotto la signoria dei Visconti; la Valtellina viene divisa in terziari: quello inferiore da Olonio a Ardenno, quello di mezzo fino a Teglio e quello superiore da Villa di Tirano a Sondalo; vi erano poi il contado di Bormio e quello di Chiavenna. Alla dominazione dei visconti come signori di Milano subentrarono gli Sforza.

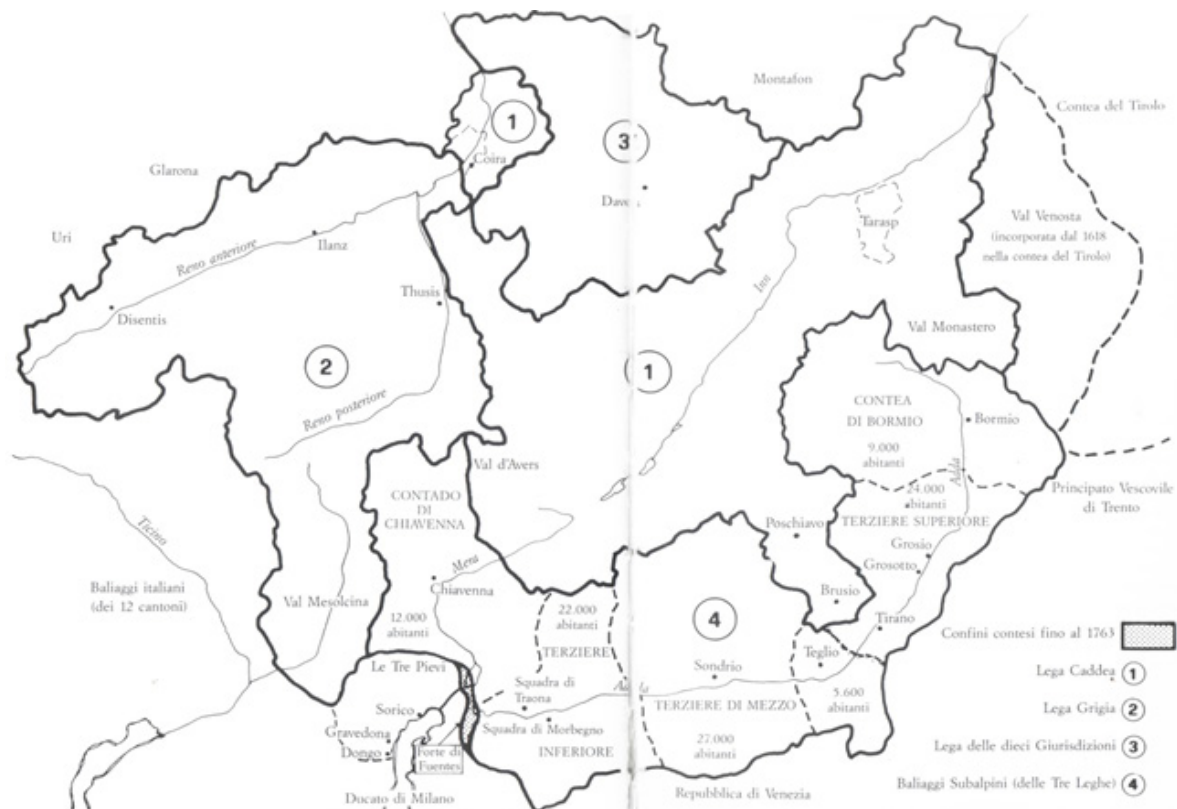


figura 1.26 la dominazione dei Grigioni

- 1367 viene istituita tra comunità libere a nord delle alpi la lega Caddeea o della Ca' di Dio (in tedesco Gotteshausbund, in romancio Lia da la Chadé), in unione con la Lega Grigia e la Lega delle Dieci Giurisdizioni; formò in seguito la Repubblica delle Tre Leghe che diede vita al moderno Canton Grigioni.
- 1486 si ha la prima invasione dei Grigioni a danno di Bormio e Valchiavenna
- 1487 seconda invasione dei Grigioni che raggiunsero dal passo del Foscagno Bormio, dove si bruciavano case e si facevano saccheggi, espugnarono Teglio e Caiolo; la pace firmata ad Adenno prevedeva la restituzione delle terre occupate a patto che i grigioni avessero un'indennità e l'esenzione completa dai dazi. A seguito di questi attacchi, Lodovico il Moro predispose un vasto piano di fortificazione attraverso mura di cinta attorno ai contadi (verranno realizzate solo le cinte di Chiavenna e Tirano e la muraglia all'imbocco del contado di Bormio).
- 1499 Ludovico il Moro viene sconfitto dai francesi e di conseguenza i territori di Valtellina e Valchiavenna finiscono sotto la dominazione di Luigi XII per 12 anni;
- 1512 i Grigioni sconfiggono i francesi aiutati dai mercenari svizzeri e scendono su Bormio e su Chiavenna: strategicamente parlando le valli dell'Adda e della Mera avrebbero permesso di avvicinarsi al Mediterraneo, offrendo terreni più adatti all'agricoltura, in particolar modo alla vite, oltre a rappresentare un importante territorio per i transiti e pedaggi.
- Solo nel 1915 venne nominato un governatore civile e tre anni dopo gli Asburgo riconobbero come stato autonomo quello dei Grigioni con le valli a sud unite "in alleanza". Da sottolineare un fatto importante: nel 1525 due terzi circa della popolazione delle Leghe aderì alla riforma protestante; la Valtellina e la Valchiavenna divennero luogo di rifugio per i profughi dall'Italia per motivi religiosi in quanto qui si potevano professare entrambe le religioni. Nell'intera Valtellina i riformati erano solo il 2,5 % della popolazione totale.
- 1620 a Tirano scoppiò un'insurrezione valtellinese o Sacro Macello con lo scopo di proclamare l'indipendenza dai Grigioni e allontanare i riformati; anche se a muovere il popolo nella rivolta furono principalmente i suddetti motivi religiosi, fu maggiormente un'iniziativa di carattere elitario, al fine di ridare autonomia agli aristocratici valtellinesi, aiutati dalla Spagna (in quel tempo vigeva il ducato di Milano al confine con i Grigioni) e capeggiati da Giacomo Robustelli, poi eletto governatore della Valtellina. Ora il territorio diviene teatro di scontro fra la Spagna e la Francia: quest'ultima voleva impedire alla Spagna, che già possedeva il ducato di Milano, di aggiudicarsi il corridoio valtellinese e avvicinarsi così all'impero Austriaco.
- 1624 ci fu l'invasione francese che venne però fermata a Novate dagli spagnoli; si arrivò alla firma di un trattato che sanciva la consegna delle fortificazioni spagnole e l'allontanamento delle truppe con il conseguente ritorno delle valli ai Grigioni, ma con il diritto di eleggere i propri magistrati.

- 1629 il passaggio dei lanzichenecchi imperiali diretti a Mantova per conto dell'imperatore Ferdinando II fu causa del dilagare della peste in Valtellina che dimezzò la popolazione.
- 1797 la Francia aveva unificato nella repubblica Cisalpina la Cispadania e la Transpadania; in Valtellina il partito filofrancese crebbe di popolarità e il 10 ottobre Napoleone decretò che la Valtellina e contadi erano liberi di unirsi alla Cisalpina. Durante il dominio grigione si andò estendendo la coltivazione della vite sul versante destro sia in Valtellina fino a Tirano che in Valchiavenna, seppur in minor quantità. Nel settecento crebbe ulteriormente e si diffusero i terrazzamenti che oggi costituiscono una caratteristica del paesaggio.

1.2.5 L'importanza della cartografia storica alpina

Le Alpi, contrariamente a quanto uno possa pensare, non erano un sistema invalicabile, ma bensì notevolmente “perforato” per permettere alle popolazioni di comunicare abbastanza agevolmente: in virtù di questo nasce e si sviluppa la cartografia alpina che è basata in modo particolare sulla rappresentazione dei colli (importanti in quanto permettevano di attraversare la catena alpina); la Valtellina nel '600 era considerata una crocevia d'Europa in quanto rappresentava un nodo strategico per il passaggio delle Alpi. Una rilevante mappatura cartografica del territorio della Lombardia e dei grigioni è stato redatto dal governo spagnolo, in quanto, come precedentemente detto, il territorio in questione per loro rappresentava un importantissimo corridoio di collegamento tra il ducato di Milano e i territori d'Austria. La peculiarità di territori naturali della Valtellina e della Valchiavenna, che si presentano tra i solchi longitudinali più cospicui dell'intero arco alpino, ha influito in modo determinante sulle vicende storiche dei luoghi; la conformazione delle valli trasversali, che corrono parallele tra loro in senso ortogonale al percorso dell'Adda e conducono a colli di altitudine relativamente bassa, ha contribuito a favorire i rapporti tra la pianura lombarda e le regioni dell'Europa centrale e orientale. Sul finire del XVIII secolo alcune delle più antiche e principali vie di comunicazione della Valtellina, quali i passi di Cà San Marco e dell'Aprica verso i domini veneziani, quelli del Muretto e del Bernina verso i Grigioni, hanno perso la loro funzione di collegamento internazionale a lunga distanza e conservano qualche importanza solo sul piano regionale.



figura 1.27 la Valtellina e i suoi confini post 1619, incisione su rame dim 305x450 mm

Di seguito è riportata una Figura storica (Figura 1.27) in cui il nord è in alto e comprende l'intero corso dell'Adda e il contado di Chiavenna estendendosi alle zone limitrofe della Rezia, del Tirolo e del veneziano. Nella carta in Figura 1.28 orientata con il nord in alto e comprendente la Valtellina e i contadi da Livigno al lago di Como, sono nominate diverse valli trasversali, segnalati i ponti che attraversano i fiumi; sono segnati inoltre i centri fortificati di Morbegno, Sondrio e Tirano, i boschi, vigneti, prati e coltivazioni. Nella carta schematica in Figura 1.30 è raffigurato il territorio della Valtellina e solo in parte quello dei contadi di Bormio e Chiavenna, l'orografia è tradizionalmente prospettica a “coni di zucchero” ammassati e la descrizione della rete idrografica indica numerose valli trasversali dell'Adda. L'orientamento della tavola è con il nord, nord-est in alto e particolare rilievo viene dato all'indicazione dei luoghi fortificati, dei ponti sull'Adda e dei valichi; sono indicati due passi che attraversano le alpi retiche: il passo del muretto appartenente alla Val Malenco e il passo del Bernina sopra il lago di Poschiavo; a nord est il passo del Tirolo corrisponde al passo di Santa Maria o UmbrailPass. Verso sud vengono individuati tre itinerari: lo “stradone dei Venetiani”, il “Val d'ambria-passo in Bergamasca” lo “Zaper de Auriga”, Valle Camonica, passo de veni. La rappresentazione orografica (Figura 1.31) è caratterizzata da “coni di talpa” strettamente ammassati e ampi fondovalle; nel Bormiese sono descritte le valli di Livigno, di Fraele del Braulio, la Valfurva, la Valdidentro (Val Pedenos) e la Valdisotto (Valcipina). Oltre alla sorgente dell'Inn è indicata anche quella dell'Adda (Abdue fons). Nella tavola in esame (figura 1.32) viene raffigurata la Valtellina con i territori di Chiavenna e Bormio con l'intestazione “DIPARTIMENTO DELL'ADDA E DELL'OGLIO”; si tratta di una tavola redatta in seguito all'an-

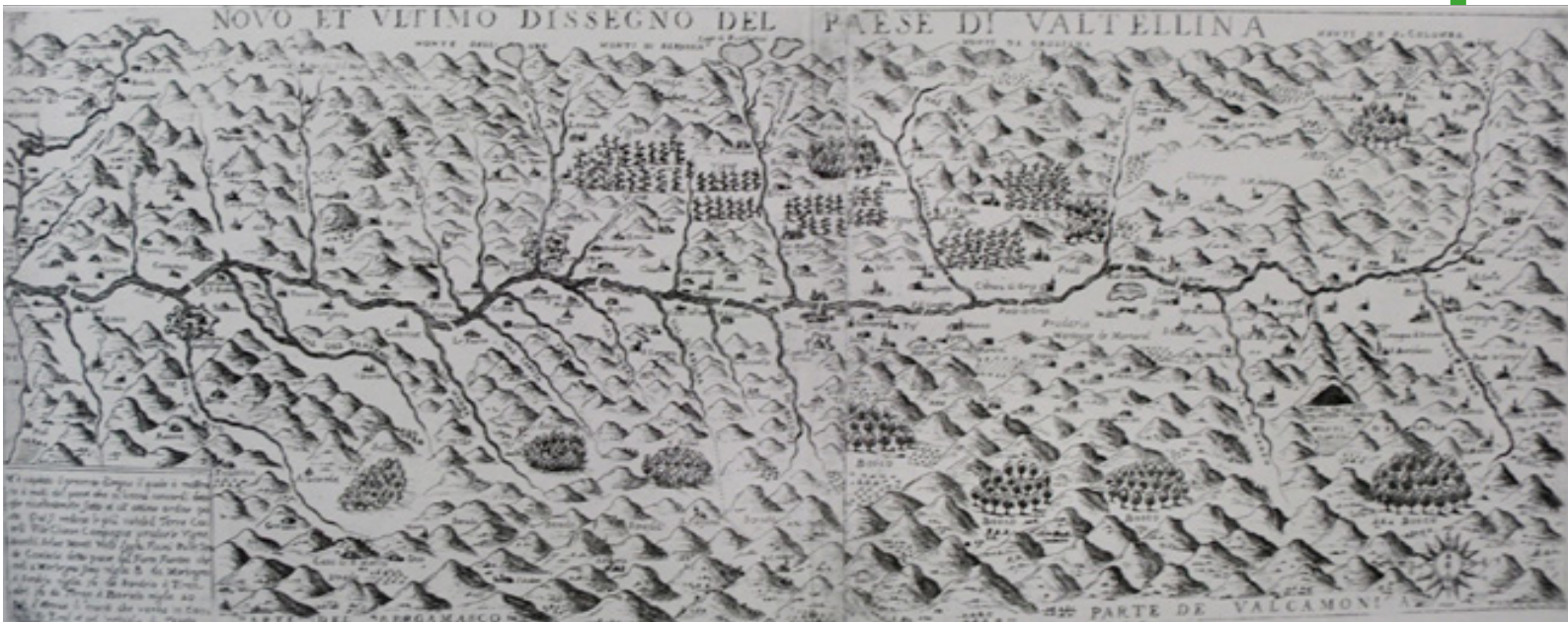


figura 1.28 ultimo disegno del paese della Valtellina, post 1619, in rame dim 272x710 mm

nessione di questi territori alla Repubblica Cisalpina. La carta, orientata con l'est in alto, (Figura 1.33) descrive la parte inferiore del corso del torrente Masino e la foce dell'Adda come si presentava nel '700, a meandri, prima della sua deviazione nell'attuale canale rettilineo e arginato che lascia il pian di spagna alla sua destra, opera progettata sin dal 1830 e completata nel 1858. Vicino a Colico è ben visibile il Forte di Funetes e la Torretta, avamposti del Ducato di Milano, governato dagli Spagnoli, sulla sponda orientale del Lario; i monti sono rappresentati in modo convenzionale e simbolico; con una doppia linea tratteggiata sono segnate le vie di comunicazione, tra cui la "Valeriana". La Francia nel 1799 viene sconfitta dagli Austro-Russi e deve pertanto abbandonare la Valtellina e i suoi contadi, ma nel 1800 Napoleone riconquista Milano e, di conseguenza, le terre oggetto del nostro studio ritornano sotto il governo cisalpino. Il 13 maggio 1801 viene ripristinato il dipartimento del Lario, cui vengono aggregati la Valtellina e i contadi, come vice prefettura dipendente da Como; con un decreto Napoleonico, l'8 giugno 1805, la Valtellina e i contadi entrano nel dipartimento dell'Adda e Sondrio ne diventa il capoluogo. Da ricordare l'inizio della costruzione della strada Colico-Sondrio dal 1804 al 1807. Dopo aver perso la campagna di Russia ed essere stato sconfitto a Lipsia nel 1814, finisce l'era Napoleonica ed al congresso di



figura 1.29 Bormio e le sue valli, post 1619, in rame dim 365x482 mm



figura 1.30 vero disegno della Valtellina con dichiarazioni annesse, 1620, in rame dim 345x465 mm

Vienna del 1815 parteciparono anche due delegati valtellinesi che chiesero l'annessione dei loro territori al Lombardo.Veneto austriaco. La Valtellina e i suoi contadi entrarono perciò sotto il predetto dominio e vi resteranno fino all'unità d'Italia.

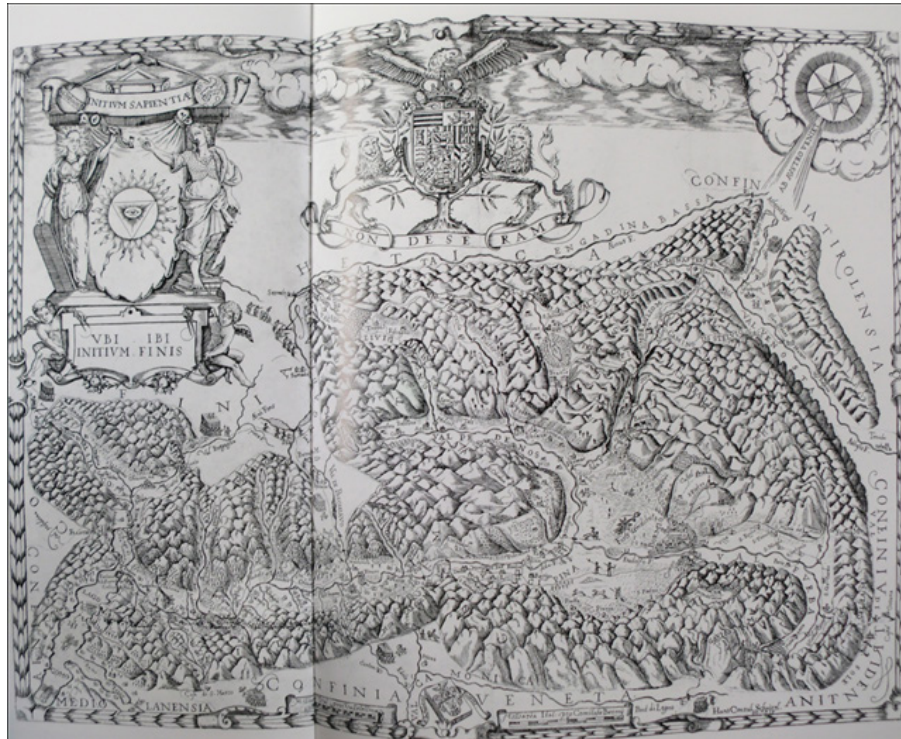


figura 1.31 Bormio e le sue valli, 1637, in rame dim 365x482 mm

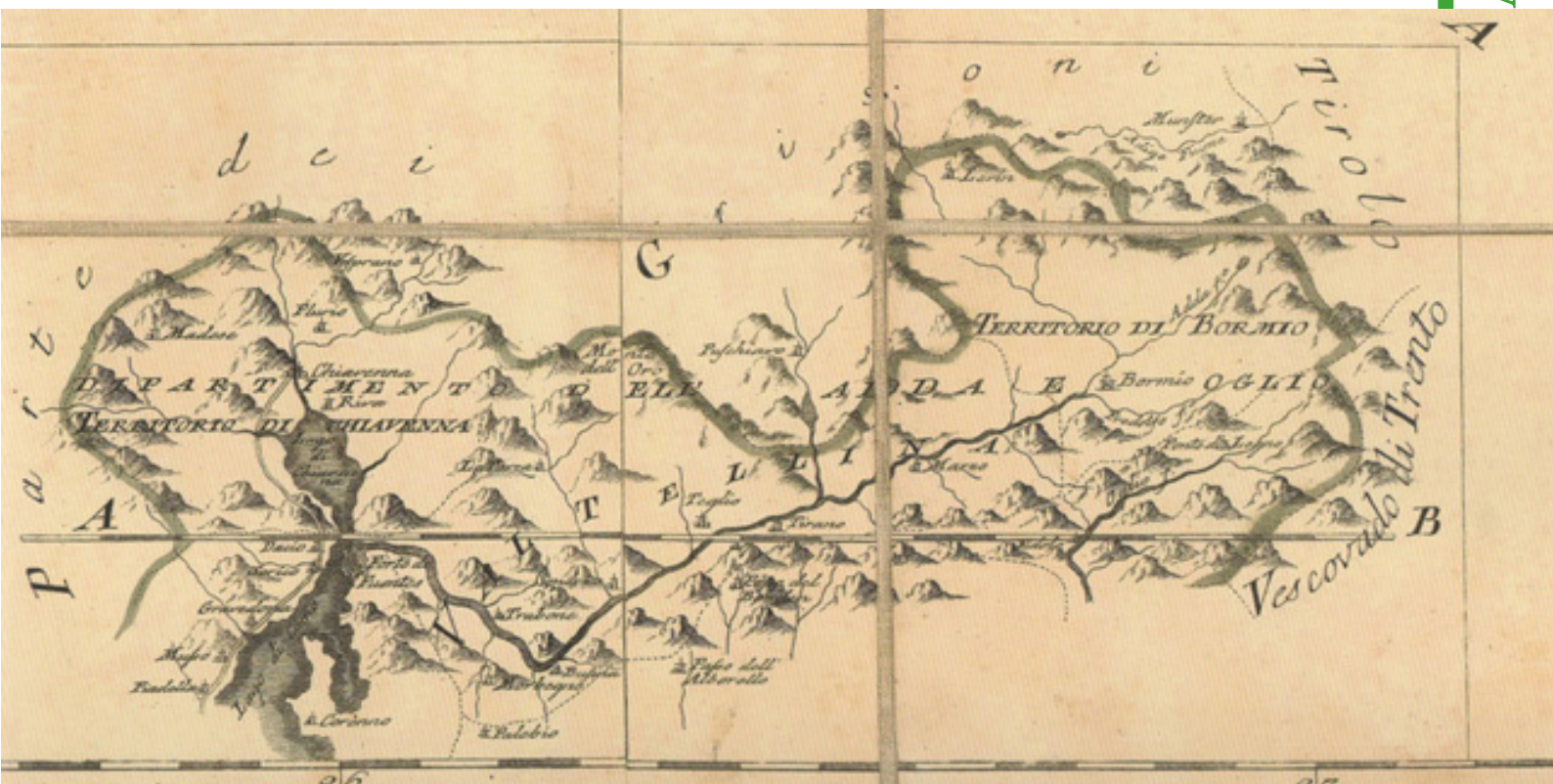


figura 1.32 carta del territorio della repubblica Cisalpina e alcuni stati limitrofi, 1797, in rame dim 720x715 mm

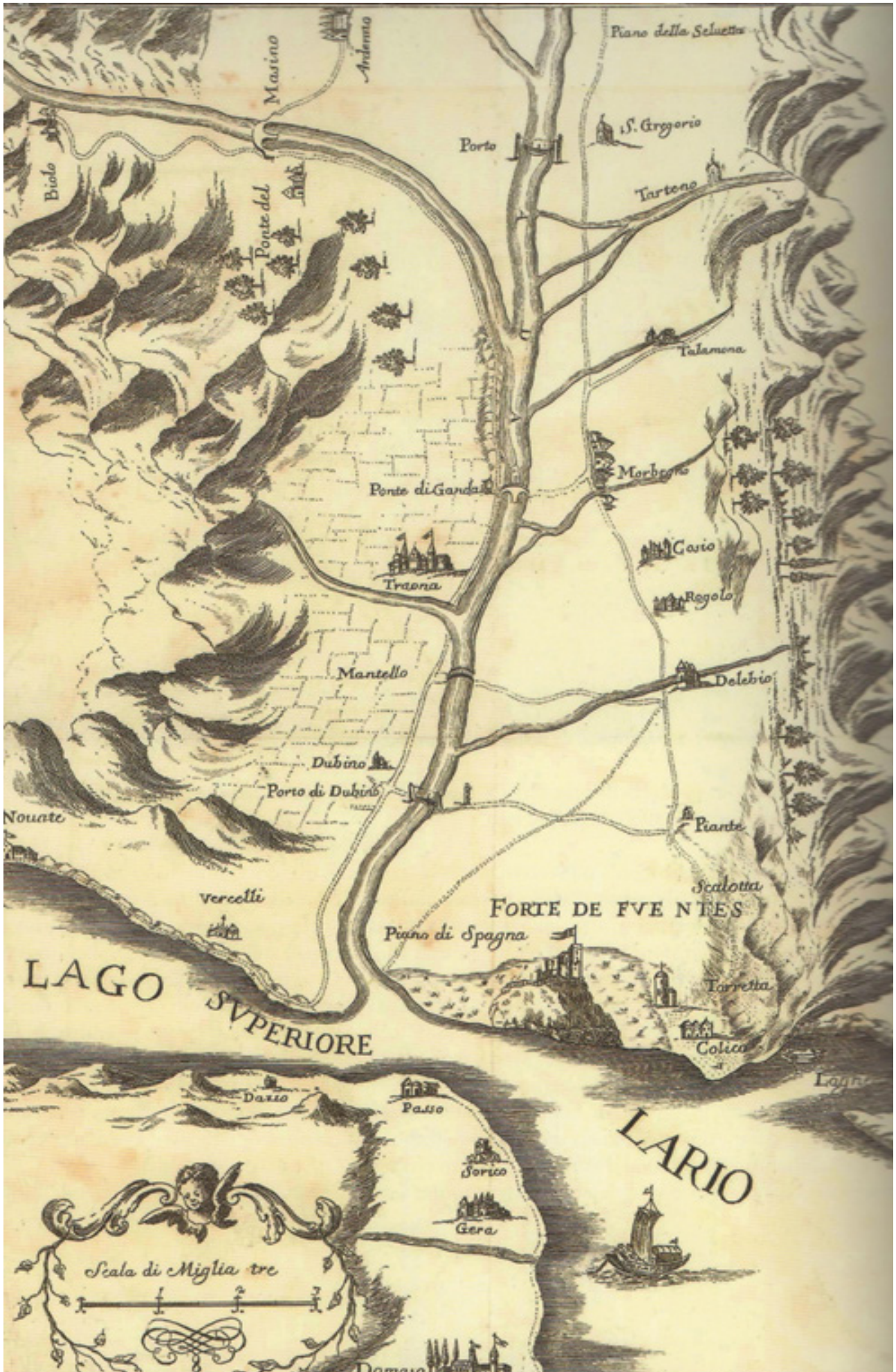


figura 1.33 parte inferiore del torrente Masino, 1700

1.2.6 Dagli Asburgo ai Savoia

Uno dei campi privilegiati dall'intervento austriaco nelle valli fu la sistemazione delle vie di comunicazione dell'intera regione, insieme all'avvio di grandi opere pubbliche. Nel 1818 fu dato inizio ai lavori per la nuova strada dello Spluga da Milano al passo omonimo: questa nuova via di comunicazione aveva valore prettamente commerciale; due anni dopo iniziarono i lavori per la strada Sondrio-Bormio; nel 1833 si metteva mano alla ristrutturazione della strada della Valmalenco, nel 1855 iniziarono i lavori per la strada che porta al passo Aprica, che verrà completata successivamente sotto il nuovo regno d'Italia, quando si arriverà fino a Edolo, mettendo così in collegamento Valtellina e Valcamonica. Opere pubbliche di grande rilevanza furono l'erezione dei bagni nuovi di Bormio e dello stabilimento con albergo di Santa Caterina Valfurva; nel 1841 viene presentato il progetto per la rettificazione dell'Adda per recuperare una parte notevole di terreni paludosi, rendendoli produttivi. Agli asburgo si deve anche l'assetto urbanistico di Sondrio che, nel 1820, venne dotata di un ginnasio, un collegio ed un ospedale nuovo. Gli eventi che si susseguirono in Italia nel 1848 ebbero ripercussione anche nelle valli: dopo le 5 giornate di Milano, Sondrio tenta di emulare la ribellione contro il governo austriaco e nel giro di pochi giorni riescono nell'intento, rimuovendo ovunque gli stemmi del Lombardo-Veneto ed esponendo il tricolore. Nel 1859 Garibaldi è a Bormio: dopo la cacciata degli Austriaci, la Valtellina e la Valchiavenna entrano a far parte del Regno di Sardegna e poi dell'Italia.

1.2.7 Dall'unità ai giorni nostri

Le condizioni materiali ed economiche delle nostre valli non cambiano di molto nei primi decenni dell'Unità in quanto il potere reale è nelle mani della borghesia e della nobiltà terriera; la base fondamentale delle risorse umane è l'agricoltura, scarsissima è l'industria e l'attività manifatturiera. Questa preponderanza dell'economia agricola fa sì che l'87% della popolazione risieda nel comune di nascita ed è per questo che si ha una ridotta espansione dei centri urbani: Sondrio, Tirano, Morbegno conservano la loro caratteristica di borghi rurali. Fra gli anni 70 e 80 del XIX secolo l'Europa intera è attraversata da una grave crisi economica, nell'industria prima e nell'agricoltura poi, causando forti ondate di emigrazione, per quanto riguarda la Valtellina, verso la Svizzera. Le amministrazioni locali cercano di impegnarsi per risolvere la situazione della crisi Valtellinese privilegiando lo sviluppo congiunto di due settori: i trasporti ferroviari e le opere legate all'industria idroelettrica. Nel 1866 era stata costruita la linea ferroviaria Colico-Chiavenna, nel 1885 veniva realizzata la Colico-Sondrio. Tra il 1894 e il 1918 tutta la Valtellina è interessata dalla costruzione di grandi centrali idroelettriche: imponenti opere di edilizia che necessitano di grande manodopera e trasformano radicalmente il paesaggio delle valli. Anche se portò lavoro per la loro costruzione, l'espansione dell'industria idroelettrica non interessò direttamente le nostre valli in quanto la quasi totalità dell'energia prodotta venne utilizzata dalle industrie lombarde, oppure esportata.

Con l'attentato di Sarajevo iniziava in Europa la Grande Guerra: con l'entrata nel conflitto dell'Italia nel 1915, la Valtellina e i suoi soldati combatteranno una guerra di montagna, sulle alte cime alpine, dove si viveva al gelo e ci si muoveva con gli sci, la corda e la piccozza; una delle linee più importanti del fronte passa tra Bormio e il Sud-Tirolo.

Nel 1919 è l'anno della nascita del movimento fascista a Milano; nel 1920 si apre la Camera del Lavoro di Sondrio e, quasi contemporaneamente, viene istituita la sezione del Fascio valtellinese. Tutta l'Italia negli anni venti è ormai ingovernabile e la situazione precipita nel '22 con la marcia su Roma di Mussolini; anche in Valtellina i fascisti compiono atti di assoluta illegalità, occupando gli uffici statali di Sondrio e assumendo pertanto il controllo dei servizi pubblici essenziali. L'opposizione socialista e sindacale tenta di farsi sentire opponendosi anche in Valtellina: il 1 maggio del '23 gli alberi della frazione di Mossini a Sondrio vengono coperti di bandiere rosse e a Chiavenna i lavoratori non entrano in fabbrica. Con tenacia e brutalità invece continua la repressione da parte dei fascisti delle libertà e della democrazia chiudendo i giornali, sopprimendo la giunta provinciale a maggioranza popolare di Morbegno e le amministrazioni di sinistra a Tirano, Bianzone, Albosaggia e Chiavenna. Inizia nel '24 la propaganda di esaltazione del Duce e del suo regime, che avrà luogo anche in Valtellina, come nel resto d'Italia. Le grandi opere che vennero realizzate durante il regime fascista furono intense ed estese a tutto il territorio nazionale: in Valtellina, fra le altre cose, venne migliorata la strada dello Spluga e costruita la circonvallazione viaria intorno a Chiavenna; venne allargata e asfaltata la statale 38 da Bormio a Colico. A Sondrio venne istituito il mercato coperto, nel '31 fu completata la fognatura e fu approvato il nuovo piano urbanistico con la lastricatura

delle strade principali. Nel 1935 ci fu la creazione del Parco Nazionale dello Stelvio, l'elettrificazione della ferrovia dell'alta Valtellina e l'inizio della bonifica del piano della Mera. Le centrali idroelettriche (Figura 1.34) costruite nella prima fase dell'industria vengono perfezionate e potenziate mediante bacini di sbarramento e grandi serbatoi artificiali di regolazione, che sorgono fra il 1918 e il 1938 in tutto l'arco alpino valtellinese. Per la società milanese AEM vengono costruiti i serbatoi per la centrale di Grossotto (Figura 1.35) (1918), il grande bacino di Cancano-Fraele (1938) e il nuovo serbatoio di Sernio; la società Edison occupa tutta l'area a nord di Novate Mezzola coi bacini della Mera e del Liro. L'8 settembre '43 il governo Badoglio firma l'armistizio con gli Alleati, le città italiane vengono occupate dai tedeschi, inizia la lunga marcia della Resistenza. In Valtellina entra in campo colui che sarà poi il capo partigiano della Resistenza, il comandante del gruppo Carabinieri di Sondrio, Edoardo Alessi. Iniziano a formarsi i primi nuclei combattenti partigiani sui monti, all'inizio si trattava di piccole bande che agivano in autonomia, ma poi l'organizzazione crebbe e venne estesa e ramificata. Dopo le violente lotte che come sappiamo hanno tristemente caratterizzato questo periodo, le forze partigiane vincono il nemico e il 27 aprile 1945 viene liberata la Valtellina partendo da Bormio, il 28 i partigiani entrano in Sondrio e i tedeschi si arrendono. Il 2 giugno 1946 40.639 Valtellinesi votano per la Repubblica, 29.288 per la Monarchia.

Il 1951 è l'anno del primo censimento Istat della popolazione dopo la fine della Guerra: in provincia di Sondrio risiedono 153.493 abitanti, di questi 15.256 vivono nel capoluogo. Si ha anche un incremento nell'industria, con la nascita della ditta Cattaneo di Delebio e la Carcano a Delebio (specializzate nella produzione di minuterie metalliche e profilati in alluminio), continua anche la costruzione di nuovi impianti idroelettrici.

La Valtellina inizia a puntare sul turismo e sul commercio dei suoi prodotti alimentari per aumentare la propria produttività: si fanno sempre più frequenti le manifestazioni per valorizzare il vino valtellinese, ci si specializza sempre più nella cura dei vitigni che diventa via via più selettiva e controllata. Negli anni sessanta, parallelamente al boom economico, si afferma in Valtellina il fenomeno del turismo con l'incredibile aumento nella costruzione di strutture alberghiere e turistiche, in netto contrasto con la manodopera agricola protagonista di un netto calo.

Gli anni ottanta sono anni di sport e turismo con il boom del turismo della neve: nell'inverno del 1983 i turisti sulle piste da sci sono oltre 1 milione e mezzo, Bormio e Santa Caterina consacrano questa vocazione con i campionati del mondo di sci alpino nel 1985. Dal punto di vista economico si afferma come elemento trainante del settore agricolo la viticoltura e nell'82 nasce il Marchio Vini Valtellina che diventa ben presto simbolo di identità e garanzia della zona, insieme ad altri prodotti quali miele, mele, formaggi (tra i più famosi Bitto e Casera) e liquori.

Concludiamo questa rapida carrellata dei principali eventi storici che hanno avuto come scenografia i territori di Valtellina e Valchiavenna con il tragico ricordo



figura 1.34 diga di Cancano



figura 1.35 centrale idroelettrica di Grossotto



figura 1.36 la frana della Val Pola



figura 1.37 piana alluvionata

della frana del 1987 (Figura 1.36). In passato purtroppo questi territori sono stati più volte colpiti da frane e smottamenti e la natura si è accanita ancora una volta quando, dal 17 al 28 luglio, hanno avuto inizio i “giorni dell’ira”: in seguito all’imperversare dell’incessante maltempo, frane e alluvioni hanno messo in ginocchio l’intero territorio valtellinese (Figura 1.37). Il bilancio è di 53 morti, 4000 miliardi di danni e interi abitati cancellati per sempre, come quello di Sant’Antonio Morignone e Aquilone, frazioni di Valdisotto.

1.3 Popolazione e occupazione

La popolazione e l’occupazione degli abitanti della provincia di Sondrio sono temi importanti in quanto ci consentono di inquadrare meglio la realtà della valle: la scarsa estensione del territorio nel ristretto spazio di pianura presente tra i due versanti impedisce di fatto la presenza di un’estesa rete di industrie; di contro, grazie alla bellezza dei paesaggi che ivi si trovano e alla presenza degli impianti sciistici come di altrettante attività da poter praticare nella stagione estiva, il turismo rappresenta un settore fondamentale e assai rilevante per l’economia valtellinese. Altri fattori come lo spopolamento dei versanti a media quota in favore del fondovalle spiegano il progressivo abbandono negli anni di questi luoghi e, di conseguenza, spiegano il carattere di “borghi rurali” che rivestono oggi.

1.3.1 Densità abitativa

Il periodo di massimo incremento demografico fu all’inizio del XVII secolo, quando la popolazione della valle era pari a 200.000 persone. Successivamente a causa della crisi economica, delle guerre, delle carestie e della peste si accentuò lo spopolamento e l’involutione demografica che portarono la popolazione a 45.000 abitanti nel 1640; nel secolo successivo si ebbe un ripopolamento comune in genere a tutte le popolazioni montane perché i figli erano visti anche come forza lavoro. Il tasso di incremento degli ultimi decenni non è costante, soprattutto in relazione all’altimetria dei nuclei abitativi, infatti spesso si verifica uno spostamento verso il fondo valle o comunque nei paesi in cui si sono insediate le industrie o dove c’è stato il maggior sviluppo turistico. Questo fattore è molto evidente nei centri di mezza quota, dove si ha la maggior tendenza ad abbandonare le terre e i vecchi aggregati rurali per trasferirsi nel fondovalle. Negli abitanti sopra i 1000 metri il fenomeno è intermedio. al trasferimento a quote minori si contrappone un incremento dovuto all’aumento della resa economica delle attività agro-pastorali e del turismo di massa sia estivo che invernale sradicando però usi e costumi, modi di vivere tradizionali e aggregati rurali. L’indice di natalità in Valtellina è tutt’ora tra i più alti della Lombardia mentre quello di incremento numerico risulta il minore, si deduce quindi che l’emigrazione è permanente verso la pianura.

In realtà per i risvolti sull’architettura è più significativa la migrazione temporanea che ha consentito un’influenza di forme e costumi sia con la zona del comasco che con le vallate

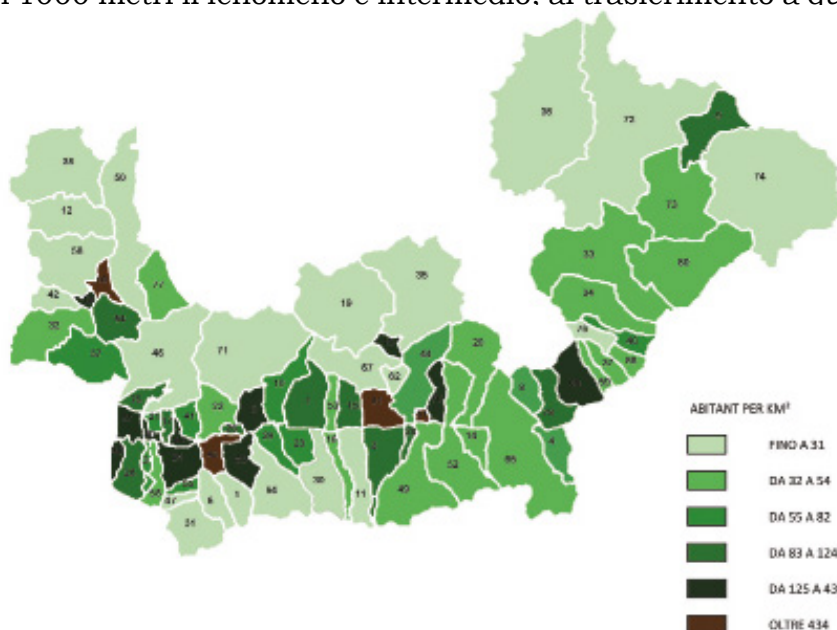


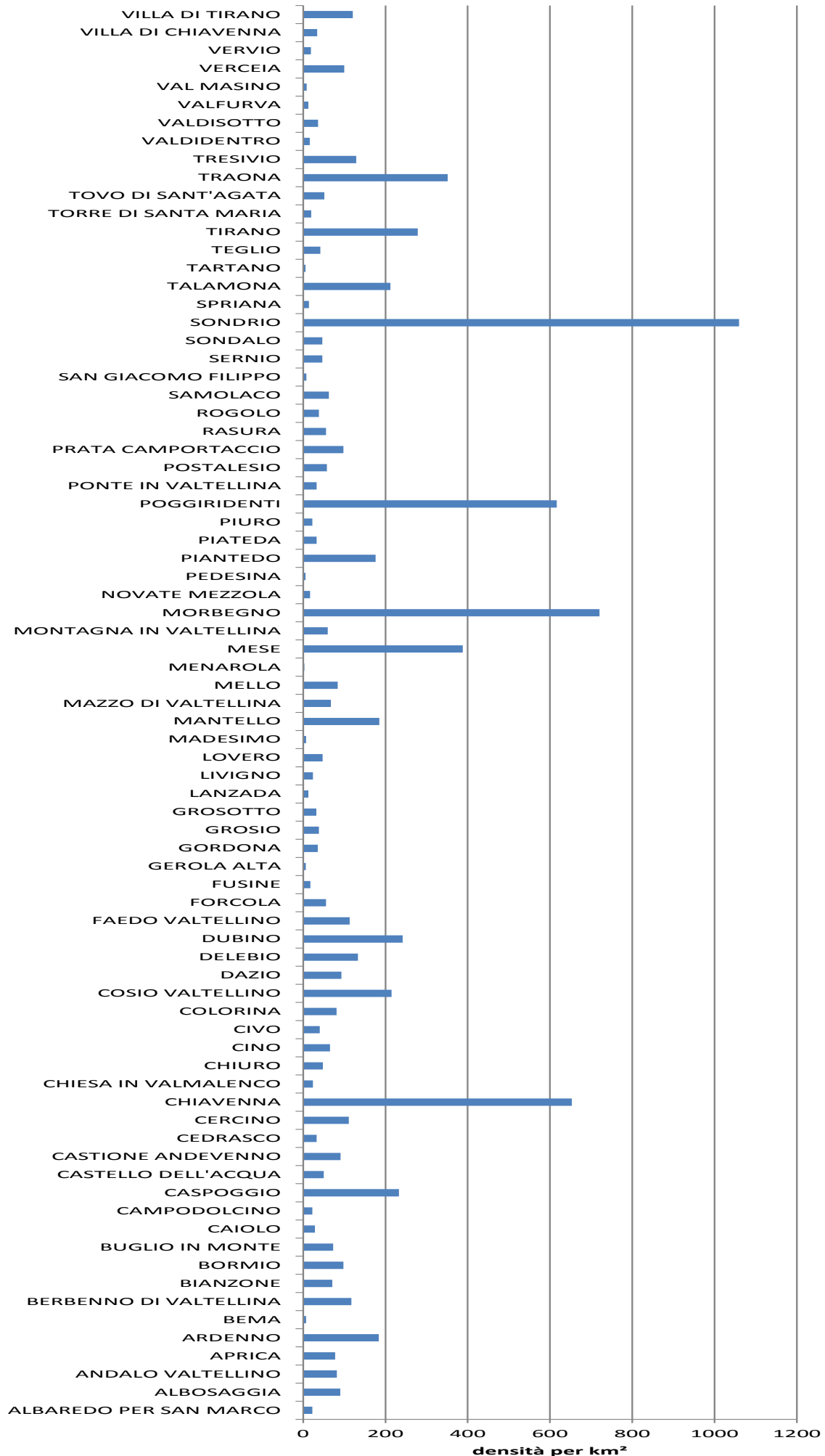
figura 1.38 densità della popolazione residente nella provincia di Sondrio

grigione e atesine, che hanno portato a non avere una forma rigorosa e standard tipica del carattere montano del luogo. Grazie alla cartina di figura 1.38 si è riusciti a rappresentare il diverso grado di popolamento della Provincia grazie ad un’immediata rappresentazione grafica che identifica gli abitanti per chilo-

metro quadrato; in tabella 1.4 viene riportata la classificazione dei comuni in base al numero di abitanti, la densità e l'estensione stessa del comune. Il grafico a barre di figura 1.39 infine ci dà una restituzione immediata di quelli che sono i comuni che presentano una densità abitativa maggiore: Sondrio, capoluogo di Provincia con 22 635 abitanti e una densità di 1094,7 ab/km² e il comune più piccolo che risulta essere Pedesina con “ben” 34 abitanti e 5,4 ab/km².

N°	COMUNE	N. Ab	DENSITÀ	Km ²	N°	COMUNE	N. Ab	DENSITÀ	Km ²
01	ALBAREDO	350	19.2	18.22	40	MAZZO DI VALTELLINA	1061	68.8	15.43
02	ALBOSAGGIA	3170	92.6	34.25	41	MELLO	996	84.6	11.77
03	ANDALO VALTELLINO	550	82.3	6.68	42	MENAROLA	46	3.1	14.76
04	APRICA	1612	78.7	20.49	43	MESE	1740	417.3	4.17
05	ARDENNO	3302	194.1	17.01	44	MONTAGNA IN VALTELLINA	3059	62.9	48.60
06	BEMA	132	6.7	19.75	45	MORBEGNO	12071	784.3	15.39
07	BERBENNO	4367	122.3	35.70	46	NOVATE MEZZOLA	1863	18.7	99.84
08	BIANZONE	1278	74.1	17.25	47	PEDESINA	34	5.4	6.25
09	BORMIO	4084	97.7	41.81	48	PIANTEDO	1302	193.2	6.74
10	BUGLIO IN MONTE	2104	75.6	27.84	49	PIATEDA	2340	33.0	71.00
11	CAIOLO	1017	30.5	33.35	50	PIURO	1975	23.1	85.52
12	CAMPODOLCINO	1045	21.6	48.32	51	POGGIRIDENTI	1910	651.9	2.93
13	CASPOGGIO	1513	221.8	6.82	52	PONTE IN VALTELLINA	2326	33.5	69.48
14	CASTELLO DELL'ACQUA	677	48.7	13.91	53	POSTALESIO	662	62.5	10.60
15	CASTIONE ANDEVENNO	1554	90.6	17.15	54	PRATA CAMPORTACCIO	2903	104.0	27.92
16	CEDRASCO	471	31.9	14.77	55	RASURA	297	53.7	5.53
17	CERCINO	757	121.9	6.21	56	ROGOLO	566	43.5	13.00
18	CHIAVENNA	7358	663.5	11.09	57	SAMOLACO	2914	64.4	45.23
19	CHIESA IN VALMALENCO	2626	22.8	114.96	58	SAN GIACOMO FILIPPO	415	6.7	61.75
20	CHIURO	2553	49.4	51.71	59	SERNIO	503	52.5	9.58
21	CINO	379	73.6	5.15	60	SONDALO	4281	44.6	96.08
22	CIVO	1093	43.4	25.21	61	SONDRIO	22365	1094.7	20.43
23	COLORINA	1484	82.6	17.96	62	SPRIANA	105	12.8	8.19
24	COSIO VALTELLINO	5429	226.9	23.93	63	TALAMONA	4767	224.4	21.24
25	DAZIO	438	117.4	3.73	64	TARTANO	194	4.1	47.41
26	DELEBIO	3215	142.8	22.51	65	TEGLIO	4769	41.4	115.23
27	DUBINO	3549	272.0	13.05	66	TIRANO	9238	284.5	32.47
28	FAEDO VALTELLINO	558	117.2	4.76	67	TORRE DI SANTA MARIA	839	18.4	45.49
29	FORCOLA	842	53.6	15.71	68	TOVO SANT'AGATA	630	57.2	11.02
30	FUSINE	633	46.9	37.52	69	TRAONA	2534	406.7	6.23
31	GEROLA ALTA	197	5.2	38.05	70	TRESIVIO	2024	134.7	15.03
32	GORDONA	1841	37.6	48.98	71	VALMASINO	946	8.2	115.54
33	GROSIO	4634	36.5	126.93	72	VALDIDENTRO	4068	16.6	244.41
34	GROSSOTTO	1633	30.8	53.05	73	VALDISOTTO	3508	39.7	88.38
35	LANZADA	1399	12.1	115.95	74	VALFURVA	2732	12.7	215.25
36	LIVIGNO	5991	28.4	210.79	75	VERCEIA	1106	99.0	11.17
37	LOVERO	670	50.1	13.37	76	VERVIO	216	17.2	12.55
38	MADESIMO	566	6.6	85.34	77	VILLA DI CHIAVENNA	1054	32.2	32.72
39	MANTELLIO	755	204.6	3.69	78	VILLA DI TIRANO	2984	121.3	24.60

tab. 1.4 classificazione dei comuni valtellinesi in base a densità, estensione e numero di abitanti



1.3.2 Agricoltura

Negli ultimi cinque anni si è arrestata la diminuzione delle aziende agricole sulla provincia di Sondrio, nelle annate antecedenti al 2007 i problemi economici e finanziari oltre che climatici e ambientali, hanno causato una crisi nel settore agricolo facendo registrare una preoccupante perdita di reddito, non solo nel settore zootecnico da anni in crisi, ma anche nella produzione di uva e mele. Per la viticoltura le eccessive piogge del periodo primaverile, hanno innescato attacchi di parassiti; nel complesso però, l'estensione dei vigneti è rimasta inalterata, 1156 ettari di cui 877 ettari di produzioni DOC, DOCG, IGT e la produzione ha subito un calo del 15%.

Buone sono le speranze anche per l'allevamento che sta lentamente tornando a salire anche grazie all'attività agroturistica che ha portato un giro di affari e un incremento del 7,50%.

1.3.3 Industria e Artigianato

La provincia di Sondrio ha la densità produttiva più bassa di tutta la Lombardia, è visibile l'erosione delle industrie manifatturiere -2,1%, delle costruzioni -0,5% e del commercio -1,3%, mentre è stabile il settore alberghiero e della ristorazione.

Il settore del legno si mantiene stabile, mentre quello lapideo è tra i più colpiti dalla concorrenza espressa dalle produzioni provenienti dalla Cina, anche l'ambito alimentare è negli ultimi anni rimasto costante con leggerissime perdite in quanto si basa principalmente su prodotti tipici realizzabili solo sul territorio.

L'industria Valtellinese riesce a sopravvivere alla concorrenza esterna, anche trovandosi in un territorio di periferia grazie allo sviluppo delle industrie che non sempre trasformano la materia prima in prodotto finito, ma in genere in semilavorato che trasferiscono ad altre Aziende, magari fuori dal territorio, per la trasformazione in prodotto finito.

Le principali industrie che oggi sono presenti sul territorio sono: trasporto merci, prima lavorazione del legno, alimentare, conserviera, vino, chimico-farmaceutica.

1.3.4 Turismo

Le maggiori opportunità turistiche questa montagna le offre per gli escursionisti, gli alpinisti e gli sciatori nelle località di Aprica, Bormio, Caspoggio e Chiesa in Valmalenco, ma sono anche presenti in valle diverse sorgenti termali calde, una ai Bagni di Masino e una con sette sorgenti ai Bagni di Bormio. In queste località vi sono quattro stabilimenti termali, uno nella prima e tre nella seconda località.

Livigno invece raccoglie un insieme di tutte le possibilità turistiche della Valtellina facendo del turismo il suo massimo sviluppo economico. Si nota infatti che il turismo ha una notevole crescita, il trend evidenzia una ripresa sia del turismo italiano che straniero.

Le presenze totali più alte si registrano a Livigno, Bormio e Valfurva, mentre il rapporto presenze/giorno sulla popolazione di 1000 è maggiore per Madesimo e Livigno.

Il turismo rappresenta un'importante risorsa economica, va però posta molta attenzione alla sua sostenibilità per cercare di non modificare l'ambiente in modo permanente e non ostacolare altri sviluppi economici e sociali.

CAPITOLO 2

LA CONDIZIONE CLIMATICA

Scopo di questo capitolo è quello di indagare il territorio valtellinese dal punto di vista climatico: essendo una provincia montana presenta caratteristiche differenti a seconda di dove ci si trova, se nel fondovalle oppure in quota, se ubicati lungo i fianchi del versante Retico oppure lungo quello Orobico; per caratterizzare una così ampia e diversificata realtà si è deciso di utilizzare mappe del territorio suddiviso nei suoi 78 confini comunali, tramite le quali si è cercato di rappresentare graficamente i diversi dati di piovosità, temperatura, gradi giorno, altitudine e venti prevalenti. Le indagini climatiche riportate sono state svolte partendo dai dati richiesti dal sito "Arpameteo" per i soli comuni dotati di stazione di rilevamento, mentre le mappe della provincia sono state ottenute dal "Geoportale della Lombardia".

La catena alpina svolge un ruolo determinante su vasta scala, dal punto di vista macroclimatico, in quanto funge da barriera alla circolazione delle masse d'aria provenienti da nord; inoltre la sua particolare conformazione geo fisica fa sì che si vengano a creare a livello regionale condizioni e tipi climatici, oltre che regimi termo-pluviometrici differenti. Questa particolare conformazione orografica, rappresentata dal sistema Alpi, permette di individuare in Lombardia quattro mesoclimi (ovvero in riferimento al territorio regionale) tipici: il mesoclina alpino, il mesoclina dei laghi (insubrico), il mesoclina padano e quello delle aree urbane, di origine antropica.

2.1 Temperatura

Per la sua particolare conformazione geografica la Valtellina presenta quindi diversi microclimi i cui fattori condizionanti sono l'andamento delle vallate con le varie altitudini e la vicinanza della grossa massa idrica del lago di Como.

Il clima del fondo valle può essere definito come "temperato fresco continentale".

Dal punto di vista termico si hanno dei picchi di temperatura nei mesi di luglio e agosto, mentre il periodo più freddo si ha in gennaio e febbraio, in piena sintonia con quelle che sono le caratteristiche mesoclimatiche dell'area geografica.

Un fattore climatico importante è l'inversione termica, che si verifica quando la temperatura dell'aria aumenta con la quota invece di diminuire. Si tratta di un fenomeno tipico delle vallate che si sviluppano nella direzione Est-Ovest, che si verifica generalmente nel periodo invernale, quando l'irraggiamento solare raggiunge difficilmente buona parte del fondo valle.

Nel caso della Valtellina è la catena delle Orobie a fare ombra sul fondo valle, mentre gli strati alti dell'aria si riscaldano nel corso della giornata, anche per il maggiore soleggiamento del versante retico. L'inversione termica di fatto impedisce la dispersione degli inquinanti negli strati alti dell'atmosfera, favorendone l'accumulo nel fondo valle e inoltre rende suddetta fascia sensibile alle gelate primaverili.

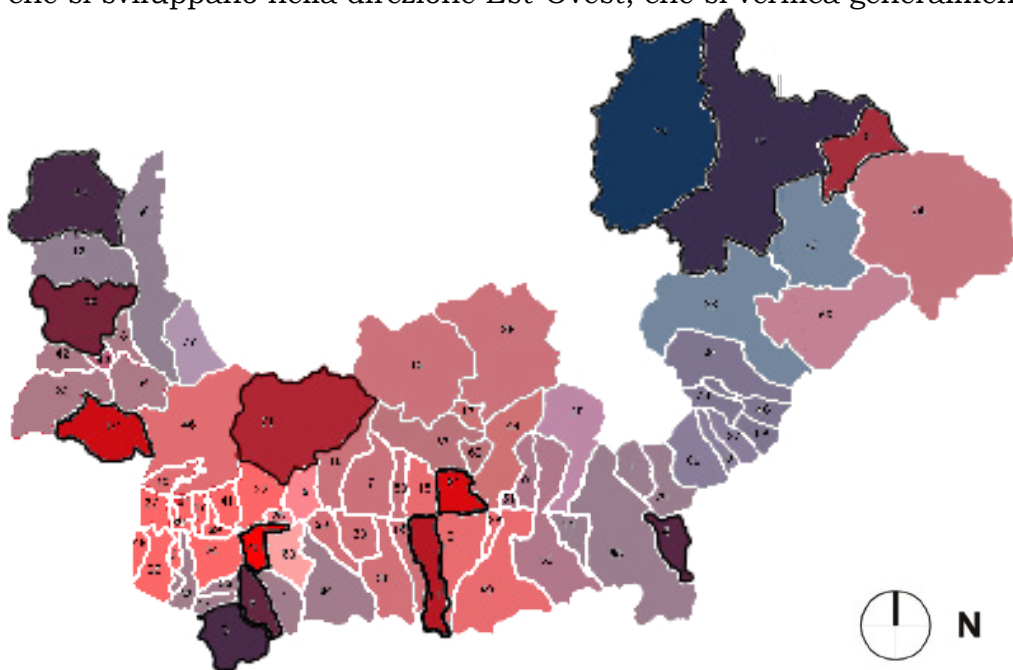


figura 2.1 le temperature medie nella provincia di Sondrio

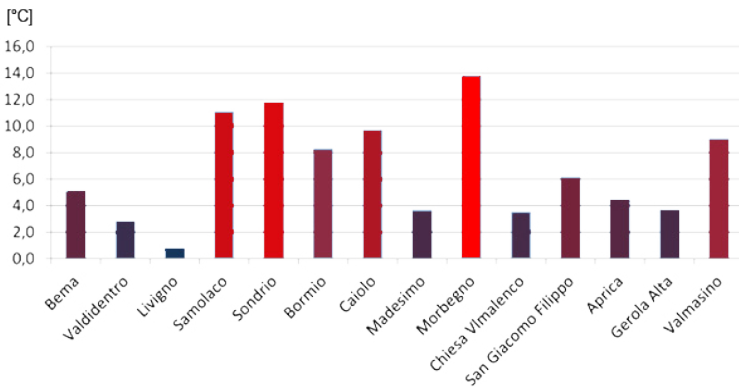


figura 2.1 le temperature medie nella provincia di Sondrio

All'interno del lavoro di ricerca sono stati reperiti i dati relativi alle temperature medie orarie dei singoli comuni presenti nella provincia di Sondrio; l'ente erogatore dei dati climatici è il sito "ARPA Lombardia" ovvero l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia. Nella tabella 2.1 vengono elencati i 78 comuni valtellinesi con l'indicazione delle medie annuali di temperatura ricavate da quelle orarie giornaliere di cui si disponeva; nella corrispondente cartina di figura 2.1 vengono riportati graficamente questi valori: i comuni i cui confini sono contornati da una linea nera sono quelli di

cui si dispone dei dati ed è quindi stato possibile riproporre una media precisa basata sui valori orari, mentre per gli altri comuni ci si è basati su dati medi reperibili su siti meteorologici. Da quanto si è detto dunque i valori di temperatura dipendono da una serie di fattori, quali altitudine, inversione termica, livello di illuminamento diurno ed esposizione ai venti, che "classificano" i diversi comuni della Valtellina come sostanzialmente differenti tra di loro, anche se considerati nel raggio di pochi chilometri. A titolo di esempio riportiamo un grafico che mostra il raffronto fra le temperature medie mensili dell'anno 2011 (figura 2.3), ottenute come medie dei dati giornalieri orari, di diverse città dislocate lungo versanti opposti (Caiolo e Sondrio) e in quote man mano crescenti (figura 2.2).

N°	COMUNE	T [°C]	N°	COMUNE	T [°C]	N°	COMUNE	T [°C]
01	ALBAREDO	-	27	DUBINO	-	53	POSTALESIO	-
02	ALBOSAGGIA	-	28	FAEDO VALTELLINO	-	54	PRATA CAMPORTACCIO	-
03	ANDALO VALTELLINO	-	29	FORCOLA	-	55	RASURA	-
04	APRICA	4,5	30	FUSINE	-	56	ROGOLO	-
05	ARDENNO	-	31	GEROLA ALTA	3,7	57	SAMOLACO	11,1
06	BEMA	5,1	32	GORDONA	-	58	SAN GIACOMO FILIPPO	6,2
07	BERBENNO	-	33	GROSIO	-	59	SERNIO	-
08	BIANZONE	-	34	GROSSOTTO	-	60	SONDALO	-
09	BORMIO	8,3	35	LANZADA	-	61	SONDRIO	11,8
10	BUGLIO IN MONTE	-	36	LIVIGNO	0,8	62	SPRIANA	-
11	CAIOLO	9,7	37	LOVERO	-	63	TALAMONA	-
12	CAMPODOLCINO	-	38	MADESIMO	3,7	64	TARTANO	-
13	CASPOGGIO	-	39	MANTELLIO	-	65	TEGLIO	-
14	CASTELLO DELL'ACQUA	-	40	MAZZO DI VALTELLINA	-	66	TIRANO	-
15	CASTIONE ANDEVENNO	-	41	MELLO	-	67	TORRE DI SANTA MARIA	-
16	CEDRASCO	-	42	MENAROLA	-	68	TOVO SANT'AGATA	-
17	CERCINO	-	43	MESE	-	69	TRAONA	-
18	CHIAVENNA	-	44	MONTAGNA IN VALTELLINA	-	70	TRESIVIO	-
19	CHIESA IN VALMALENCO	3,5	45	MORBEGNO	13,8	71	VALMASINO	9,1
20	CHIURO	-	46	NOVATE MEZZOLA	-	72	VALDIDENTRO	2,8
21	CINO	-	47	PEDESINA	-	73	VALDISOTTO	-
22	CIVO	-	48	PIANTEDO	-	74	VALFURVA	-
23	COLORINA	-	49	PIATEDA	-	75	VERCEIA	-
24	COSIO VALTELLINO	-	50	PIURO	-	76	VERVIO	-
25	DAZIO	-	51	POGGIRIDENTI	-	77	VILLA DI CHIAVENNA	-
26	DELEBIO	-	52	PONTE IN VALTELLINA	-	78	VILLA DI TIRANO	-

tab 2.1 temperature medie annuali anno 2011

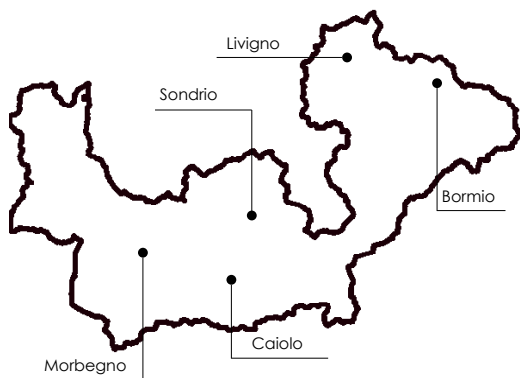


figura 2.2 ubicazione luoghi del raffronto

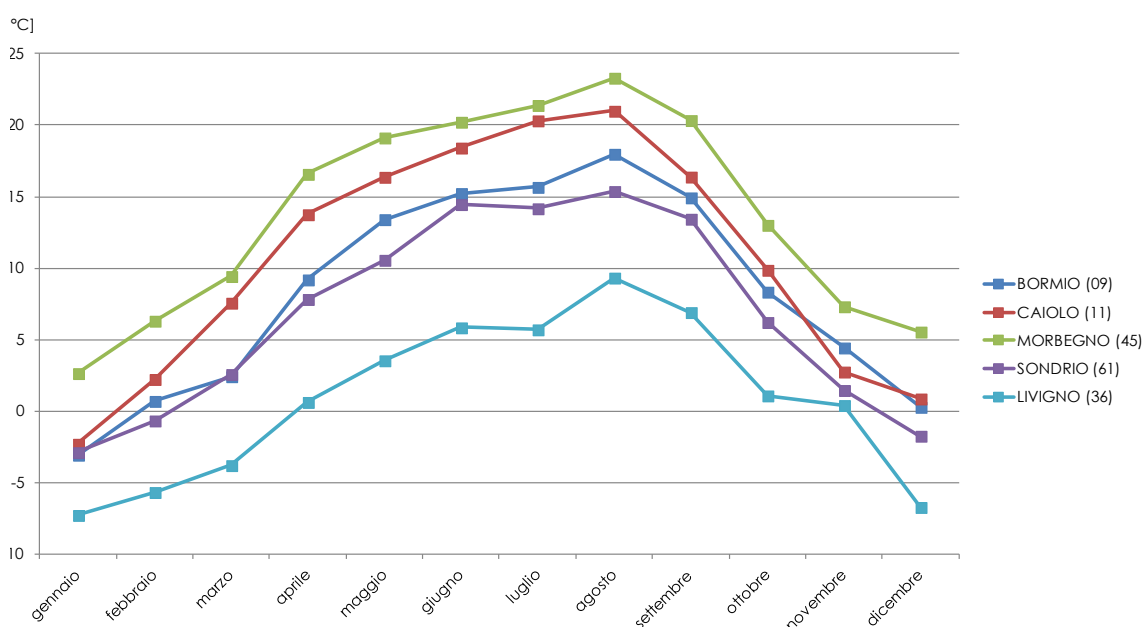
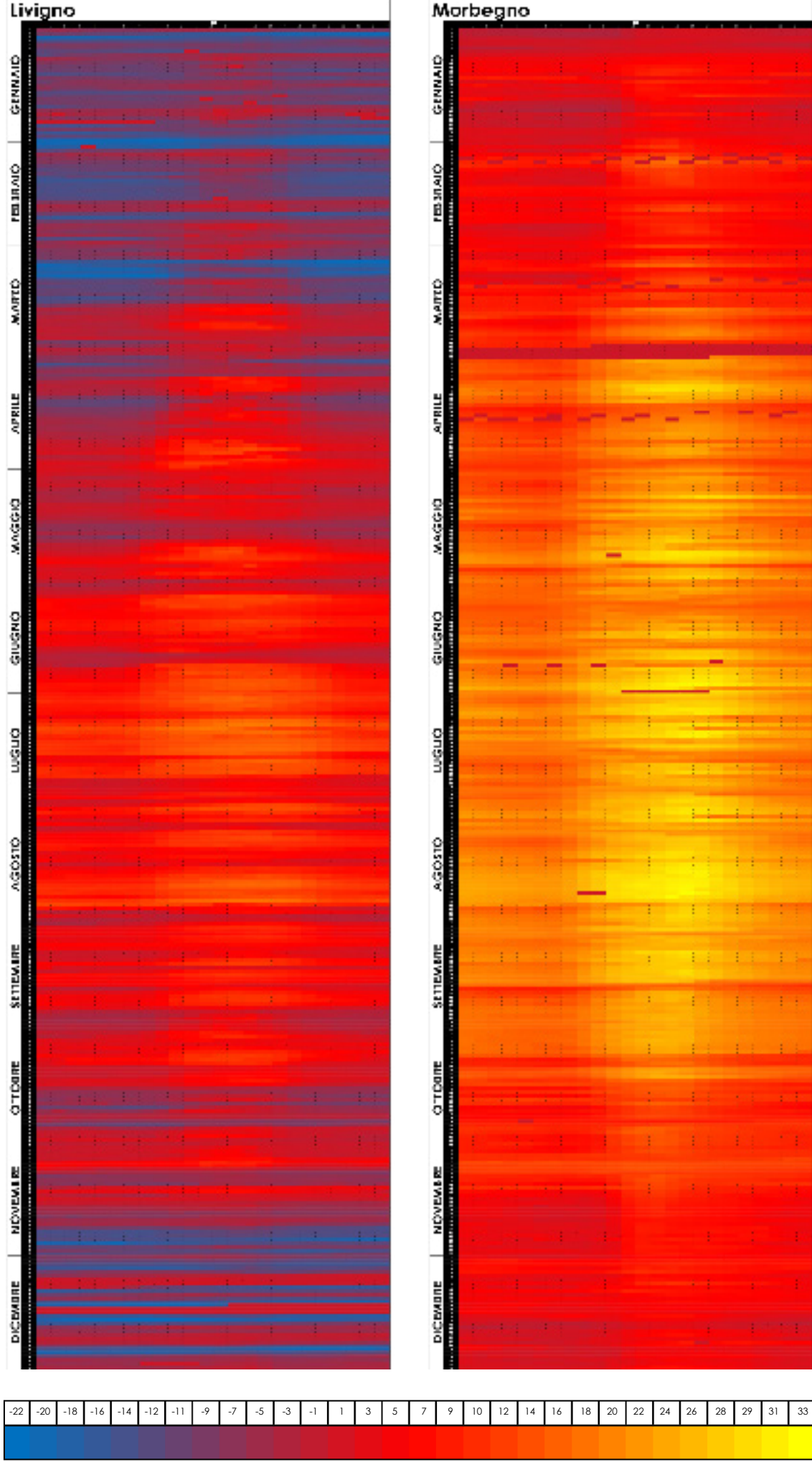


figura 2.3 temperature medie mensili nell'anno 2011

Nella pagina che segue proponiamo il confronto tra due grafici di temperature che restituiscono il monitoraggio dei dati orari di due comuni che risultano agli opposti nel grafico precedente, ovvero Livigno e Morbegno; lungo l'asse delle ordinate vengono collocati tutti i 365 giorni dell'anno, nel caso in esame del 2011, mentre in ascissa si susseguono le ore giornaliere. Grazie alla scala di colori assegnata ai diversi valori di temperatura, è possibile avere una restituzione visiva immediata delle differenze presenti tra i due paesi (figura 2.4 e 2.5). La legenda in fondo al grafico permette di individuare il valore di temperatura corrispondente al range di colori assegnato. Essendo stati messi a confronto due casi limite, si nota visivamente come il grafico cromatico corrispondente a Livigno sia meno "caldo" rispetto a quello di Morbegno, con picchi di temperature intorno a -22°C .



2.1.1 Gradi giorno e altitudine

Un'indagine parallela a quella dell'analisi dei valori di temperatura delle varie zone è risultata essere quella dell'identificazione dei Gradi Giorno dei comuni valtellinesi; essendo il Grado Giorno "la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura media esterna" risulta evidente come un valore elevato di Grado Giorno corrisponda ad un fabbisogno energetico maggiore per il riscaldamento e, di conseguenza, identifichi il comune con inverni più rigidi e temperature inferiori. Anche qui si è voluto restituire graficamente i dati raccolti in tabella 2.2 tramite la cartina della Provincia di Sondrio che vede i vari comuni colorati in modo diverso a seconda del corrispondente valore di Grado Giorno (figura 2.6); la gradazione cromatica presenta una scala di colori che va dai 4648 GG di Livigno (di colore blu ad indicare la zona più fredda) ai 2354 GG di Verceia, comune situato all'imbocco della valle, sul lago di Novate Mezzola (di colore rosso ad indicare la zona più calda).

In base alla determinazione dei gradi giorno, il territorio Italiano è stato suddiviso in sei zone climatiche (D.P.R. n. 412 del 1993) dalla A alla F; i paesi del territorio valtellinese sono tutti classificati in ZONA E che identifica i comuni con Gradi Giorno compresi tra 2100 e 3000, ed in ZONA F che comprende i comuni con più di 3000 Gradi Giorno (caselle colorate in tabella 2.2). Tra i comuni evidenziati in tabella 2.2 sono stati segnati con un bordo di casella spesso quei comuni che, pur non essendo localizzati ad alte quote (<500 m), presentano un elevato numero di Gradi Giorno: questi comuni sono ubicati ai piedi delle montagne costituenti il versante Orobico della vallata, che si ricorda avere sviluppo lungo l'asse est-ovest, e sono pertanto soggetti a scarso livello di illuminamento durante tutto il periodo invernale.

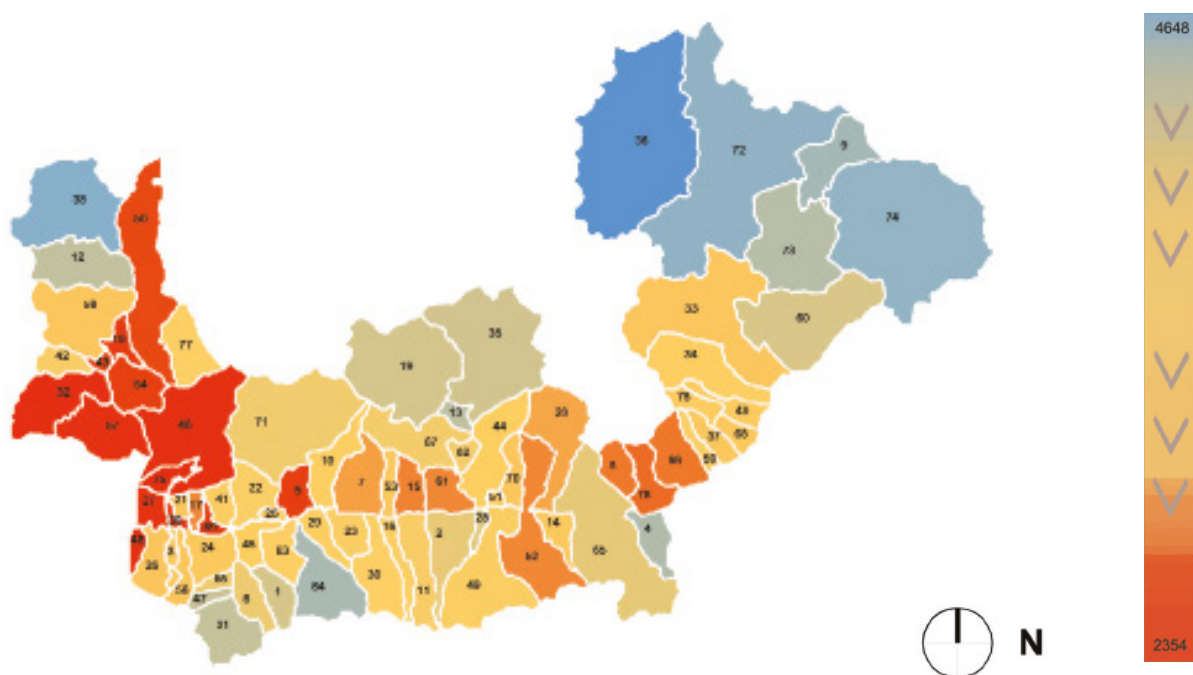


figura 2.6 gradi giorno dei comuni valtellinesi

nella pagina accanto, da sinistra:
fig. 2.4 grafico cromatico delle temperature orarie annuali di Livigno (2011)
fig. 2.5 grafico cromatico delle temperature orarie annuali di Morbegno (2011)

N°	COMUNE	GG	m.s.l.m.	N°	COMUNE	GG	m.s.l.m.	N°	COMUNE	GG	m.s.l.m.
01	ALBAREDO	3419	950	27	DUBINO	2386	223	53	POSTALESIO	3011	516
02	ALBOSAGGIA	3256	490	28	FAEDO VALTELLINO	3319	557	54	PRATA CAMPORTACCIO	2453	352
03	ANDALO VALTELLINO	3011	229	29	FORCOLA	3067	289	55	RASURA	3206	762
04	APRICA	3734	1172	30	FUSINE	3064	285	56	ROGOLO	3002	216
05	ARDENNO	2447	266	31	GEROLA ALTA	3561	1050	57	SAMOLACO	2372	213
06	BEMA	3206	800	32	GORDONA	2355	283	58	SAN GIACOMO FILIPPO	3001	522
07	BERBENNO	2844	370	33	GROSIO	3001	656	59	SERNIO	3078	632
08	BIANZONE	2700	444	34	GROSSOTTO	3054	590	60	SONDALO	3403	939
09	BORMIO	3838	1225	35	LANZADA	3465	983	61	SONDRIO	2755	307
10	BUGLIO IN MONTE	3047	577	36	LIVIGNO	4648	1816	62	SPRIANA	3140	754
11	CAIOLO	3111	335	37	LOVERO	3011	515	63	TALAMONA	3064	285
12	CAMPODOLCINO	3590	1071	38	MADESIMO	4056	1399	64	TARTANO	3788	1210
13	CASPOGGIO	3629	1098	39	MANTELO	2369	211	65	TEGLIO	3278	851
14	CASTELLO DELL'ACQUA	3012	664	40	MAZZO DI VALTELLINA	3032	552	66	TIRANO	2696	441
15	CASTIONE A.	2734	468	41	MELLO	3037	681	67	TORRE DI SANTA MARIA	3166	772
16	CEDRASCO	3066	287	42	MENAROLA	3092	425	68	TOVO SANTA-GATA	3017	526
17	CERCINO	2761	487	43	MESE	2459	274	69	TRAONA	2427	252
18	CHIAVENNA	2426	333	44	MONTAGNA IN VALTELLINA	3041	567	70	TRESIVIO	3004	504
19	CHIESA IN VALMALENCO	3433	960	45	MORBEGNO	3042	262	71	VALMASINO	3187	787
20	CHIURO	2873	390	46	NOVATE MEZZOLA	2371	212	72	VALDIDENTRO	3987	1350
21	CINO	3004	504	47	PEDESINA	3535	1032	73	VALDISOTTO	3690	1141
22	CIVO	3091	719	48	PIANTEDO	2375	215	74	VALFURVA	3971	1339
23	COLORINA	3080	302	49	PIATEDA	3082	304	75	VERCEIA	2354	200
24	COSIO VALTELLINO	3013	231	50	PIURO	2496	382	76	VERVIO	3030	549
25	DAZIO	3041	568	51	POGGIRIDENTI	3039	564	77	VILLA DI CHIAVENNA	3065	633
26	DELEBIO	3001	218	52	PONTE IN VALTELLINA	2758	485	78	VILLA DI TIRANO	2646	400

tab. 2.2 i comuni valtellinesi, i corrispondenti valori di GG e la quota (m.s.l.m)

Un raffronto immediato e logico da fare è quello di rapportare i comuni con il valore di Grado Giorno al rispettivo valore di quota altimetrica espressa in metri sul livello del mare: come precedentemente detto in tabella 2.2 sono riportate queste informazioni; come era logico aspettarsi ai comuni più in quota corrisponde il maggior livello di Gradi Giorno, come ad esempio Livigno con 4648 GG situato a 1816 metri sul livello del mare, oppure Madesimo con 4056 GG a quota 1399 metri. Dalla cartina di figura 2.7 è possibile individuare graficamente la dislocazione altimetrica dei comuni tramite la scala cromatica che vede colorati in verde più scuro i comuni più alti (Livigno, 1816 m s.l.m.) fino a degradare nelle tonalità più chiare che individuano i paesi a minor quota (Verceia, 200 m s.l.m.). Nella cartina di figura 2.7 sono stati altresì rappresentati i laghi e i fiumi principali presenti sul territorio provinciale; guardando la cartina balza subito all'occhio la "fascia" di colore verde chiaro che, situata nella mezzeria della Valle, si estende verso la Valchiavenna a ovest e verso l'Alta Valle a est: rappresenta la strada statale, via principale di comunicazione, che collega l'intera Provincia.

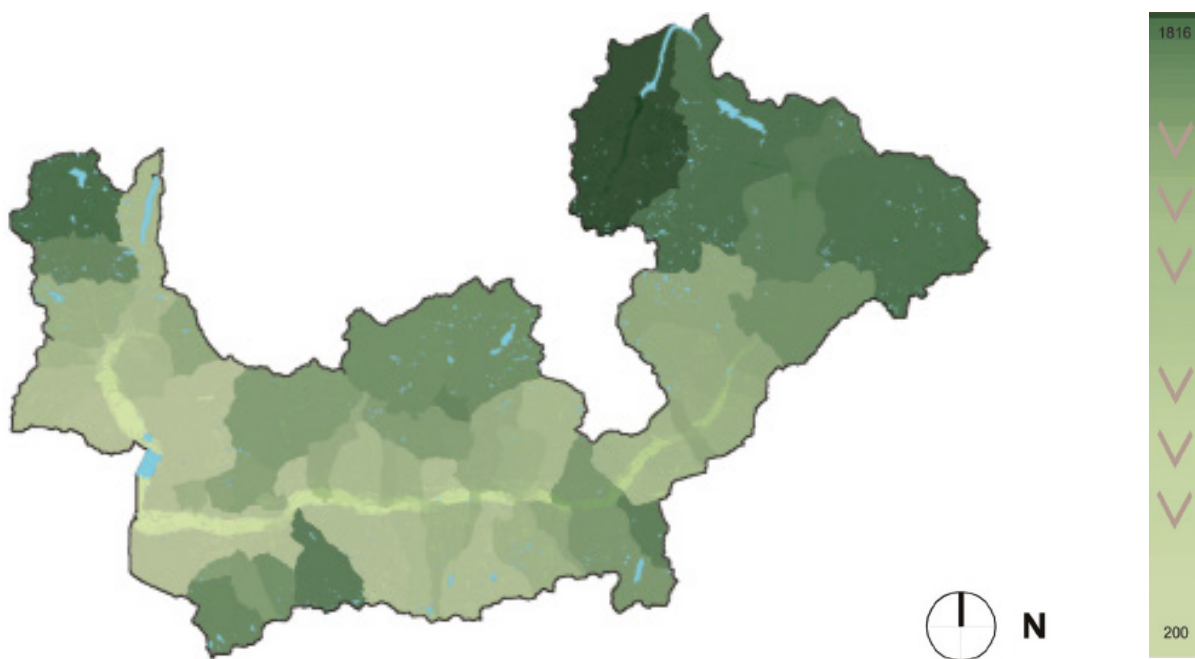


figura 2.7 identificazione altimetrica dei comuni valtellinesi

2.1.2 Radiazione solare

L'andamento Est-Ovest della Valtellina determina condizioni nettamente diverse di irraggiamento solare tra il versante Retico esposto a sud, che riceve molta più luce solare rispetto a quello Orobico rivolto a nord presentando anche valori di temperatura più elevati a parità di quota, con forte accentuazione della differenza nel periodo invernale creando due differenti microclimi che influenzano notevolmente lo sviluppo dei due versanti. Conseguenze di questa condizione geografica si riscontrano in diversi aspetti quali lo sfruttamento antropico del versante Retico (terrazzamenti coltivati a vite) a fronte del versante opposto lasciato "selvaggio", gli insediamenti abitativi che risultano sporadici e isolati a sud, mentre a nord se ne trovano più numerosi ed estesi, e non ultimo influenzano i caratteri e le scelte architettoniche delle abitazioni presenti e future.

Analogamente a quanto era stato fatto per i valori di temperatura, viene riproposta qui la

medesima indagine effettuata sui valori di irraggiamento solare registrati nell'anno 2011 nei diversi comuni valtellinesi; per i paesi di cui si disponevano i dati orari è stata fatta una media giornaliera e poi mensile dei valori, estesa però al solo periodo invernale in quanto momento emblematico per la ricerca in questione. In tabella 2.3 vengono riportati i dati corrispondenti ai valori ottenuti tramite medie orarie. Nella cartina di figura 2.8 sono stati trasposti i medesimi valori in forma grafi-

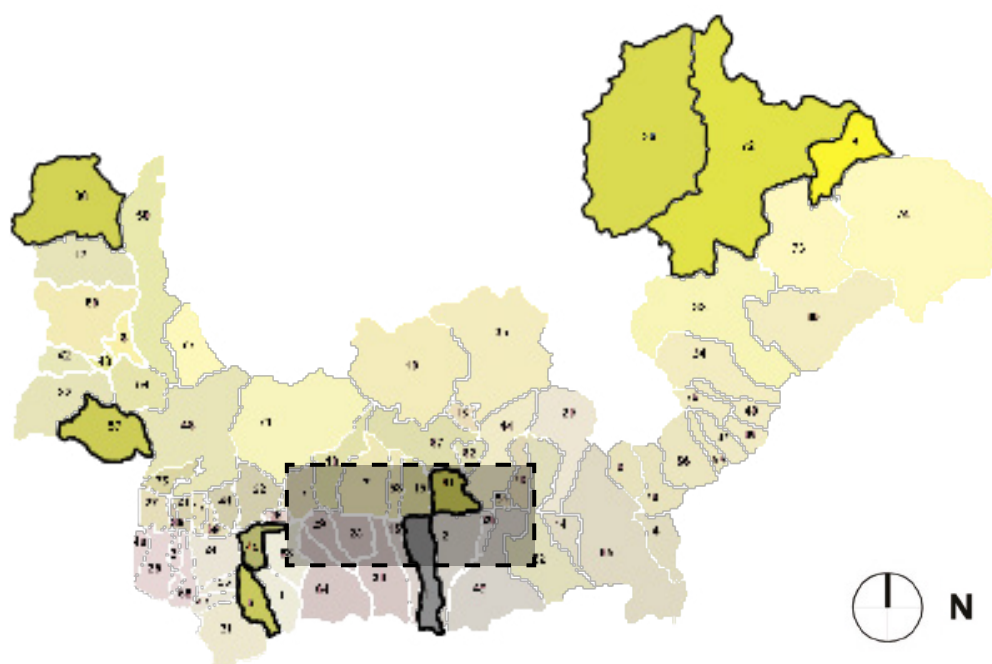


figura 2.8 medie dei mesi invernali dell'irraggiamento solare nell'anno 2011

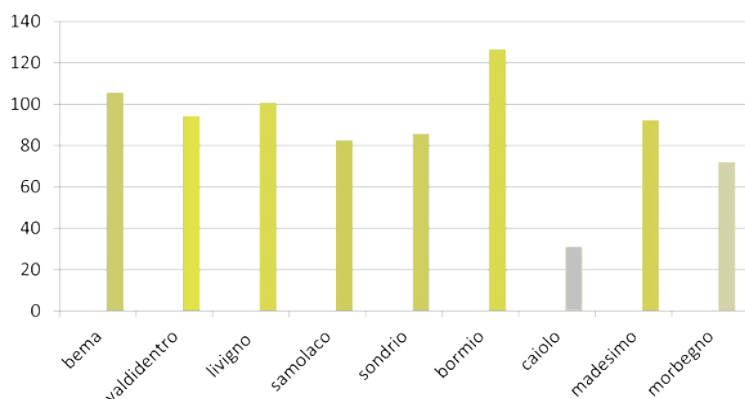


figura 2.8 medie dei mesi invernali dell'irraggiamento solare nell'anno 2011

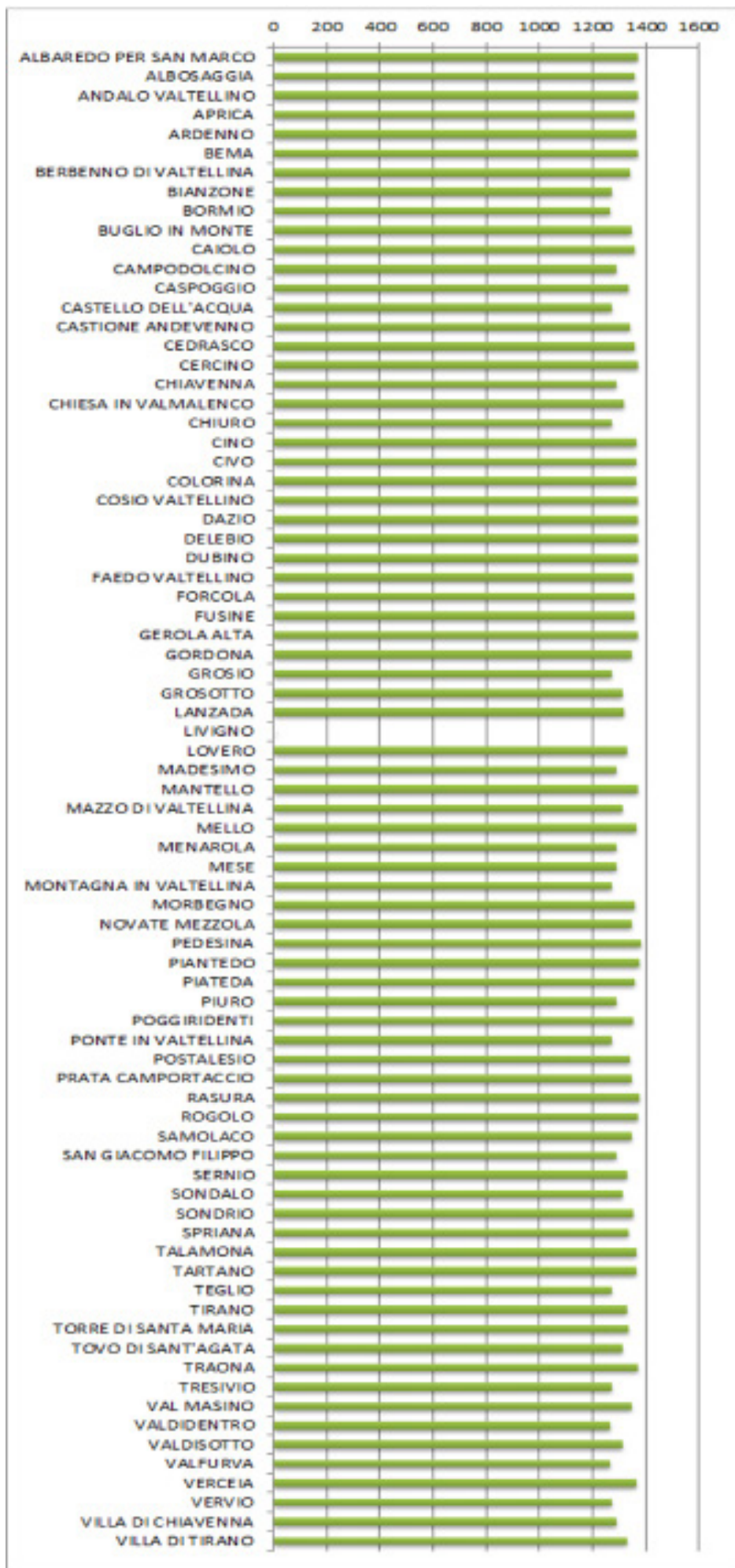
fenomeno risulta più evidente e significativo, all'incirca da Ardenno a Sondrio (vedi area tratteggiata di figura 2.8). Si è deciso di riportare le immagini della vallata relativa alle giornate corrispondenti al solstizio d'estate e d'inverno e all'equinozio di primavera e d'autunno corrispondenti a tre momenti significativi della giornata: le ore 9.00, 13.00 e 18.00.

ca, dove i comuni contornati da bordo spesso rappresentano quelli per i quali si avevano a disposizione i dati, mentre gli altri sono ottenuti estrapolando valori ottenuti da siti meteorologici.

Per meglio rendere visivamente l'idea del diverso soleggiamento dei due versanti vengono riportate nella pagina accanto delle immagini istantanee ottenute grazie al software Google Earth; utilizzando l'opzione "luce solare sul paesaggio" è stato possibile inserire la data e l'ora desiderata ed ottenere i vari scatti delle figure da 2.9 a 2.20. L'area "fotografata" corrisponde alla zona centrale della Valtellina, dove il

N°	COMUNE	[W/m²]	N°	COMUNE	[W/m²]	N°	COMUNE	[W/m²]
01	ALBAREDO	-	27	DUBINO	-	53	POSTALESIO	-
02	ALBOSAGGIA	-	28	FAEDO VALTELLINO	-	54	PRATA CAMPORTACCIO	-
03	ANDALO VALTELLINO	-	29	FORCOLA	-	55	RASURA	-
04	APRICA	-	30	FUSINE	-	56	ROGOLO	-
05	ARDENNO	-	31	GEROLA ALTA	-	57	SAMOLACO	150,62
06	BEMA	126,02	32	GORDONA	-	58	SAN GIACOMO FILIPPO	-
07	BERBENNO	-	33	GROSIO	-	59	SERNIO	-
08	BIANZONE	-	34	GROSSOTTO	-	60	SONDALO	-
09	BORMIO	204,07	35	LANZADA	-	61	SONDRIO	143,41
10	BUGLIO IN MONTE	-	36	LIVIGNO	162,94	62	SPRIANA	-
11	CAIOLO	73,52	37	LOVERO	-	63	TALAMONA	-
12	CAMPODOLCINO	-	38	MADESIMO	146,94	64	TARTANO	-
13	CASPOGGIO	-	39	MANTELLIO	-	65	TEGLIO	-
14	CASTELLO DELL'ACQUA	-	40	MAZZO DI VALTELLINA	-	66	TIRANO	-
15	CASTIONE ANDEVENNO	-	41	MELLO	-	67	TORRE DI SANTA MARIA	-
16	CEDRASCO	-	42	MENAROLA	-	68	TOVO SANT'AGATA	-
17	CERCINO	-	43	MESE	-	69	TRAONA	-
18	CHIAVENNA	-	44	MONTAGNA IN VALTELLINA	-	70	TRESIVIO	-
19	CHIESA IN VALMALENCO	-	45	MORBEGNO	107,07	71	VALMASINO	-
20	CHIURO	-	46	NOVATE MEZZOLA	-	72	VALDIDENTRO	165,47
21	CINO	-	47	PEDESINA	-	73	VALDISOTTO	-
22	CIVO	-	48	PIANTEDO	-	74	VALFURVA	-
23	COLORINA	-	49	PIATEDA	-	75	VERCEIA	-
24	COSIO VALTELLINO	-	50	PIURO	-	76	VERVIO	-
25	DAZIO	-	51	POGGIRIDENTI	-	77	VILLA DI CHIAVENNA	-
26	DELEBIO	-	52	PONTE IN VALTELLINA	-	78	VILLA DI TIRANO	-

tab. 2.3 i comuni valtellinesi e i corrispondenti valori di radiazione solare (media mesi invernali, anno 2011)



21 MARZO

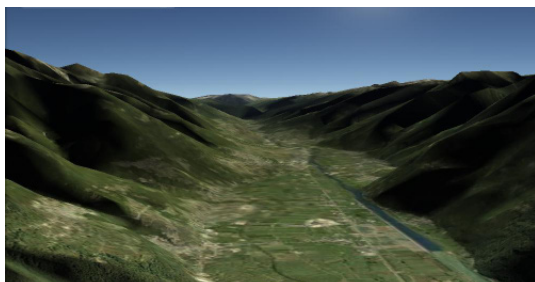


figura 2.9 - 21 marzo ore 09.00



figura 2.10 - 21 marzo ore 13.00

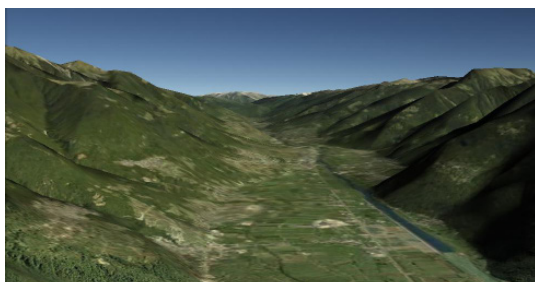


figura 2.11 - 21 marzo ore 18.00

21 GIUGNO

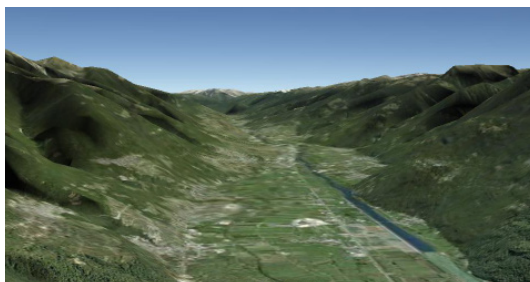


figura 2.12 - 21 giugno ore 09.00



figura 2.13 - 21 giugno ore 13.00

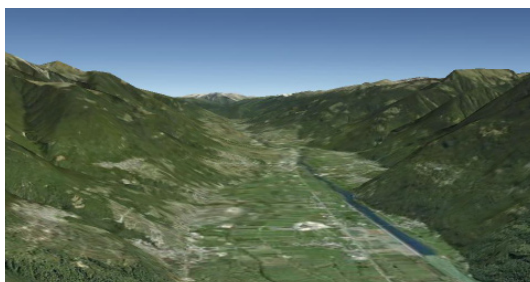


figura 2.14 - 21 giugno ore 18.00

21 SETTEMBRE

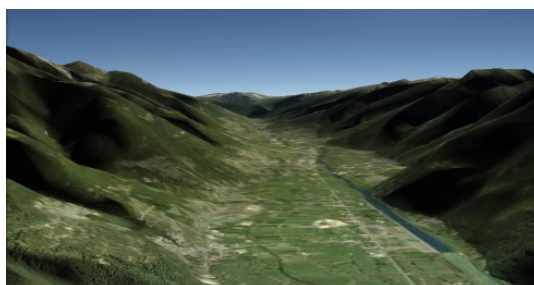


figura 2.15 - 21 settembre ore 09.00



figura 2.16 - 21 settembre ore 13.00

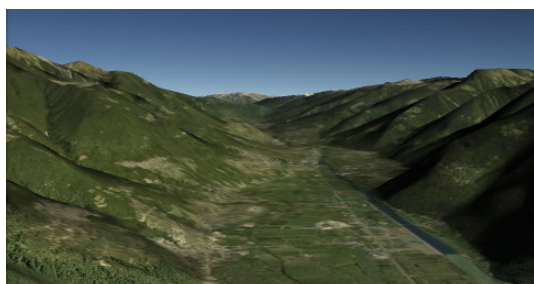


figura 2.17 - 21 settembre ore 18.00

21 DICEMBRE



figura. 2.18 - 21 dicembre ore 09.00

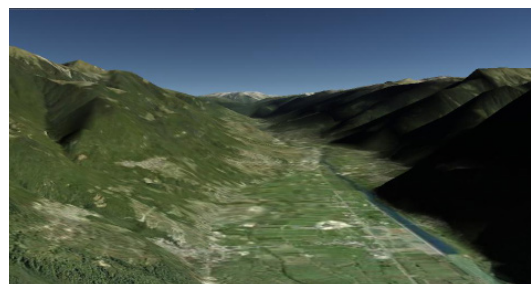


figura 2.19 - 21 dicembre ore 13.00

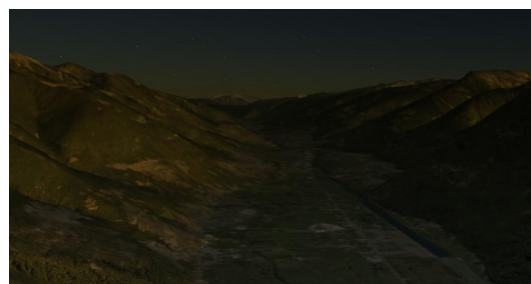


figura 2.20 - 21 dicembre ore 18.00

2.1.2.1 PVGIS

Come precedentemente detto dunque il livello di radiazione solare differisce in maniera significativa, nel periodo invernale, in base all'ubicazione del comune in esame; di qui discende l'importanza della conoscenza del territorio dove si va a progettare un manufatto edilizio che voglia rispondere ai requisiti di costruzione ad energia quasi zero attraverso l'ottimizzazione della progettazione dell'involucro e tramite l'ausilio di strumenti per lo sfruttamento dell'energia rinnovabile. A tal proposito si è voluta svolgere un'indagine per quantificare la resa di un ipotetico impianto fotovoltaico qualora questo fosse installato sulla copertura di un determinato edificio ubicato nei comuni della provincia. All'interno del programma PVGIS sono stati di volta in volta inseriti i dati relativi al comune in esame, quali latitudine, longitudine e altitudine, successivamente sono stati forniti i dati relativi all'impianto da installare quali potenza nominale dell'impianto fotovoltaico (1 kW) e l'utilizzo di silicio cristallino, la quantificazione delle perdite stimate (nell'ordine del 14%); i calcoli effettuati si basano su un pannello integrato nella struttura dell'edificio, con una pendenza di 35° e avente struttura fissa, non mobile. Nella tabella 2.4 sono riportati a fianco del comune il relativo valore di resa dell'impianto fotovoltaico ottenuto dal calcolo svolto da PVGIS, espresso in kilowattora e riferito ad una media annuale dei dati. Analogamente alle precedenti indagini vengono riportati i valori tabulati all'interno della mappa della provincia dove, grazie alla solita gradazione di colori, si riesce graficamente ad individuare dove e quali sono i comuni in cui un ipotetico impianto avrebbe una resa maggiore (colore blu scuro) rispetto a quelli a resa minore (azzurro), (figura 2.21). Nel grafico a barre di figura 2.22 vengono riproposti i valori presenti in tabella 2.4 dove risulta graficamente immediata la percezione di quali siano i comuni dove la radiazione incidente durante tutto il corso dell'anno risulta maggiore (Livigno 1220 kWh, Madesimo 1160 kWh,

Valfurva 1150 kWh ed Aprica 1130 kWh) e quelli maggiormente ombrosi (Colorina 787 kWh, Andalo Valtellino 834 kWh e Forcola 830 kWh) non a caso situati ai piedi del versante Orobico.

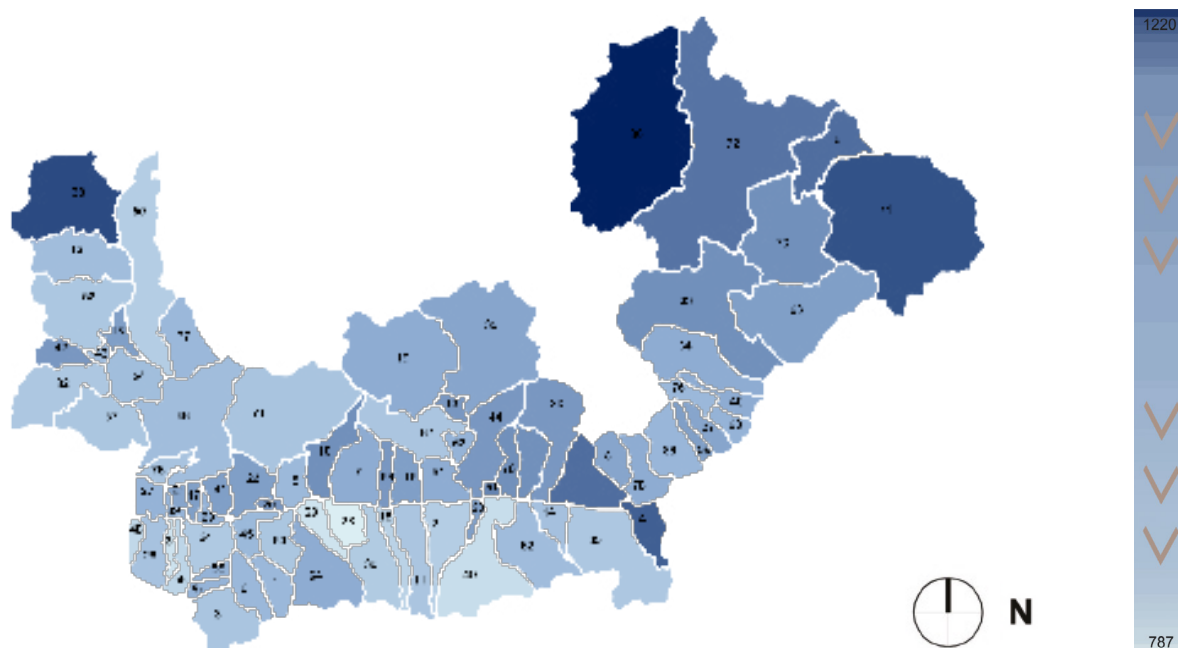


figura 2.21 rendimento dell'impianto fotovoltaico nella provincia di Sondrio

N°	COMUNE	[kWh]	N°	COMUNE	[kWh]	N°	COMUNE	[kWh]
01	ALBAREDO	994	27	DUBINO	1010	53	POSTALESIO	1050
02	ALBOSAGGIA	914	28	FAEDO VALTELLINO	1040	54	PRATA CAMPORTACCIO	972
03	ANDALO VALTELLINO	834	29	FORCOLA	830	55	RASURA	1010
04	APRICA	1130	30	FUSINE	923	56	ROGOLO	885
05	ARDENNO	988	31	GEROLA ALTA	944	57	SAMOLACO	941
06	BEMA	994	32	GORDONA	935	58	SAN GIACOMO FILIPPO	937
07	BERBENNO	1020	33	GROSIO	1060	59	SERNIO	1040
08	BIANZONE	1030	34	GROSSOTTO	1020	60	SONDALO	1040
09	BORMIO	1110	35	LANZADA	1030	61	SONDRIO	1020
10	BUGLIO IN MONTE	1060	36	LIVIGNO	1220	62	SPRIANA	1010
11	CAIOLO	943	37	LOVERO	1030	63	TALAMONA	941
12	CAMPODOLCINO	974	38	MADESIMO	1160	64	TARTANO	1020
13	CASPOGGIO	1050	39	MANTELO	1010	65	TEGLIO	1110
14	CASTELLO DELL'ACQUA	962	40	MAZZO DI VALTELLINA	1020	66	TIRANO	1000
15	CASTIONE ANDEVENNO	1040	41	MELLO	1040	67	TORRE DI SANTA MARIA	943
16	CEDRASCO	894	42	MENAROLA	1050	68	TOVO SANT'AGATA	1010
17	CERCINO	1040	43	MESE	976	69	TRAONA	1010
18	CHIAVENNA	1040	44	MONTAGNA IN VALTELLINA	1050	70	TRESIVIO	1060
19	CHIESA IN VALMALLENCO	1020	45	MORBEGNO	991	71	VALMASINO	949
20	CHIURO	1050	46	NOVATE MEZZOLA	973	72	VALDIDENTRO	1100
21	CINO	1030	47	PEDESINA	1010	73	VALDISOTTO	1060
22	CIVO	1040	48	PIANTEDO	873	74	VALFURVA	1150
23	COLORINA	787	49	PIATEDA	853	75	VERCEIA	952
24	COSIO VALTELLINO	928	50	PIURO	912	76	VERVIO	993
25	DAZIO	1050	51	POGGIRIDENTI	1080	77	VILLA DI CHIAVENNA	967
26	DELEBIO	954	52	PONTE IN VALTELLINA	1060	78	VILLA DI TIRANO	1020

tab. 2.4 rendimento annuale di un impianto fotovoltaico nei comuni valtellinesi

2.1 Venti

La Valtellina è caratterizzata da un clima tendenzialmente continentale con una circolazione di grandi masse di aria fredda e asciutta provenienti dall'Europa centrale e di quelle umide provenienti dall'Atlantico e dal Mediterraneo. Volendo analizzare nel dettaglio i venti che soffiano sulla Valtellina risulta possibile individuare tre differenti fenomeni ventosi: la Brevia, le Brezze e il Föhn.

Brevia: si tratta di un vento di valle che spira dal lago di Como lungo tutta la Valtellina fino alla zona di Bormio: soffia nei mesi primaverili e nei primi mesi autunnali, ed è dovuto al diverso riscaldamento diurno dei versanti montani rispetto al Lago di Como. L'effetto è visibile un po' ovunque sul fondo valle, ove si possono notare alberi piegati. La presenza di tale vento favorisce, nei mesi primaverili ed estivi, la rapida dispersione degli agenti inquinanti ristagnanti nella vallata a causa dell'inversione termica, riportando così la qualità dell'aria a livelli ottimali. Un altro fenomeno che si presenta è la **brezza**, tipica delle valli alpine, la quale si alterna in "brezza di monte" che soffia dai versanti verso il fondovalle, durante la notte e le prime ore del giorno, e la "brezza di valle", che soffia dal fondovalle verso l'alto dalla tarda mattinata fino al pomeriggio. Questo fenomeno si verifica in quanto già a partire dalle prime ore del mattino il fondovalle comincia a riscaldarsi con l'arrivo del sole e l'aria a contatto con il terreno può così espandersi e salire lungo il fianco dei pendii laterali: alle brezze di valle si sommano le "brezze di pendio" determinate dal fatto che le cime e le creste in quota ricevono i raggi solari prima del fondo valle; come abbiamo detto il meccanismo delle brezze di valle si mantiene fino a quando il sole non comincia a calare, di conseguenza il verso delle correnti si inverte a causa del rapido raffreddamento dell'aria in quota: si generano così durante la notte le brezze di monte. Nei mesi invernali invece si verificano frequentemente episodi di **Föhn**: si tratta di un vento caldo che si forma sulle regioni del Nord-Ovest italiane (Valle d'Aosta, Piemonte e Lombardia Occidentale); questo vento quando spira fa divenire il cielo terso e azzurro arrivando dalla catena alpina da Nord-Ovest cadendo in basso dalle montagne alle pianure e quindi riscaldandosi. Il Föhn si forma quindi per l'arrivo di correnti fredde che, provenienti dall'altra parte delle Alpi (dalla Francia o dalla Svizzera), si scontrano con la barriera Alpina (fenomeno chiamato Stau) risalgono lungo i pendii e le pareti raffreddandosi e formando nubi e pioggia; una volta arrivati in cima scendono dalla parte opposta riscaldandosi e diradando le nubi e formando il vento di Föhn che spira sui versanti italiani (figura 2.23). Il fenomeno dello Stau è inoltre causa della formazione, in montagna, dei cosiddetti temporali orografici nei mesi più caldi. Il vento di Föhn infine ha effetti positivi sul ricambio della massa d'aria quando giunge fino al suolo, può invece determinare intensi fenomeni di accumulo degli inquinanti quando permane in quota e comprime gli strati d'aria sottostanti, formando un'inversione di temperatura in quota.

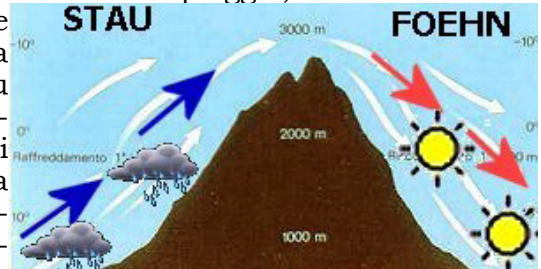


figura 2.23 fenomeno dello Stau

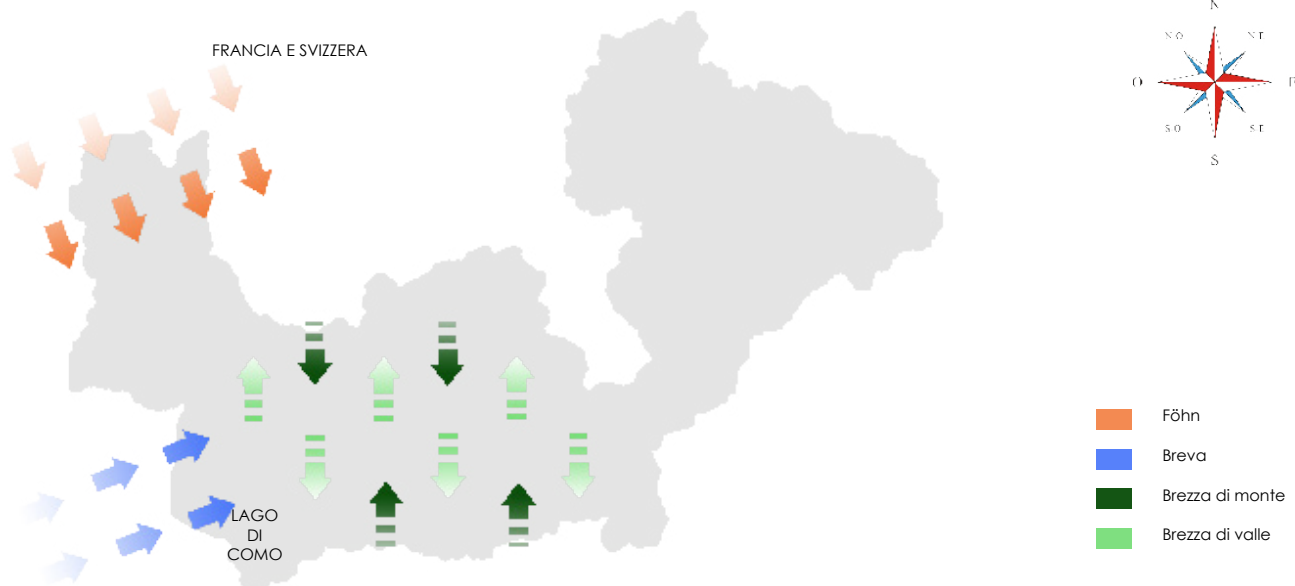


figura 2.24 direzione dei venti prevalenti

2.3 Precipitazioni

Per quanto riguarda le precipitazioni analizzando la distribuzione delle piogge si osserva che, mentre nel periodo autunno- inverno cade una quantità relativamente omogenea di pioggia su tutta la vallata, le differenze si manifestano soprattutto per le precipitazioni primaverili-estive. Ciò può essere collegato al fatto che le piogge autunno - inverno sono in prevalenza frontali, legate cioè a grossi sistemi perturbati, mentre quelle primaverili - estive sono di prevalente origine temporalesca. La parte interna della vallata, sia per le condizioni orografiche poco favorevoli ad invasioni fredde sia per la scarsità di accumulo di vapore, è meno favorevole rispetto alla parte iniziale della valle a fenomeni temporaleschi estivi di elevata intensità. La piovosità media annua diventa maggiore avvicinandosi al lago, a ridosso dello spartiacque tra la Val Brembana e il versante Orobico della Valtellina e sul versante occidentale della Valchiavenna si concentrano le maggiori precipitazioni; le minori precipitazioni si riscontrano nell'alta Valtellina e nella zona di Livigno.

Riportiamo qui di seguito (figura 2.25, 2.26, 2.27) un'indagine sulle precipitazioni registrate nel periodo 1891-1990 della Valtellina e della Valchiavenna per cercare di diversificare la valle in diverse zone a seconda appunto della frequenza e del grado di intensità delle precipitazioni. Le informazioni di seguito riportate sono state elaborate dal servizio geologico della regione Lombardia ed in particolare rappresentano un estratto della carta delle precipitazioni annue del territorio alpino della regione Lombardia (periodo 1891-1990). La provincia di Sondrio (Valtellina e Valchiavenna) a causa della sua situazione orografica complessa presenta un'estrema variabilità dei valori di precipitazione; le aree di maggior intensità (valori compresi dai 1300 ai 1900 mm/a) sono riscontrabili a ridosso dello spartiacque fra la Val Brembana ed il versante orobico della Valtellina (lago di Trona 2011 mm/a) e sul lato occidentale della Valchiavenna (Bodengo 1822 mm/a); Le zone a minor precipitazione, in questo caso di tutta la Lombardia alpina, con valori medi compresi fra 700 e 900 mm/anno, corrispondono all'alta Valtellina ed all'area di Livigno (Trepalle 646 mm/a, Bormio 724 mm/a e Santa Caterina 865 mm/a). In generale la provincia di Sondrio può essere divisa, per quanto riguarda i valori di precipitazione, in 3 grandi zone:

- La Valchiavenna occidentale e le Orobie Valtellinesi fino all'Aprica ($p > 1300$ mm/a)
- La Valchiavenna orientale, la Valmasino e l'alta Valmalenco con il gruppo del Bernina ($1100 < p < 1300$ mm/a)
- La Valmalenco e la media - alta Valtellina con l'area di Livigno ($p < 1100$ mm/a)

Dai dati di ogni stazione sono stati estratti i massimi e i minimi assoluti misurati e con questi dati si sono redatte le carte delle precipitazioni massime e minime annue.

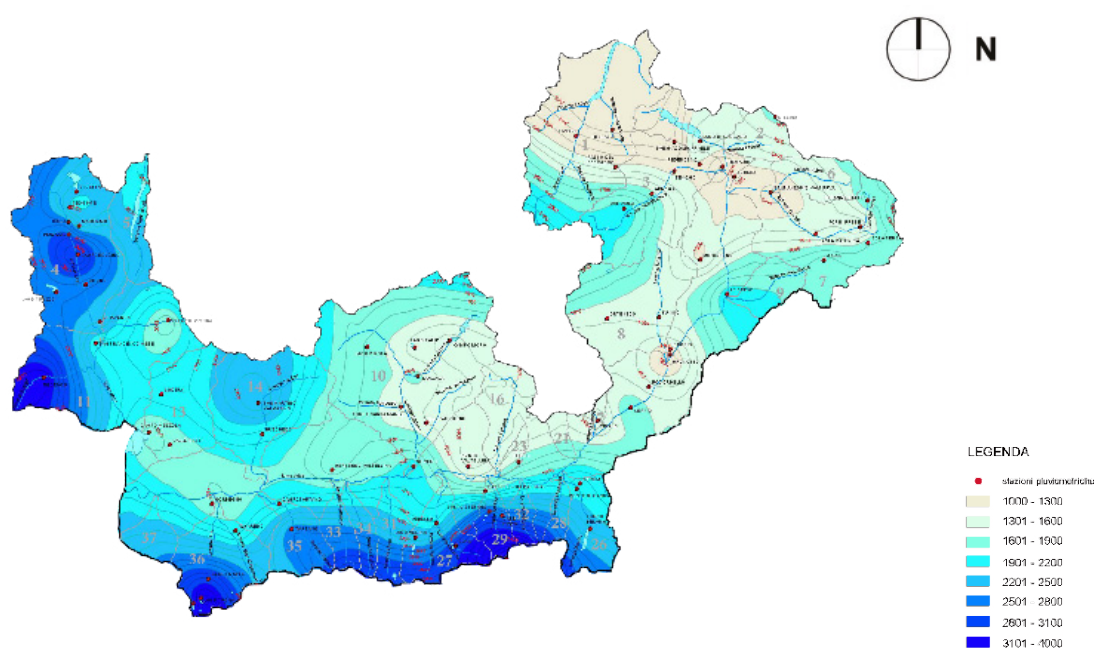


figura 2.25 Valtellina e Valchiavenna - precipitazioni massime annue

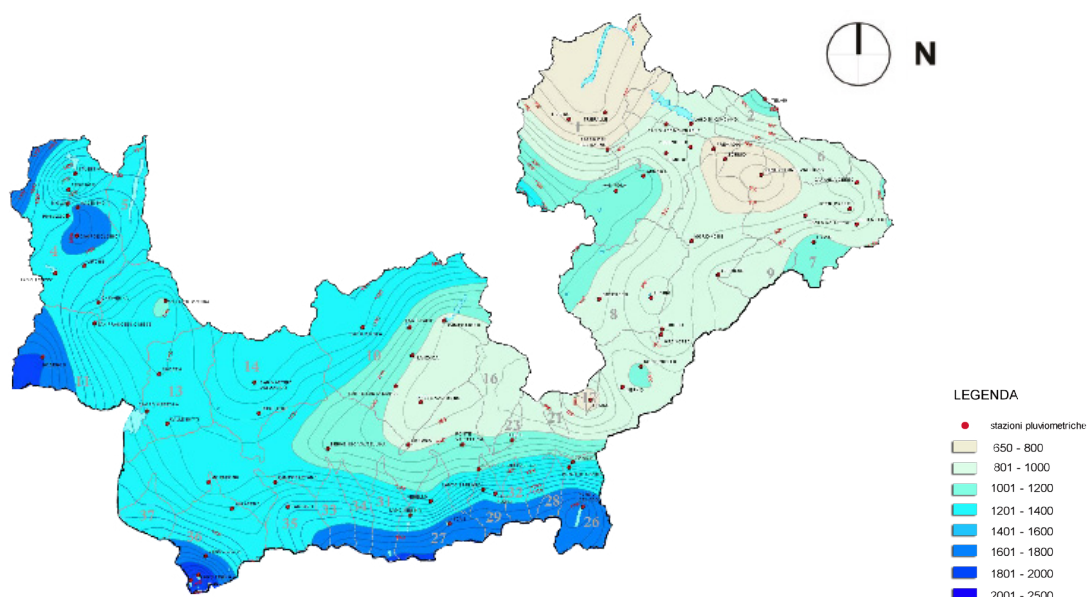


figura 2.26 Valtellina e Valchiavenna – precipitazioni medie annue

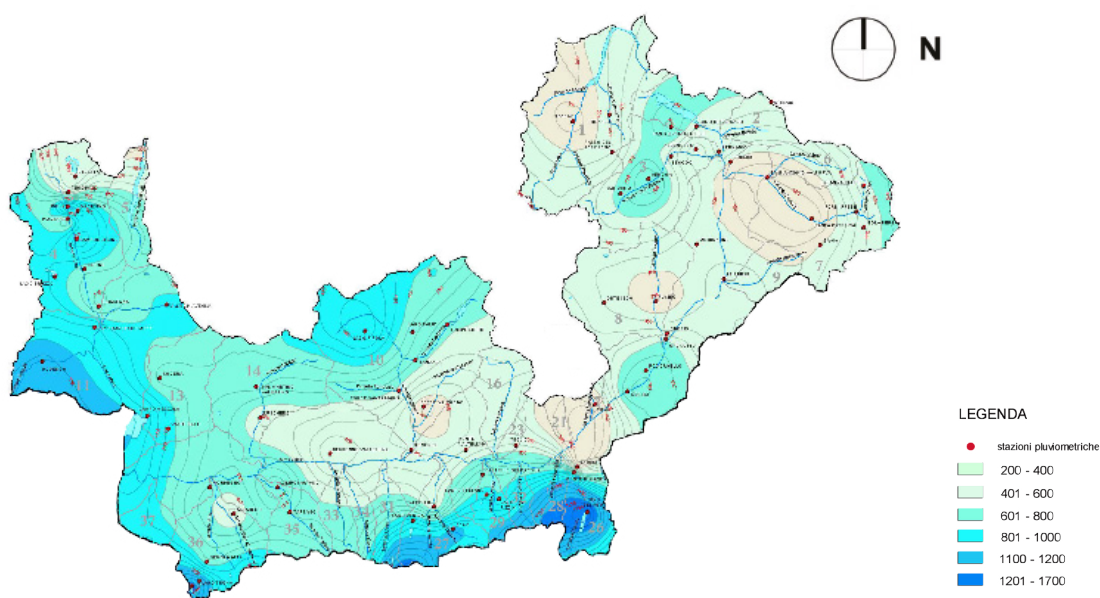


figura 2.27 Valtellina e Valchiavenna – precipitazioni minime annue

Rifacendosi ai paesi analizzati a titolo esemplificativo nella precedente indagine sui valori di temperatura in alcuni comuni valtellinesi, sono stati presi in esame attraverso grafici rappresentativi i dati relativi alle medie mensili di intensità di pioggia riferiti all'anno 2011. Tramite il portale Arpa meteo sono stati reperiti i dati necessari per la stesura dei grafici, anche se a volte la mancanza di alcuni dati ha portato ad imprecisioni e alla presenza di rappresentazioni aventi linee “spezzate” (figura 2.30); analogamente al raffronto fatto per i valori di temperatura (figura 2.3) si è scelto di rappresentare i comuni di Morbegno, Sondrio, Caiolo, Bormio e Livigno. I grafici “ombrometrici” riportati nelle pagine seguenti (figura 2.28, 2.29, 2.30, 2.31, 2.32) hanno in ascissa i mesi dell'anno, nel caso in esame del 2011, nell'ordinata di sinistra vi sono i relativi valori di temperatura (linea rossa) e di numero di giorni piovosi del mese (barre azzurre), mentre sull'ordinata di destra sono elencati i millimetri di pioggia caduti mensilmente (linea blu).

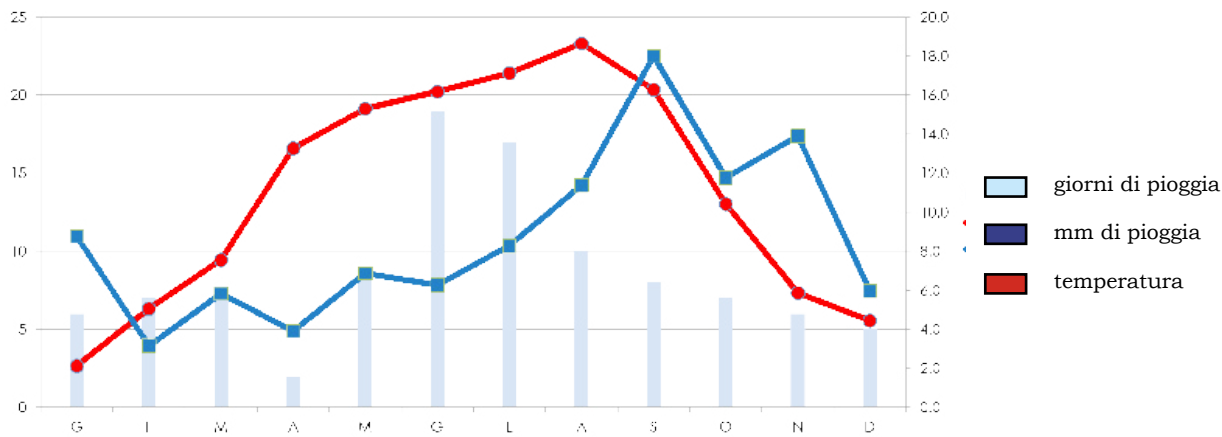


figura 2.28 grafico ombrometrico Morbegno anno 2011

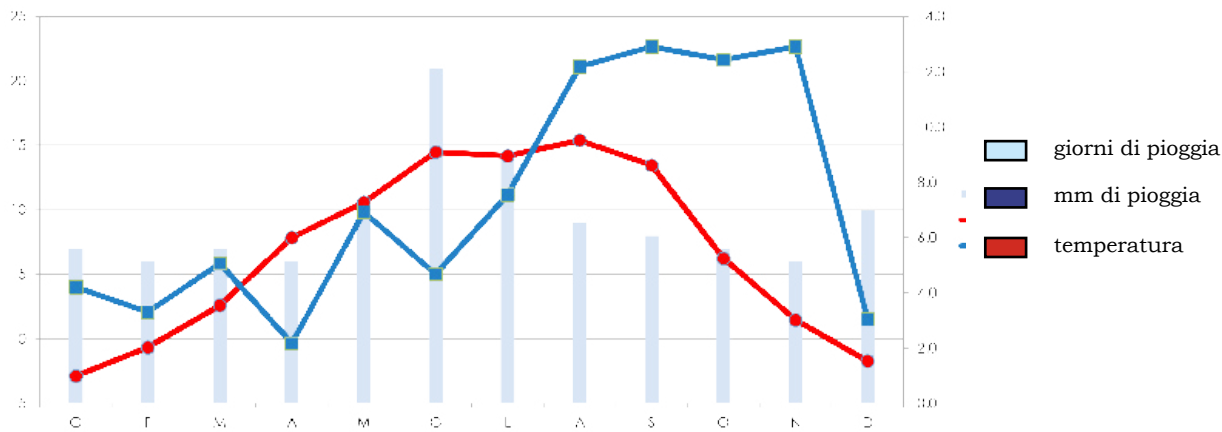


figura 2.29 grafico ombrometrico Sondrio anno 2011

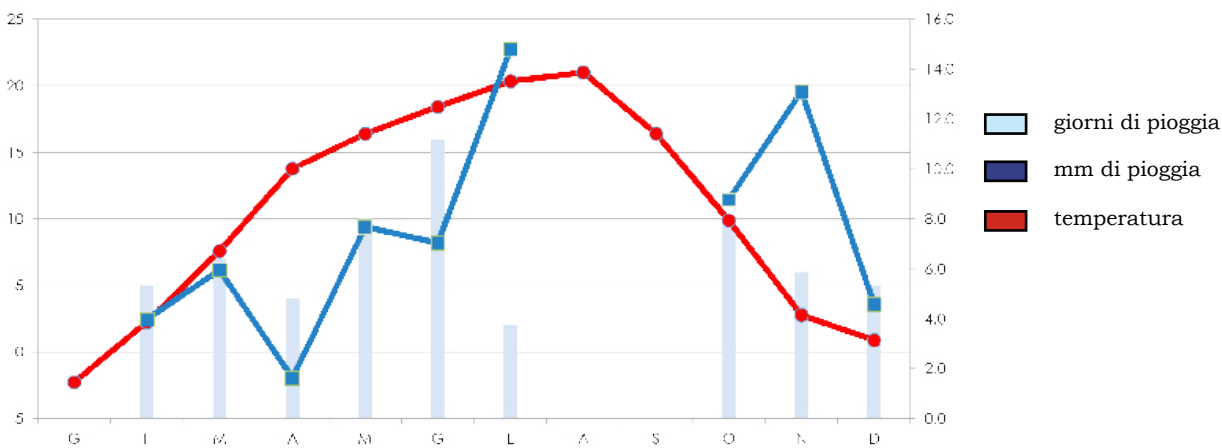


figura 2.30 grafico ombrometrico Caiolo anno 2011

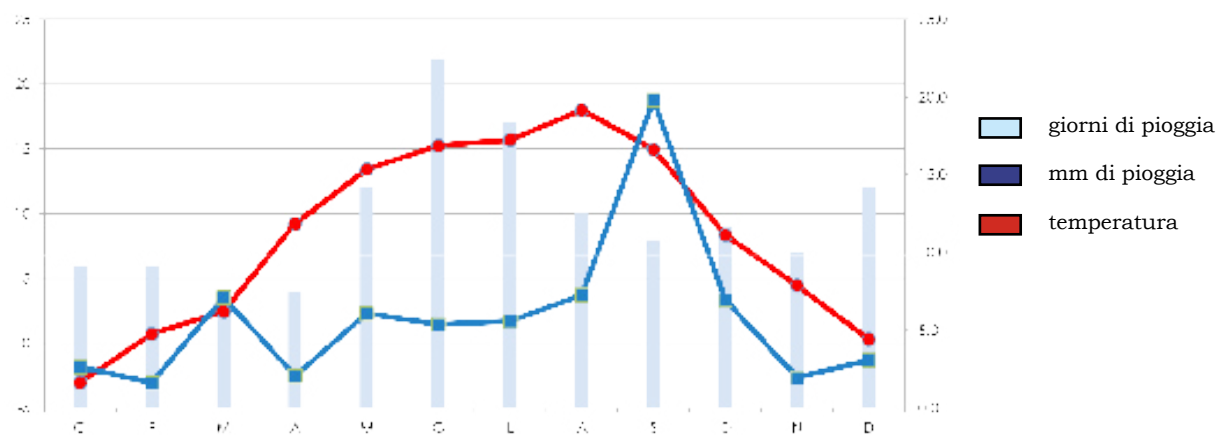


figura 2.31 grafico ombrometrico Bormio anno 2011

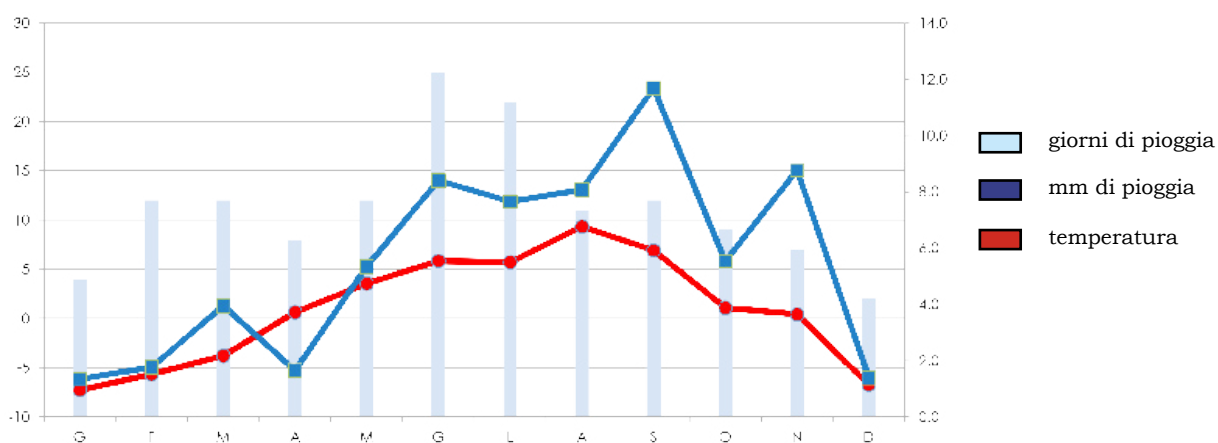


figura 2.32 grafico ombrometrico Livigno anno 2011

CAPITOLO 3

LO STATO DELL'ARTE SUL TERRITORIO

Gli insediamenti rurali presenti sul territorio valtellinese rappresentano un'importante risorsa in merito alla possibilità di avere conoscenza del patrimonio architettonico dei secoli passati, del modo di costruire, dei materiali e delle tecniche utilizzate a seconda della localizzazione geografica, ovvero delle differenti condizioni climatiche riscontrabili nei diversi comuni della provincia. Questo tipo di indagine risulta fondamentale per interpretare la progettazione di una futura realizzazione abitativa, che ben si integri nel territorio e che sappia sfruttare antiche tecniche costruttive, migliorandole con le attuali conoscenze.

Pur trattandosi del medesimo territorio dal punto di vista geografico, la provincia di Sondrio presenta luoghi, climi e caratteristiche geo morfologiche molto diverse a seconda del sito, o per meglio dire della vallata, a cui si fa riferimento; una prima macro divisione deve essere fatta in base al versante su cui ci si trova, Retico o Orobico delle Alpi valtellinesi, a causa dei diversi livelli di illuminamento solare durante il corso dell'anno. Essendo la Valtellina una valle ad orientamento est-ovest, presenta un versante, in questo caso quello Retico, esposto completamente a Sud e riparato dai freddi venti settentrionali, di contro il versante Orobico risulta più ombroso; diviene pertanto facile immaginare come le scelte architettoniche e funzionali insite nel progetto di architettura dipendano in maniera rilevante da questi fattori, al fine di raggiungere alti comfort abitativi mediante l'ottimizzazione del progetto dell'involucro edilizio. L'analisi che è stata effettuata sull'intero territorio valtellinese in merito al patrimonio architettonico rurale presente, ovvero analizzando sia le dimore residenziali, sia gli insediamenti temporanei rappresentati dai meggenghi e dagli alpeggi, ha portato gli studiosi del settore a dividere idealmente il territorio valtellinese in "zone" omogenee dal punto di vista delle tipologie costruttive, funzionali ed architettoniche rurali presenti. Cercheremo quindi, nella trattazione che segue, di analizzare in maniera separata il territorio valtellinese al fine di delineare le caratteristiche predominanti delle abitazioni di Valchiavenna, Valtellina con i suoi due versanti Retico e Orobico, e la zona dell'alta Valle che può a sua volta essere divisa, per i motivi precedentemente esposti, in Val Grosina, la zona del Bormiese ed infine l'area di Livigno che rappresenta una realtà a sè stante (figura 3.1).



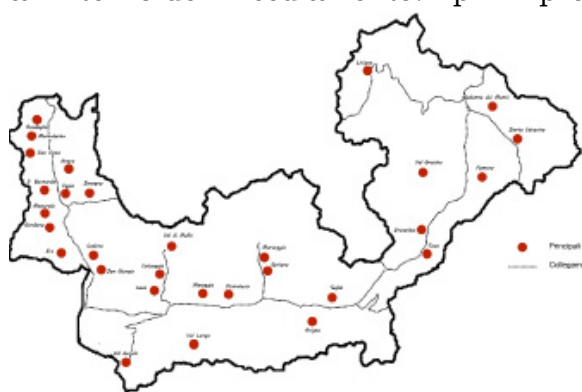
figura 3.1 suddivisione della Provincia in zone omogenee

Il lavoro svolto mira a classificare, per quanto possibile, le tipologie edilizie in base alla zona di collocazione evidenziandone i caratteri predominanti, i materiali prevalenti, la distribuzione interna degli ambienti residenziali e la loro correlazione con la parte rurale adibita a stalla e fienile; il patrimonio architettonico al quale si guarda è quello pervenutoci, integro o quasi, dal XVI secolo in avanti, riferendosi ai casi più antichi. Nella tavola 3.01 si è cercato di rappresentare un quadro riassuntivo della suddetta ricerca, attraverso modelli che permettono di individuare facilmente le principali differenze dei diversi insediamenti rurali, attraverso una schematizzazione che, seppur generale, ci restituisce un quadro veritiero del panorama architettonico rurale valtellinese.

3.1 Insediamenti rurali

Ovunque negli insediamenti in Valtellina e Valchiavenna tende a prevalere la forma accentrata, il nucleo compatto piuttosto che la casa sparsa e questa regola si riscontra sia nelle piccole frazioni che nei grossi villaggi. Come per tutti i luoghi esistono fattori principali che condizionano la scelta della localizzazione di un aggregato rurale, come ad esempio la comunità di villaggio o la religiosità: la Chiesa è sempre un riferimento centrale nel villaggio. Indirettamente vi sono altri fattori che influiscono soprattutto sulla scelta localizzativa dell'insediamento stesso: primo fra tutti è la radiazione solare, i centri abitati tendono ad essere posizionati dove l'ombra proiettata dalle montagne circostanti non li raggiunga; altrettanto si può dire nei riguardi del rischio idrogeologico, della pendenza del suolo e della fertilità della terra. Si possono trovare insediamenti stanziati a metà montagna, a 600-700 metri di altitudine, in luoghi pianeggianti e bene esposti, oppure in alcune circostanze se ne trovano, anche se in rare occasioni, su pendii accentuati e poco soleggiati; in quest'ultimo caso evidentemente sono preminenti nella scelta della localizzazione altri fattori, quali la vicinanza di un grosso borgo, le possibilità offerte dalla presenza di una via di comunicazione o di un passo. Sui pendii, fin dove risulta possibile, le contrade seguono le linee di livello del terreno partendo da un modulo iniziale e sviluppandosi con case a schiera sfruttando sempre una parete esistente. Altro fattore caratterizzante i diversi insediamenti è rappresentato dall'allevamento: il villaggio deve sfruttare al meglio il pascolo alle diverse altezze nelle stagioni più propizie; pertanto dai 300-1000 metri dell'insediamento di fondovalle si sale fino ai 1000-1800 metri del maggengo nella stagione primaverile, fino ad arrivare ai 1800-2400 metri dell'alpeggio durante i mesi estivi. Queste abitazioni temporanee ricalcano la struttura morfologica del villaggio del fondovalle: si riducono gli spazi, ma la struttura fondamentale resta identica. In linea generale però il villaggio ci si presenta come un nucleo omogeneo, un insieme raccolto dove è difficile individuare e separare i singoli edifici: si incontrano dapprima i terrazzamenti e i campi, poi si snodano le piazzette, i camminamenti (la maggior parte delle volte si tratta di gallerie coperte che attraversano le abitazioni), le scale esterne e i terrazzi; questi elementi sono al contempo spazi pubblici e privati, che appartengono all'insediamento in senso stretto. All'interno del villaggio varia anche la distribuzione degli edifici prettamente rurali adibiti a stalla e fienile (o granaio): spesso sono accorpati alla residenza, come accade per la maggiore in alta Valtellina, altre volte si trovano isolati o raggruppati in nuclei a sè stanti. Come noto, gli insediamenti si localizzano quasi sempre vicino ai corsi d'acqua di un certo rilievo, per motivi legati alla necessità di approvvigionamento idrico; la canalizzazione artificiale di questi ultimi è risultata necessaria al fine di ovviare al problema di piene improvvise del fiume e quindi evitare danni altrimenti imprevedibili. I mulini e i torchi a vite hanno avuto un ruolo di rilevanza all'interno dell'insediamento: i primi presenti in ogni piccola contrada dove il grano si poteva coltivare, mentre i secondi richiedevano, per via delle

notevoli dimensioni, un edificio apposta che li contenesse dalla caratteristica forma allungata e stretta. Nella cartina di figura 3.2 vengono messi in evidenza i principali centri di architettura rurale sparsi lungo il territorio, collegati fra di loro dalla via principale di comunicazione che si snoda attraverso la vallata. Nel proseguo del capitolo vengono trattate separatamente le zone omogenee di cui abbiamo parlato prima cercando in primo luogo di focalizzare l'attenzione sui caratteri generali dell'area, per poi andare successivamente nel particolare attraverso la descrizione di un insediamento rurale caratteristico della zona descritta e concentrandosi infine sulla descrizione di un'abitazione in particolare, la più emblematica possibile.



● principali nuclei di antica formazione
-----collegamenti

figura 3.2 nuclei di antica formazione

3.1.1 La Valtellina



stando aperta, è chiusa da un portone carraio ed ha funzioni anche difensive con tutti gli edifici che fronteggiano la corte stessa. Esempio limite di questa corte comune è la *trüna* tipica della Valmalenco: la corte qui diviene una galleria coperta di collegamento tra gli edifici, su cui prospettano le porte delle cucine e dei focolai. Nell'identificazione delle tipologie architettoniche insediate nella valle occorre distinguere delle zone con caratteristiche omogenee: possiamo dunque parlare di bassa, media e alta Valtellina.

Risalendo la Valtellina a partire dal trivio di Fuentes, dove l'Adda confluisce nel lago di Como, possiamo riscontrare l'evolversi delle tipologie edilizie tradizionali: da modelli ancora influenzati dalla cascina padana a tipologie sempre più marcatamente alpine. A Delebio le frazioni si presentano ancora come grandi corti aperte con poderose arcate, strutture a ballatoio con elementi verticali in muratura e parapetti in asticelle di legno; man mano che ci si inoltra nella valle queste corti tendono a farsi più chiuse e si restringono divenendo un elemento annesso alla singola abitazione. Ad esempio a Polaggia la corte, pur re-

3.1.1.1 Bassa valtellina: Val Masino e Val Malenco

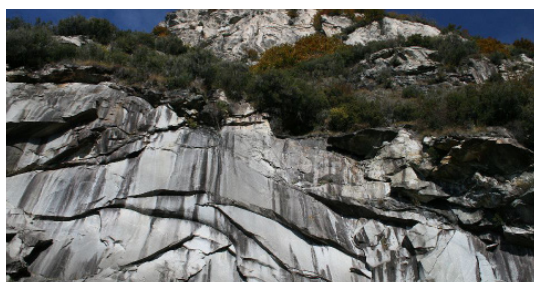


figura 3.3 cava di granito, Valmasino



figura 3.4 cava e lastra di serpentino, Valmalenco



figura 3.5 lastre di serpentino tegolare per tetti

È il versante che degrada dolcemente, interrotto da frequenti terrazzamenti e conoidi. Sui terrazzi di mezza costa, sono presenti i maggiori centri, con predominanza dei vigneti che si instaurano sui conoidi di deiezione. Le abitazioni sono per lo più isolate e dette *casèl de l'üga*: in pietra con poca malta di allettamento, di forma quadrata o appena rettangolare, piccola, serviva prevalentemente per custodire gli attrezzi da lavoro e per raccogliere l'acqua piovana, per questo il tetto è molto aggettante. Anche le dimore permanenti sono solitamente in pietra, nelle più antiche e modeste la malta era inserita solo negli interstizi tra le pietre, nelle più recenti, un sottile strato di intonaco, copre i muri dei locali adibiti ad abitazione. Le caratteristiche geo morfologiche del territorio hanno influenzato l'insediamento umano nella valle e di conseguenza anche le varie tecniche costruttive, particolarmente importante è l'abbondanza di materiali lapidei di varia natura, usati nelle costruzioni rurali; per esempio il granito, in Val Masino (figura 3.3) e il serizzo, utilizzati a blocchi per le murature, per il rivestimento esterno o per le cornici delle aperture. Il serpentino è presente un po' su tutto il territorio della Valtellina, ma le maggiori cave si trovano in Valmalenco, e Val Masino; è di colore grigio verde quando si trova allo stato grezzo mentre quando viene lucidato acquista varie sfumature e toni di verde; il suo principale impiego risulta essere per la costruzione di elementi decorativi (figura 3.4).



figura 3.6 uso misto legno-pietra



figura 3.7 costruzione in granito

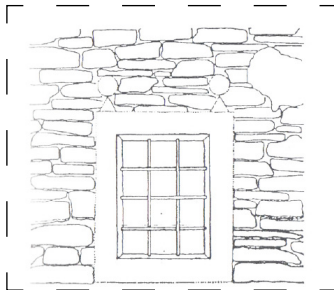


figura 3.8 Marveggia, Valmelenco 1600 c.a.



figura 3.9 ballatoio in legno a Cino



figura 3.10 Curt di Pedrana, Ponte in Valtellina

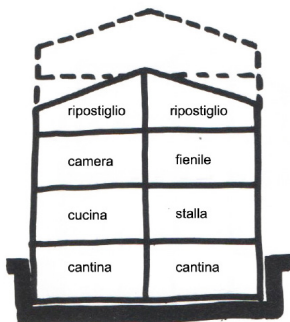


figura 3.11 schema distributivo

In Valmalenco è facile trovare il serpentino in rocce costituite da clorite che rende il materiale scistoso e quindi facilmente riducibile in lastre usate per la copertura dei tetti (figura 3.5), lasciando il materiale allo stato grezzo, queste lastre sul territorio vengono chiamate *piode*. Molto rare sono le murature miste alla tedesca, costituite da tamponamenti sottili contenuti e interrotti da murali in legno squadrato verticali e diagonali lasciati a vista, questo tipo di struttura è visibile nella zona di Ponte (figura 3.6). L'uso del legno è limitato ai ballatoi e alle scale, all'ossatura portante e all'orditura del tetto che è poi ricoperto da lastre di scisti dette *piode*, ed è costituito da due spioventi a est e a ovest, per evitare il gocciolio sul lato di facciata rivolto sul fondovalle. Caratteristica significativa è la balconata in legno, detta l'*òbia*, posta al piano più elevato e con un parapetto costituito da pertiche orizzontali legate a sottili montanti che si collegano all'orditura del tetto per aumentare la rigidità (figura 3.9). I ballatoi a cassetta, cioè con il parapetto chiuso e quelli con colonnine di legno, sono rari. Le scale dei piani inferiori sono quasi sempre esterne, in pietra. Altre caratteristiche predominanti sono la corniciatura di calce bianca attorno alle finestre (figura 3.8), i porticati a più arcate, coperti da solai piani e con architrave esterno in legno. I portici delle case rustiche si aprono sui cortili, sempre presenti anche se in varie conformazioni, il portico ha la funzione di porre al coperto carri e attrezzi e poter pertanto lavorare al riparo dalle intemperie. Il portico risulta essere elemento ricorrente nell'architettura contadina: quello antico ('400) ad arco su colonna in pietra, più recente ('800) quello che utilizza pilastri in pietra intonacata (figura 3.10). Ogni abitazione ovviamente presenta delle caratteristiche distintive rispetto alle altre, tuttavia possiamo proporre una generalizzazione rispetto alla distribuzione interna degli ambienti presenti all'interno delle case localizzate in questa fascia della bassa valle; al piano interrato o seminterrato, troviamo la cantina, con soffitto a volta e pavimento lastricato, al pianterreno sono affiancati stalla cucina e soggiorno ove esisteva, al primo piano c'era il fienile, con finestre senza battenti, e al secondo piano le camere da letto. Il sottotetto, praticabile serviva come ripostiglio (figura 3.11). Da notare una differenza rispetto alle abitazioni dell'alta valle: la stalla e il fienile non sono situate in una costruzione a sè stante giustapposta alla residenza, bensì ne sono all'interno, costituendone un piano (1700).

3.1.1.2 Media Valtellina: fondo valle

Le dimore contadine di questo settore sono di transizione tra quelle di fondovalle e quelle alpine: le dimore rurali sono quasi esclusivamente in muratura, e nella maggior parte dei casi, quelle che si affacciano sul fondovalle o sulla strada principale, sono intonacate e imbiancate. La scala tra pian terreno e primo piano è esterna e in pietra, addossata ad un lato della casa e protetta dal forte aggetto delle falde. Il ballatoio è in legno con parapetto in pertiche orizzontali e verticali. La maggiore differenza riscontrata con le case del fondovalle è riscontrabile nel sottotetto, ove viene lasciata una maggior aerazione ottenuta lasciando solo pilastri in pietra o porzioni di vecchi muri a reggere le travi portanti del tetto (figura 3.12). Le vecchie case hanno le cornici delle finestre dipinte in bianco o azzurro con scuri interni e spesso le inferiate ben sporgenti dalle finestre al piano terra. Una costante di queste abitazioni è la corte, di varia forma e delimitata da edifici sui lati: nell'immagine a lato (figura 3.13) ne vediamo un chiaro esempio con la corte, evidenziata in verde, che funge da disimpegno per le diverse abitazioni che vi si affacciano. Predomina l'abitazione unitaria, come visto in precedenza in bassa Valle, con stalla e cantina al piano terreno, fienile sovrapposto alla stalla, disimpegno cucina e *stüa* al piano primo, al secondo piano si trova un altro fienile detto *crapèna*, le camere sono sovrapposte alla porzione di edificio destinato all'abitazione affiancandosi quindi alla *crapèna*. Anche il forno che sporge dalla struttura della casa è una caratteristica che si riscontra spesso salendo in quota perché garantisce alle famiglie autonomia di sostentamento



figura 3.12 edificio quattrocentesco a Ponte in Valtellina



figura 3.13 "Corte dei Catelòtt" a Polaggia, comune di Berbenno

3.1.1.3 Il versante orobico: la Val Gerola

La dimora permanente è sempre in muratura con pietra legata da malta di calce, raramente intonacata con aspetto modesto e senza decorazioni. Le finestre, di varie dimensioni hanno gli scuri interni, il tetto è a due spioventi con falde e grondaie assai sporgenti sul lato della facciata principale per proteggere il ballatoio detto *el lòbi* e la scala esterna, la pendenza è poco accentuata e la copertura è in lastre di pietra. Il ballatoio è in legno sorretto dalle travi sporgenti del pavimento interno e la sua presenza diminuisce salendo verso l'alto come mostra la Valle del Bitto, la balaustra tradizionalmente è in legno a pertiche incrociate o legate a rastrelliera ed è utilizzato per il deposito della legna, come essiccatoio o per deposito dei *pezzotti* (tipico tappeto tessuto con stracci), per questo motivo è solitamente costruito a cassetta, cioè chiusi, per proteggere le donne che dentro lavoravano le pezze (figura 3.14). La scala è esterna, quasi sempre in pietra, aderisce alla facciata longitudinale e a volte capita di trovare il forno ricavato nel sottoscala. Le disposizioni più ricorrenti prevedono: cantina al piano interrato, stalla e cucina al piano terra, camere e fienili ai piani superiori; la suddetta divisione degli ambienti ripropone quella appena vista degli insediamenti situati sul versante Retico.

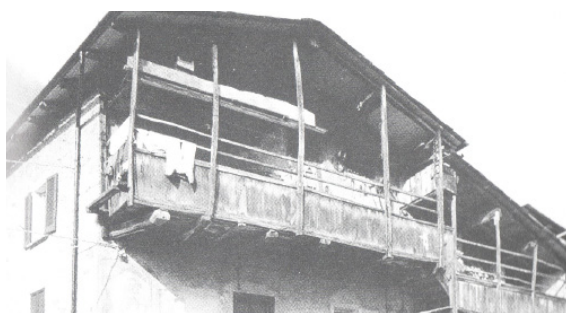


figura 3.14 ballatoio a "cassetta" tipico del versante Orobico a parapetto pieno: aumenta il peso della parte lignea dando un aspetto più massivo

3.1.1.4 Focus on: villaggi e abitazioni



figura 3.15 veduta generale del paese

MAROGGIA – comuni di Berbenno – Valtellina

Maroggia si situa nella fascia centrale della Valtellina, nel versante Retico, in un'altitudine compresa fra i 400 e gli 800 metri; come tutti i paesi districati lungo questa zona è debitore alla viticoltura in quanto fonte primaria di sussistenza. Le case del villaggio seguono il crinale della collina in una rigida successione dove le volumetrie devono adattarsi e accaparrarsi il poco spazio disponibile, sviluppandosi a schiera per sfruttare al massimo la curva di livello disponibile. Qualche costruzione presenta ballatoi in legno in facciata, necessari per accedere ai piani superiori attraverso una scala esterna; gli edifici rivelano alcuni caratteri dell'antico insediamento medioevale come la presenza di grandi volte a botte nei piani terra con portoni carrai ad arco.

SCILIRONI – Comune di Spriana – Valtellina

Scilironi è posta a grappolo, lungo la linea di massima pendenza della montagna poco sopra il torrente Mallero e presenta un'abitazione accorpata strettamente dalle dimensioni notevolmente ridotte. I materiali da costruzione sono costituiti da grandi blocchi di scisto irregolari che compongono mura a secco. Camere, focolai, stalle e fienili di ogni nucleo abitativo sono spesso situati in edifici diversi, quasi si possa parlare di un'unica grande casa per più famiglie. L'abitato è attraversato da un sentiero a sottopassi realizzati in muratura e legno.

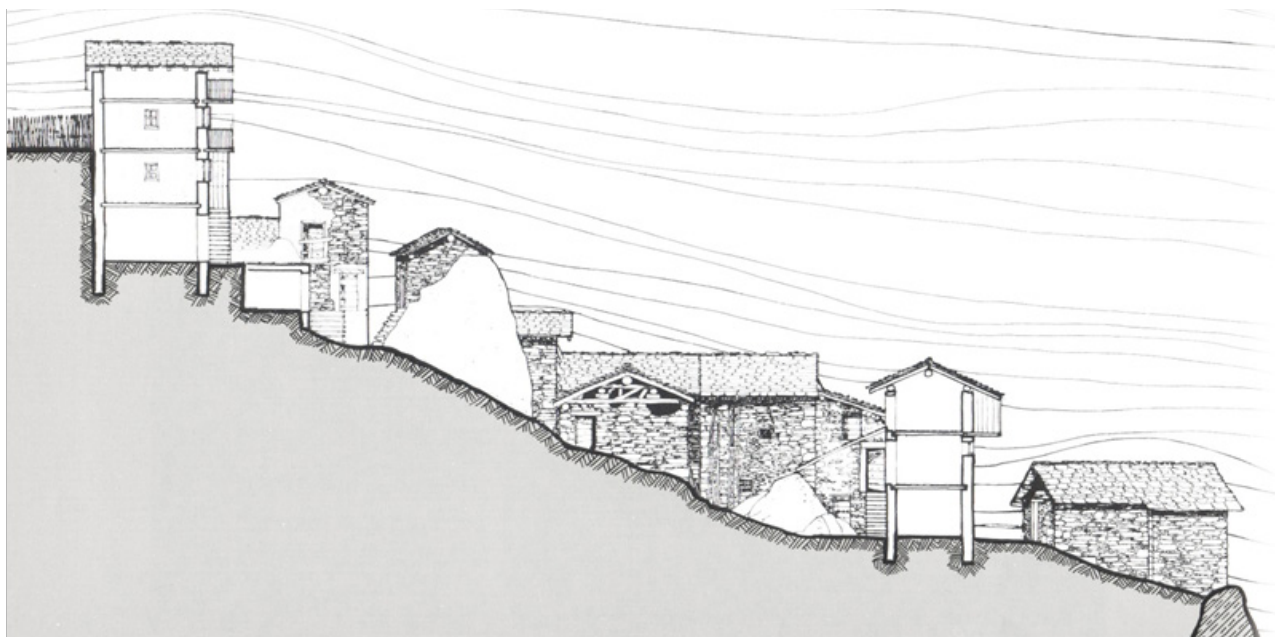


figura 3.16 sezione del profilo insediativo

CONTRADA DOSSO DEI PRINCIPI Val Lunga, Tartano – Valtellina

La contrada dosso dei principi è costituita da un compatto nucleo di abitazioni e di stalle-fienili disposte secondo le linee di livello del terreno e attraversato per la sua lunghezza da una strada interna e coperta che asseconda il passaggio naturale del sentiero. Dalla parte centrale, occupata per lo più dalle abitazioni, si diparte una ripida scala in legno che conduce al grande ballatoio al piano primo. Un nuovo nucleo più recente (1874) è stato posizionato in maniera perpendicolare alle linee del terreno e all'edificio più antico. Il primo è stato realizzato con muratura in pietrame e malta con i ballatoi in legno, mentre quello più recente presenta i piani inferiori realizzati in pietrame e malta abbondante e l'ultimo piano è completamente in legno. La stalla presenta sempre muri in pietrame, mentre il fienile ha le pareti in tronchi di legno in parte orizzontali e in parte verticali.

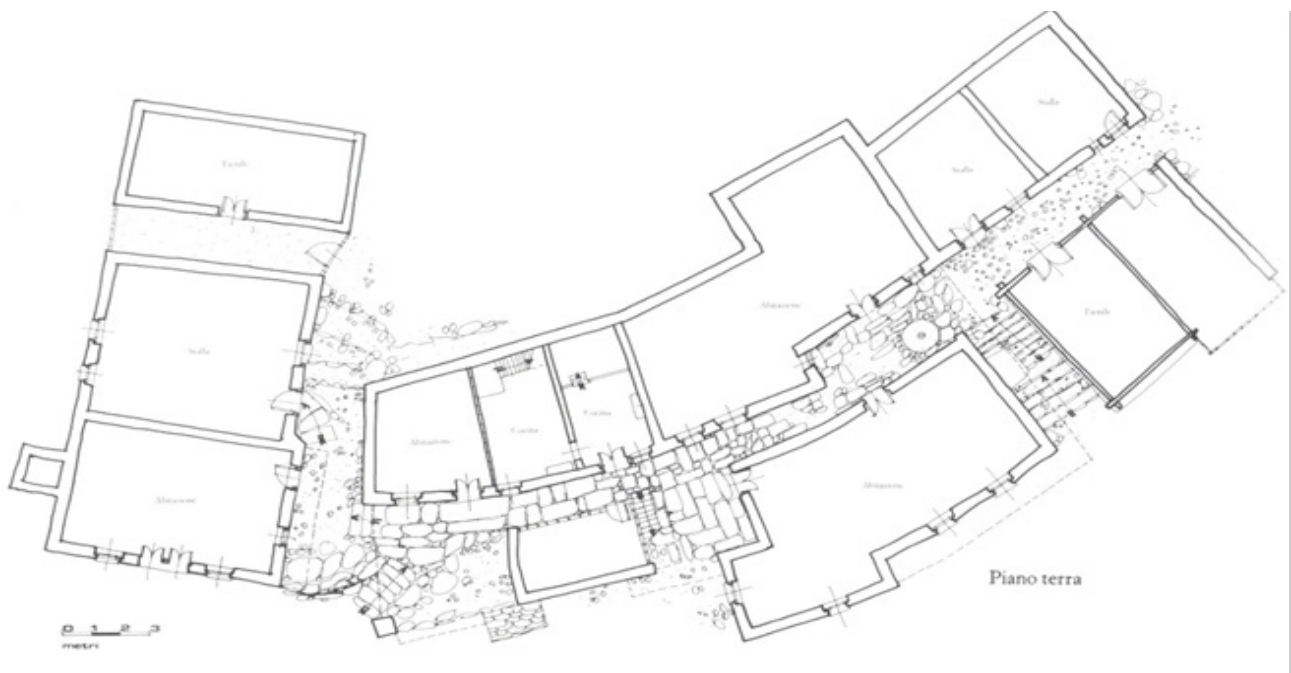


figura 3.17 pianta piano terra

CA' DO BALA Cataeggio, Valmasino – Valtellina

La casa è stata costruita in più riprese, presumibilmente tra il '600 e il '700. La distribuzione degli ambienti segue uno schema piuttosto consueto per la Val Masino, ovvero presenta cantine con volta a botte in pietrame e stalla al piano seminterrato, cucina con focolare e alcune camere al piano rialzato, camere al piano primo e eventuale sottotetto. Sulla facciata principale si impongono i tre ballatoi di distribuzione in legno sovrapposti; questi sono caratterizzati da montanti che li collegano verticalmente e hanno anche una serie di grezzi listini trasversali: quelli inferiori fanno da parapetto, mentre quelli superiori servono per appendere ad essiccare i mazzi di pannocchie di granoturco o altri prodotti agricoli. Il pavimento del locale era in lastre di pietra, il soffitto è costituito dal solaio in travi di legno.

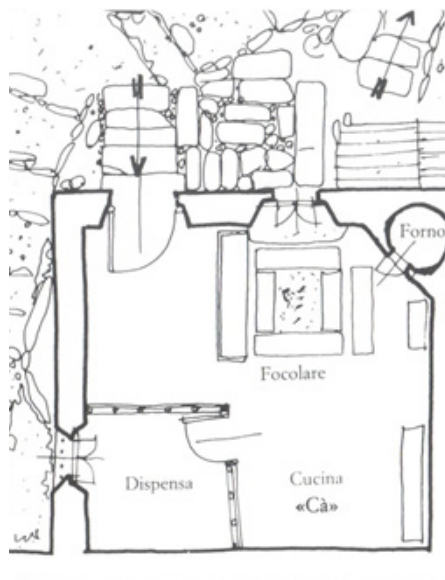


figura 3.18 pianta piano rialzato



figura 3.19 veduta del fronte principale

3.1.2 La Val Grosina



La Val Grosina può essere considerata come area di transizione tra le tipologie della media Valtellina e le tipologie del Bormiese. Le dimore rurali qui iniziano a presentare casi in cui la parte residenziale è giustapposta al rustico composto da stalla e fienile. Proseguendo verso l'alta Valtellina la corte resiste all'interno dell'abitazione, non è più aperta ma chiusa ed entra a far parte della dimora in quanto spazio coperto dove svolgere lavori casalinghi ed agricoli. Il sistema costruttivo prevede la realizzazione dell'abitazione in legno, attraverso il sistema di costruzione *blockbau*, che consiste nella sovrapposizione orizzontale di travi di legno

incastrate negli angoli o in corrispondenza di tramezzi. Sovente viene realizzato in pietrame il piano seminterrato, oppure, ove questo non venga previsto, l'abitazione lignea poggia su un basamento di muratura. Essendo il rustico accostato alla residenza, tra queste due unità, grazie alla differenza volumetrica fra i due si viene a creare una corte aperta, ma riparata. Solitamente la maggior parte delle abitazioni qui insediate si sviluppa su due piani, secondo lo schema riportato sotto (figura 3.22); la stalla e il fienile partono dal piano interrato, o seminterrato, occupando la maggior volumetria, e parallelamente a questi si sviluppano cucina e focolare al piano più basso, mentre sopra si hanno le camere e la legnaia. La struttura del tetto è lignea, mentre il manto di copertura prevede la posa di *piode*, oppure nei casi più antichi di scandole di legno, segno caratteristico delle dimore alpine.



● aree con prevalenza del legno come materiale costruttivo
 ■ aree di diffusione della dimora unitaria o giustapposta (rustico + abitazione)

figura 3.20 identificazione delle aree con costruzioni lignee

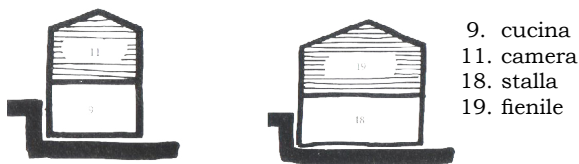


figura 3.22 schema distributivo



figura 3.21 vista della vallata

3.1.2.1 Focus on: Villaggi e abitazioni

CASA A PENSIN Grosio – Valtellina

La maggior parte delle contrade della Val Grosina erano abitate permanentemente fino a pochi decenni fa anche a quote elevate, di solito il rustico è giustapposto all'abitazione. La struttura appoggia su di un basamento in muratura di altezza variabile, a causa della pendenza del terreno, compresa fra uno e due metri; l'abitazione è costruita in legno a travi incastrate; la stalla, al piano interrato, e il fienile occupano la superficie maggiore, mentre la parte residenziale è dimensionata su una superficie notevolmente inferiore: la differenza è stata sfruttata mediante la realizzazione di una corte aperta protetta dal prolungamento della copertura della zona residenziale, delimitata a valle da una palizzata. Il locale dove è posto il focolare ha il pavimento lastricato in pietra.



figura 3.23 veduta della contrada

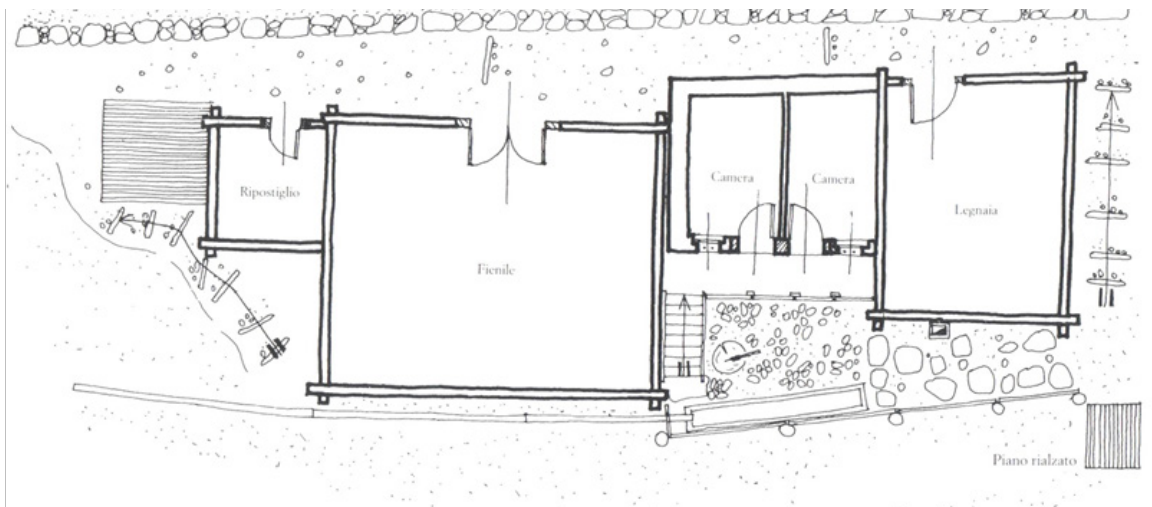


figura 3.24 pianta piano rialzato

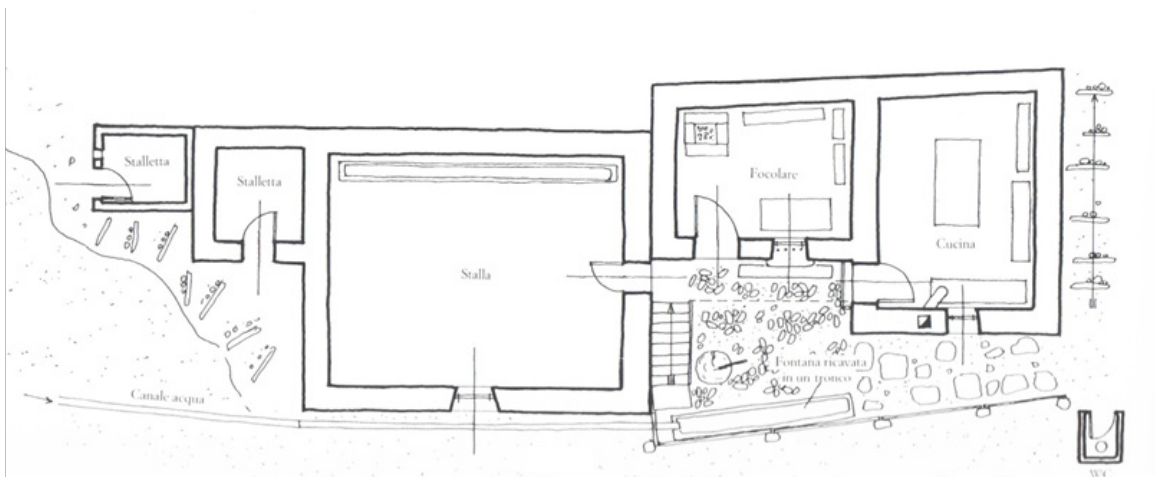
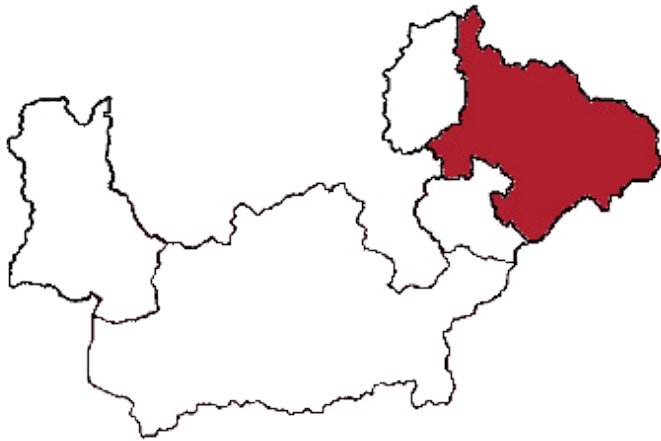


figura 3.25 pianta piano seminterrato

3.1.3 Il Bormiese



Zona vasta e assai articolata, in cui sono presenti la Valfurva con il parco dello Stelvio, il tronco abduano di Bormio fino a Le Prese, la valle di Rezzo, recentemente inserita nell'ampliamento del parco dello Stelvio, con la sua grande quantità di maggenghi e alpeggi, in ottimo stato di conservazione, la Val di Sotto e la Val di Dentro che conduce a Livigno.

La caratteristica predominante delle dimore di questo settore è il materiale: prevale la pietra legata con malta nelle costruzioni meno antiche a minor quota, mentre il legno fa da padrone nei luoghi meno accessibili. L'uso del legno prevalse in passato, venendo

poi progressivamente abbandonato a causa dei numerosi incendi che distruggevano interi villaggi. I tipi tradizionali delle dimore permanenti nelle loro forme originarie, si riscontrano solo nelle case costruite con tronchi più o meno squadrati disposti a doppio incastro secondo la tecnica del Blockbau (figure 2.26, 2.27, 2.28). Queste dimore, racchiuse in contrade, sono ancora visibili in Valfurva e in Val di Rezzo, sono comunque ancora numerose le dimore tradizionali non completamente in legno presenti in Valfurva e Val Viola, spesso isolate oppure inglobate nella nuova riqualificazione edilizia.

Le baite hanno solitamente un basamento in pietra che racchiude la stalla, la corte invernale e la cantina, mentre il piano superiore tutto in legno, con separazione tra fienile ed abitazione. L'abitazione civile è costituita da una cucina, un disimpegno e dalla *stüa*, con le pareti interne di questo locale, il soffitto e il pavimento, rivestiti con assiti in legno di abete o larice, si hanno piccole finestre con doppi vetri e scuri interni, mentre il riscaldamento è garantito dalla "*pigna*", una grossa stufa di muratura, sporgente dalla parete comune con la cucina. Solitamente in queste abitazioni è presente un ballatoio su uno o due lati, sul fondo del quale si colloca una cabina con funzione di latrina. Il tetto anche qui a due spioventi non molto inclinati, coperti da assiti di larice, scândole, con pali trasversali fermati da sassi, per impedire lo scivolamento spontaneo della neve. Andando ad analizzare gli antichi maggenghi presenti soprattutto in Valfurva, ci si imbatte nei migliori esempi di tipologia costruttiva in tronchi ad incastro arrivati fino ai giorni nostri; In queste architetture la pietra è presente esclusivamente nei muri contro terra e funge talvolta da basamento per le parti in elevazione; la scelta del legno poi per la realizzazione dell'abitazione vera e propria è da attribuirsi ai

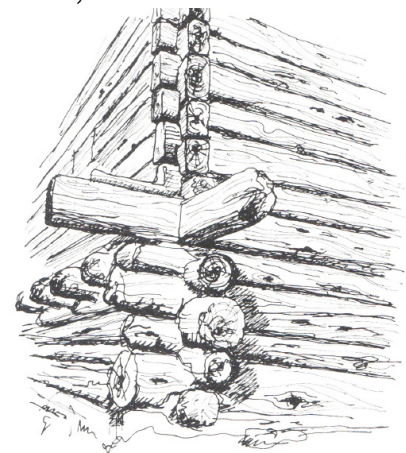


figura 3.26 sistema incastro angolare, rurale e civile

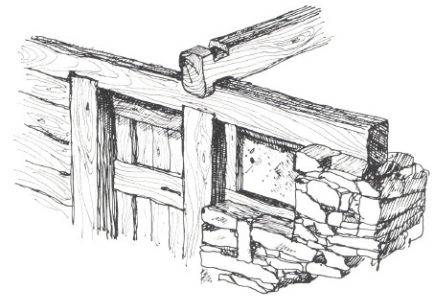


figura 3.27 particolare in corrispondenza dell'apertura e della parte di muratura in pietra

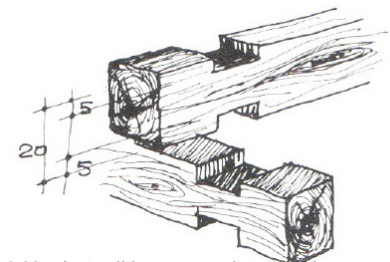


figura 3.28 schema di incastro tra due tronchi

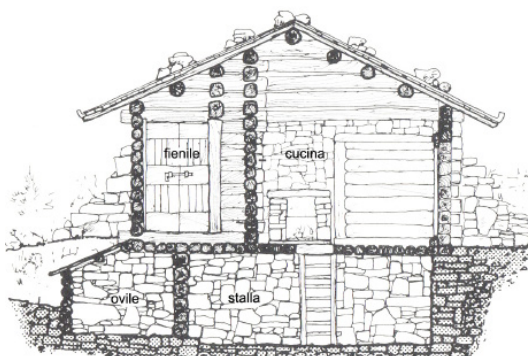


figura 3.29 sezione di una baita di maggengo in Val Zebbrù

valori altamente coibenti del suddetto materiale: non dimentichiamo che la Valfurva è una delle valli più fredde dell'intera provincia. La casa si sviluppa in genere su 2 o 3 piani, accomunando, in questo caso, le destinazioni rurali e quelle residenziali nello stesso edificio.

3.1.3.1 Focus on: Villaggi e abitazioni

ARDOF – Val Zebrù – Valfurva

Si tratta di un maggengo con costruzioni interamente in legno: dalle orditure dei solai alle strutture dei tetti e alle pareti verticali dove la verticalità di queste ultime viene assicurata dalla presenza di travi verticali connesse alla struttura stessa tramite apposite “chiavi” di serraggio.

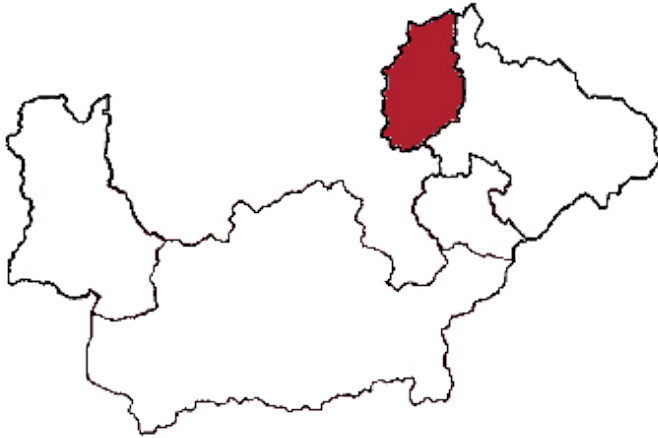


figura 3.30 sentiero di accesso al maggengo



figura 3.31 veduta generale

3.1.4 Livigno



Delle case veramente antiche di Livigno non resta più nulla, tranne qualche esempio risalente al massimo a tre secoli fa. In base a quanto sia possibile ricostruire e stabilire sappiamo ad oggi che le abitazioni erano differenti a seconda di chi le doveva abitare, in base alle possibilità economiche del proprietario, dalla composizione della sua famiglia e dalla piccola azienda che gestiva. In base a queste osservazioni possiamo parlare di: casa del contadino, casa dell'artigiano, casa del benestante e la *tèa* (casolare).

3.1.4.1 La casa del contadino

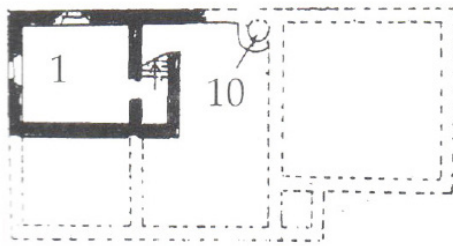


figura 3.32 pianta piano interrato

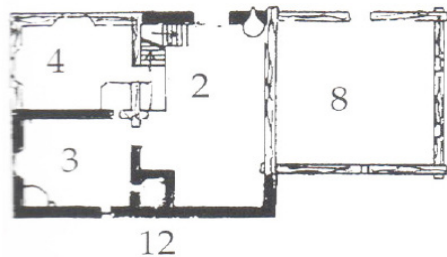


figura 3.33 pianta piano terra

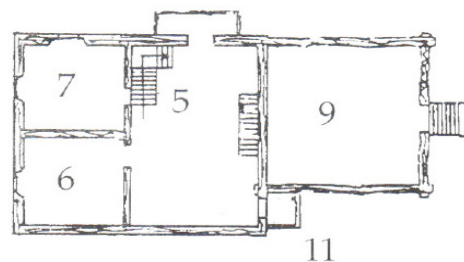


figura 3.34 pianta piano primo

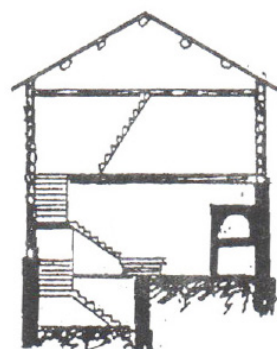


figura 3.35 sezione trasversale

1. Cantina
2. corte
3. cucina
4. stua
5. corte
6. dispensa
7. camera
8. stalla
9. fienile
10. pozzo
11. gabinetto
12. forno

Si tratta di un'abitazione costruita interamente in legno, piccola e povera in quanto non possiede alcun elemento ornamentale o decorativo; come nella maggior parte dei casi le caratteristiche della casa rispecchiano le esigenze dettate dall'ambiente e dalla necessità di reperire in loco i materiali occorrenti alla costruzione. A volte si ha la mancanza di una parte di parete nel sottotetto, sul lato maggiormente esposto al sole, per permettere una maggiore aerazione dell'ambiente stesso utile all'essiccazione dei prodotti dell'orto, carni, salsicce, pelli, etc..

Generalmente la casa del contadino è una costruzione a pianta rettangolare, basata su solide fondazioni in muratura di pietrame e calce prodotta nelle fornaci locali. La muratura continua in una parte del piano terra nella corte e dove è posto l'angolo del fuoco: la cucina, dove vi sono il focolare, il forno e l'imboccatura della stufa. Essendo la costruzione interamente in legno, dalla cucina si accede alla cantina con una scala, costruita in muratura insieme alle fondazioni, poi al retro del focolare, al forno e alla stufa. Interrata a sud est c'è la cantina e sopra a questa, a sud della cucina, c'è la *stua*: la camera dove si svolge la vita della famiglia, rappresenta allo stesso tempo la camera da letto, il soggiorno e il laboratorio della casa. Il resto del piano terra a ovest è occupato dalla corte cui si accede da un ingresso chiuso da un portone a due battenti. La corte comunica con la cucina e la *stua* e ospita le scale che portano alla cantina e al piano di sopra che è suddiviso in tre locali: due camere e un deposito. La cucina, generalmente in muratura, è posta frequentemente a nord est e occupa un quarto della superficie della costruzione. Adiacente alla casa c'è la stalla-fienile costruita anch'essa con grossi tronchi squadrati a mano. La stalla solitamente è rialzata dal piano campagna e poggia su di una fondazione in muratura sporgente dal terreno; il pavimento è in legno in tavole di larice adagiate su ghiaietto avente la funzione di assorbire eventuali liquami. Il solaio che separa la stalla dal fienile è costituito da grosse travi di larice squadra-

to su cui poggiano tavoloni del medesimo materiale di dieci centimetri di spessore incastrati fra loro. Tutto il resto della casa è di legno in tronchi di larice ben squadri a mano; il legni sono sovrapposti gli uni agli altri con un'intercapedine di muschio che comprimendosi chiude qualsiasi possibile interstizio rimasto. In corrispondenza degli angoli e nei punti dove vengono posizionati i tramezzi i legni vengono incastrati con la tecnica del *block bau*, incastrandosi saldamente nella giusta angolazione (figura 3.37).

Il tetto a due spioventi è costruito con una solida travatura in legno: i colmi ai lati del fronte della costruzione poggiano su una capriata; perpendicolari alle travi corrono, con passo di 1 metro, i travetti squadri sul quale poggia il manto di tavole su cui viene fissata la copertura finale del tetto. Tale copertura è costituita lateralmente da lunghe tavole di larice scannellate per tutta la loro lunghezza e disposte in ordine doppio alternato; la parte centrale è invece ricoperta di scandole, assicelle di larice che vengono disposte in tre strati intercalati per assicurare l'impermeabilità del manto stesso (figura 3.39). Le ali del tetto terminano con la canale costituita da un tronco incavato lungo quanto l'ala, quadrato, lavorato nella parte terminale a "testa di drago" e recante l'incisione del millesimo: l'anno di costruzione con le iniziali del proprietario committente seguite da FF (fece fare) (figura 3.38). Trasversalmente all'ala del tetto sono collocati due lunghi travetti aganciati a solidi ganci di ferro per trattenere la neve.



figura 3.36 vista esterna



figura 3.37 vista esterna con fienile e particolare



figura 3.38 millesimo

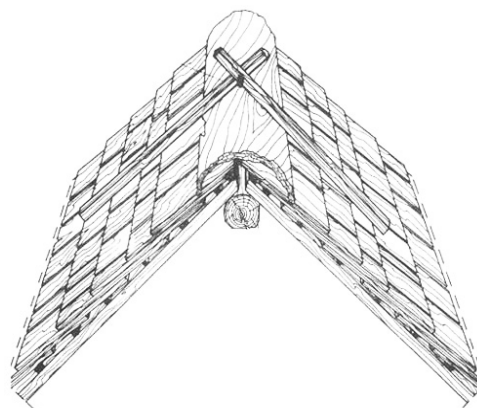


figura 3.39 schematizzazione della copertura

3.1.4.2 La casa dell'artigiano

La casa dell'artigiano è purtroppo quasi scomparsa da Livigno: si tratta di un'abitazione un po' più grande di quella del contadino ed è quasi interamente in muratura e comprende tre piani completamente abitabili. Lo sviluppo in pianta è di forma rettangolare e a volte presenta un corpo avanzato abbastanza grande da poterne ricavare un locale di ampie dimensioni. Nell'esempio di dimora ivi riportato si trova al piano terra: la corte, la cantina e la bottega; alla corte, indispensabile per il ricovero di carri e come ripostiglio, oltre che per lavorare al riparo durante il lungo inverno, si accede attraverso la porta sistemata sotto alla scala esterna in muratura terminante in un ampio pianerottolo. La bottega è un locale grande, posizionato nel corpo aggettante dell'edificio e collocato su fronte strada, con accesso diretto dall'esterno in corrispondenza del negozio. La cantina rimane dietro la bottega posizionata a nord, nel punto più fresco, oltre che a essere protetta all'esterno da un terrapieno. All'interno della corte, come abbiamo già visto, vi è

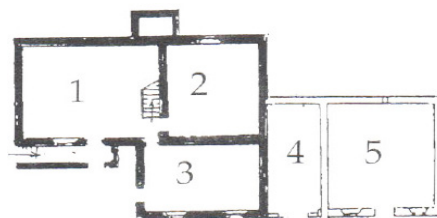


figura 3.40 pianta piano terra

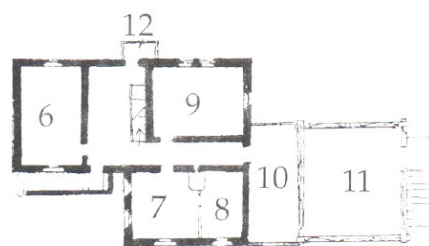


figura 3.41 pianta piano primo

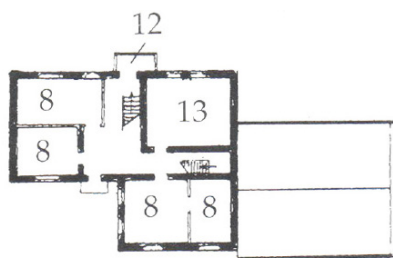


figura 3.42 pianta piano secondo

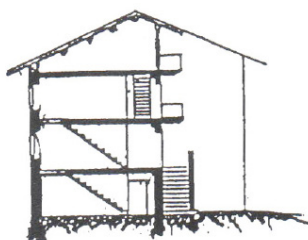


figura 3.43 sezione trasversale

1. corte
2. cantina
3. bottega
4. rimessa
5. stalla
6. dispensa
7. soggiorno
8. camera
9. cucina
10. legnaia
11. fienile
12. gabinetto
13. dispensa



figura 3.44 vista esterna

la scala che porta ai piani superiori. Un largo corridoio sulla destra porta alla rimessa e al fienile oltre che alla porta della cucina, della *stüa* e della pigna, ovvero un usciolo nel muro attraverso il quale si alimenta la stufa in muratura della camera. La casa è costruita in solida muratura, pertanto la camera è rivestita in legno di gembro, tenero da lavorare a mano; di fronte all'ingresso dell'abitazione, in fondo all'ampio vano nel muro perimetrale, si apre la porta che dà sul gabinetto: si tratta di un servizio rudimentale in tavole chiodate formanti una struttura "appesa" esternamente ed esposta ai venti esterni (figura 3.44). L'esterno dell'abitazione è completamente intonacato a malta di calce non completamente lisciata, di colore bianco. Le finestre sono sovente posizionate a filo esterno per poter permettere un maggior illuminamento; sulle finestre della bottega a piano terreno sono posizionate delle inferriate; il fienile e la stalla sottostante sono adiacenti all'abitazione e sono realizzate in legno con le caratteristiche tipiche viste precedentemente nella casa contadina.

3.1.4.3 La casa del benestante



figura 3.45 vista esterna del prösol

Prendiamo ad esempio la casa al Bôtarel, l'attuale albergo Spöl. E' costruita nella parte bassa del paese su terreno paludoso dove la falda è di poco sotto al piano campagna: si sono pertanto eseguite delle fondazioni su pali installati lungo il perimetro della casa, legati da interi tronchi di larice su cui si sono basate le murature in grossi massi cementati fra loro. Lo sviluppo in pianta poi è sempre di tipo rettangolare, con orientamento sud-est. Particolare interesse è rappresentato dal *prösol*: si tratta di una doppia rampa di scale che conduce al pianerottolo del primo piano su cui si affaccia il portone d'entrata (figura 3.45). Sotto il pianerottolo del *prösol* si apre l'ampia porta della corte posta al livello del piazzale per facilitare l'ingresso dei veicoli; in fondo alla corte trovano posto i locali adibiti a cantina e fra questi vi è il locale denominato ghiacciaia: si tratta di un locale in muratura ma tutto foderato in tavole di legno con il pavimento in ghiaione di fiume, è completamente isolato e chiuso da una finestra in alto che può venire chiusa ermeticamente. In inverno si raccoglie ghiaccio pulito dal fiume Spöl e con questo si riempie il locale dove verrà depositata la carne per rimanere così fresca a lungo. Il piano superiore presenta una pavimentazione formata da travetti di legno fissati ai muri laterali e leggermente distanziati tra loro; la connessione viene riempita con

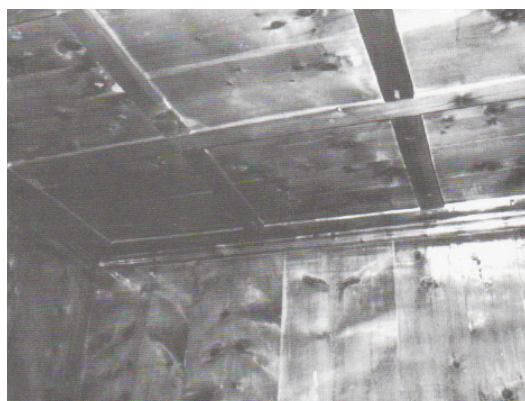


figura 3.46 soffitto a cassettoni della camera

paglia e il tutto viene ricoperto da un consistente strato di malta di calce, successivamente liscio. La camera presenta un rivestimento in legno con il soffitto a cassettoni incorniciati e le pareti, rivestite a tavole verticali, ripetono i motivi ornamentali del soffitto (figura 3.46). Il soggiorno presenta mobili in noce massiccio ed è dotato di una grande stufa in maiolica. Come visto nell'abitazione precedente, il gabinetto è all'interno di un piccolo corpo avanzato della casa, più ampio rispetto al precedente e completamente in muratura. La casa è ben intonacata ed imbiancata con latte di calce; sopra l'ingresso vi è un terrazzo con ringhiera in ferro battuto; a volte, come in questo caso, una meridiana decora la facciata (figura 3.47). Le stalle dei benestanti sono molto ampie e di solito sono due, una per i cavalli e i bovini e l'altra per il bestiame minuto; la maggiore differenza rispetto alle altre però sta nel fatto che anche queste sono costruite in muratura. Il tetto presenta un'ossatura in travi lignee che sorreggono le tavole e di qui il manto di copertura in scandole.



figura 3.47 meridiana di decorazione della facciata

3.1.4.4 La tèa

Si tratta del casolare d'alpeggio; questa tipologia di abitazione è rimasta inalterata nel tempo fino ad oggi, e come allora adempie ancora alla sua funzione. E' una costruzione rurale situata ai margini dei prati, dove il bosco finisce in prossimità di metà costa della vallata. La struttura consiste di un vano in muratura contenente il focolare, nel piano sfalsato verso monte si accede alla cantina che è quasi completamente interrata, mentre sopra di essa si trova il locale per il deposito della legna secca. La stalla in muratura vede sopra di sè il fienile in legno e il locale destinato a camera, anch'esso in legno.

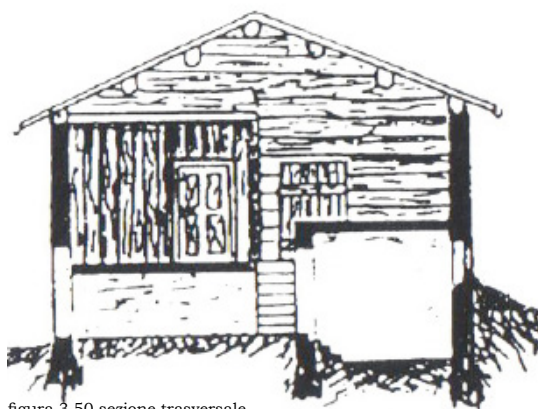


figura 3.50 sezione trasversale

1. cantina
2. stalla
3. cucina
4. legnaia
5. cameretta
6. fienile

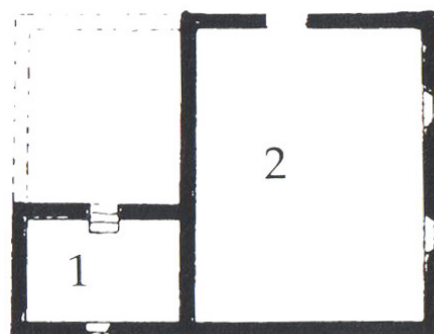


figura 3.48 pianta piano terra

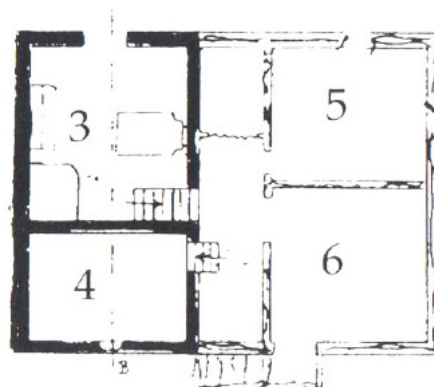


figura 3.49 pianta piano primo

3.1.4.5 Focus on: villaggi e abitazioni

Livigno presenta una forma insediativa anomala rispetto agli esempi Valtellinesi e Bormiesi: le unità abitative si susseguono lungo il fondovalle a circa 30 metri l'una dall'altra per circa 8 chilometri, formando una lunga fascia. (figura 3.51) Le case erano anche qui prevalentemente il legno a travi incastrate con stalle e fienili uniti all'abitazione.



figura 3.51 piantina della distribuzione del villaggio nel fondo valle di Livigno

CASA IN LOCALITA' "AL CANTON" – Livigno

Le tipologie della vallata di Livigno sono originali anche rispetto al vicino Bormiese. Essendo localizzati a 1800 metri, molte attività devono svolgersi per molti mesi dell'anno nell'interno della casa, da cui l'accento posto sulla corte interna. In linea generale l'unità abitativa è unita alla stalla e al fienile. Il legno come materiale da costruzione prevale nettamente negli edifici più antichi. Tipica è la "stüa mata" senza rivestimento interno di tavole che sfrutta solo la coibenza delle travi della parete e del muschio posto tra una trave squadrata e l'altra. La casa in questione presenta una struttura di legno scuro e muratura con grandi finestre azzurre. In pianta la corte, piuttosto ampia come dicevamo, divide trasversalmente l'edificio in due parti, separando la struttura completamente in legno da quella in muratura (figura 3.52). Dalla corte una scala scende alla cantina completamente interrata con volta a botte dove stagionano i formaggi. La cucina e la *stüa* sono al primo piano.



figura 3.52 veduta della parte residenziale parzialmente in legno e parzialmente in muratura

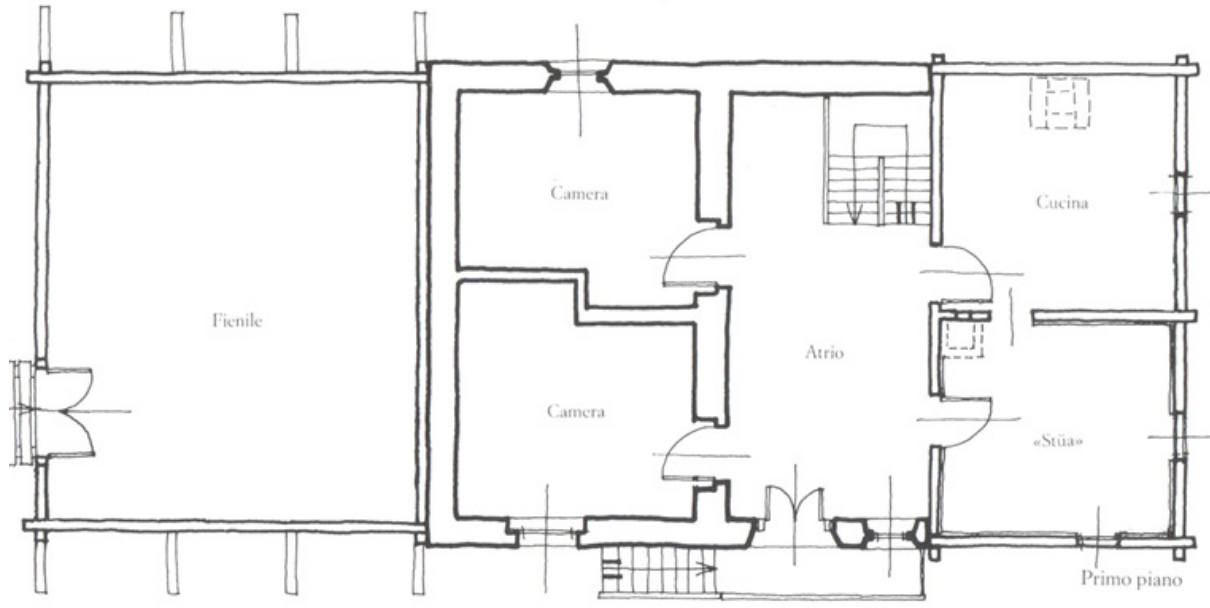


figura 3.53 pianta primo piano

3.1.5 La Valchiavenna

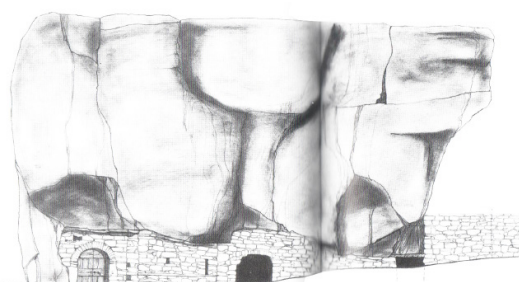
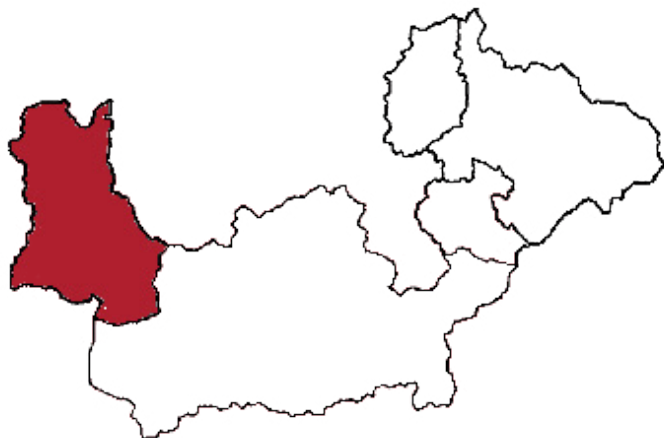


figura 3.54 Via Sasso del Quartino, Villa di Chiavenna, fronte Nord

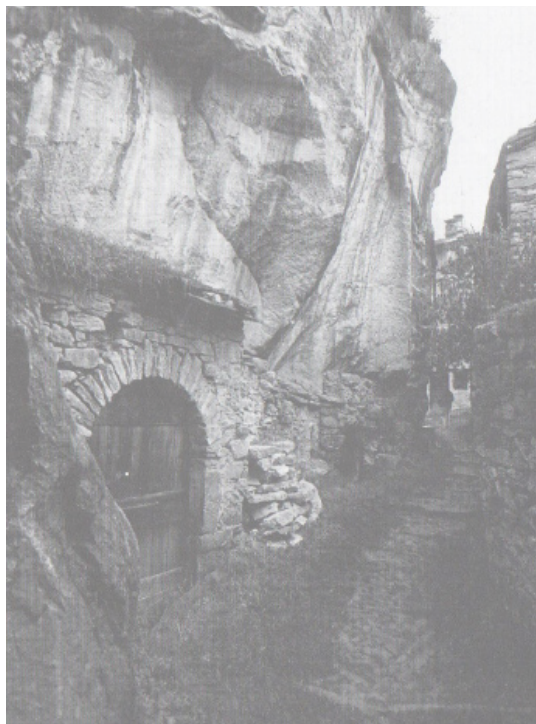


figura 3.55 le abitazioni e le cantine sono ricavate alla base del sasso del Quartino

La maggior parte dei modelli abitativi tradizionali della Valchiavenna è legato ad una distribuzione dei locali di abitazione basato sul legame tra cucina e *stüa*. Questa vallata, rispetto alla Valtellina, è stata maggiormente influenzata dai rapporti commerciali e culturali con l'area nord alpina attraverso i passi dello Spluga e del Maloja: la struttura insediativa stessa delle abitazioni rurali mostra il miglior livello qualitativo della vita quotidiana. Come abbiamo detto dunque la Valchiavenna, essendo una valle longitudinale con asse nord-sud, non ha sviluppato negli anni la vocazione della coltivazione della vite ma

quella del commercio, creando una mentalità più aperta e una maggior agio nel vivere; il **crotto** è forse l'espressione più evidente di queste caratteristiche: si tratta di un insieme di cantine poste ad una certa distanza dal villaggio che presentano spazi per il vivere comune, quali pergolati e tavoli in pietra; caratteristica però fondamentale è che essi sono ricavati nella roccia, tra massi giganteschi, nei pressi delle loro fratture dove spira un flusso d'aria fredda a temperatura costante a 6-8°C (figura 3.54, 2.55). Generalmente le abitazioni erano costruite "doppie", ovvero costituite da due vani che si uniscono in orizzontale, con un lato giustapposto ed una parete in comune. Il locale del focolare sullo stesso piano di quello per dormire e per abitare: *casina* il primo e *sulèe* il secondo; Il modello più arcaico presenta questi due locali distinti: la *casina* dove si fa il fuoco è in pietra, per evidenti motivi di sicurezza, il *sulèe* è invece in legno per motivi di coibentazione e vivibilità ed è realizzato con la tecnica del *carden* (blockbau) (figura 3.57). Nelle abitazioni le travi sono squadrate accuratamente, in modo da ottenere la massima aderenza tra di esse, garantita anche dall'interposizione di muschio tra le travi stesse, allo scopo di ridurre la perdita di calore dall'interno e garantire l'impermeabilità all'acqua e al vento. Successivamente i tronchi rustici vengono rivestiti con tavole di notevole larghezza e arricchite con decori, questo ambiente prende il nome di *stüa*. La *stüa* è un locale con funzione di soggiorno/camera in inverno, è riscaldata da una *pigna*, ovvero una stufa, in muratura che presenta uno sportello di alimentazione esterno ad essa. La *pigna* è appoggiata per un lato o due alle pareti della *stüa* e spesso è circondata sui due lati liberi da un sedile (figura 3.56). Nei fienili invece i tronchi, senza corteccia, non sono squadrate e le intercapedini facilitano l'aerazione necessaria al mantenimento del fieno (figura 3.60).

Nelle zone più a nord della valle stessa, ad esempio in Val Bregaglia e nella Valle Spluga, si riscontra un ampio utilizzo del legno come materiale da costruzione per le abitazioni, usato misto con parti in muratura e in pietra: il sistema utilizzato è quello del blockbau, in chiavennasco "*carden*", con spiccate analogie con le vicine costruzioni della Svizzera meridionale (figura 3.59). Man mano che si scende nelle valli più a sud, Val Codera e Val Bodengo, si perde l'utilizzo del legno a favore delle murature in pietra a secco e quelle realizzate con malta e pietrame.

1. incastro tra le travi
2. la casina in sacco intonacato
3. pigna e camino addossati, divisi dalla parete in legno e sacco
4. la stalla

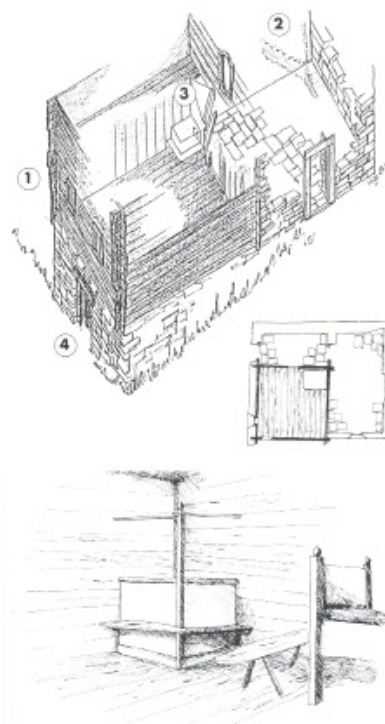


figura 3.56 distribuzione degli ambienti



figura 3.57 abitazione a Uggia realizzata con la tipologia della casa doppia. Parte in legno zona abitativa, parte in sacco zona cucina



figura 3.58 abitazioni miste a Mottaletta



figura 3.59 abitazioni in legno, tecnica del carden



figura 3.60 particolare di un fienile a San Sisto



figura 3.61 l'alpeggio di Avero

AVERO –

Comune di S. Giacomo Filippo Valchiavenna

Si tratta di un insediamento temporaneo situato sulla testata della valle omonima ad andamento est-ovest, a 1678 metri sul livello del mare. È costituito da una cinquantina di edifici, dove il legno è il principale materiale da costruzione, ed è situato ai piedi del Pizzo Stella adagiato su un dolce pendio di pascoli. Tutti gli edifici componenti l'insediamento presentano un unico orientamento delle due falde dei tetti realizzate in *piode*, con i colmi disposti tutti nello stesso senso; gli edifici stessi sono disposti a ventaglio in modo tale da seguire le linee di livello del terreno. La Chiesa si stacca parzialmente dalle case essendo situata al margine occidentale dell'alpeggio. Non sono presenti fienili, in quanto il fieno essendo scarso veniva consumato subito. I prati e i pascoli privati dislocati tutt'intorno sono separati in base alle diverse proprietà ed i prati venivano segati nei diversi periodi dai diversi proprietari.



figura 3.62 pianta della disposizione del villaggio



figura 3.63 particolare dell'insediamento

LA SALINA – Val Codera – Valchiavenna

Qui siamo nel regno del granito: le architetture risentono in modo evidente della presenza della pietra, mentre al legno sono delegate funzioni portanti come le travi del tetto, architravi di porte e finestre sono anch'esse in pietra. Il massiccio del Pizzo Badile unisce le valli ad esso contigue (Val Codera, Valle dei Ratti e Val Masino) in una vera e propria "cultura del granito". La Salina, posta a 1085 metri, deve il suo toponimo dal termine dialettale "*salada*" ad indicare la grande quantità di sale necessaria per conservare gli alimenti. Nelle case

più antiche è in genere presente, al piano seminterato, la cantina; sopra di questa vi era la stanza, sopra ancora la cucina con il focolare e il sottotetto veniva utilizzato come essiccatoio per le castagne. Di particolare interesse sono le alte e massicce recinzioni dei campi realizzate in pietra a secco (figura 3.63).



figura 3.64 pianta

CASA A S.SISTO – Campodolcino Valchiavenna

L'edificio ha dimensioni molto limitate, ma rappresenta una dimora permanente ad un unico piano e costituita da due parti: quella a monte, più grande e costruita in muratura, ospitava la cucina, mentre nella parte antistante, interamente di legno, vi era la *stüa* con all'interno la *pigna*; nella parte interrata si trova un piccolo vano adibito probabilmente a cantina.

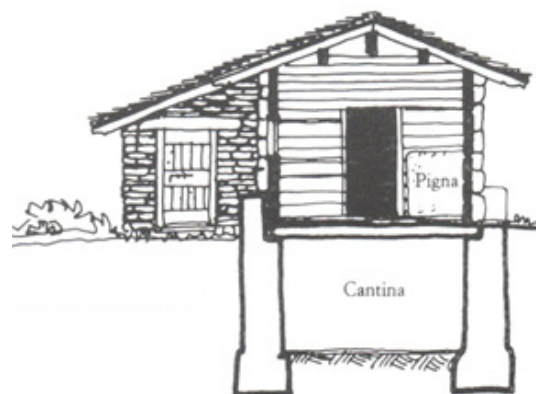


figura 3.65 sezione trasversale

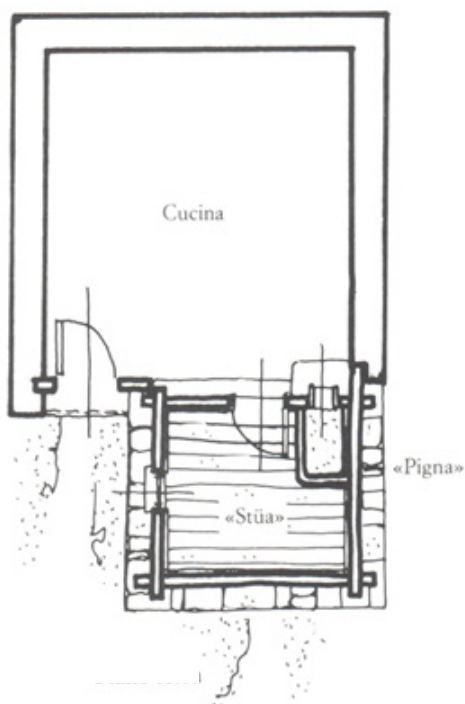


figura 3.66 pianta piano terra

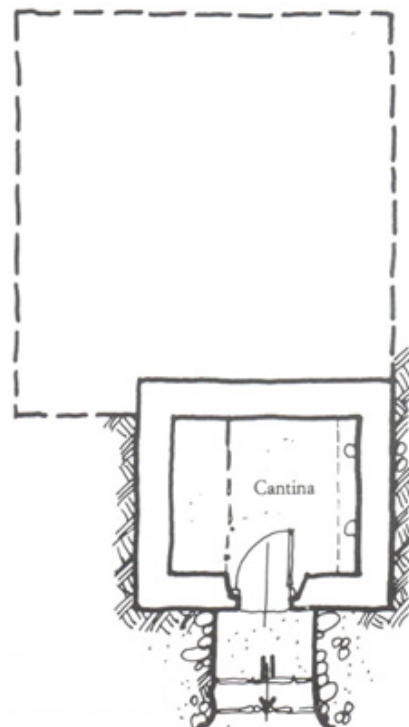


figura 3.67 pianta piano interrato

L'insediamento rurale di Fraciscio nasce intorno al 1400; l'edificio pur essendo chiaramente rurale presenta caratteristiche abbastanza evolute: come si nota dalla sezione un unico grande tetto a due falde comprende l'intero edificio dove il colmo, poggiato sul muro di spina, identifica la divisione tra la parte adibita a residenza e quella destinata al fienile (figura 3.68). Il piano seminterrato comprende quattro locali ad uso stalla. L'ingresso all'unità abitativa è posto nel lato ovest e apre l'accesso a un corridoio centrale che disimpegna tutti i locali e contiene le scale in legno che portano ai piani superiori. Sul lato sud rispetto al corridoio si trovano due locali completamente rivestiti in pannelli di legno: si tratta della *stüa* costruita con struttura in legno e successivamente rivestita all'esterno con muri in pietrame e malta; questa stanza presenta decorazioni in legno e finiture di pregio.

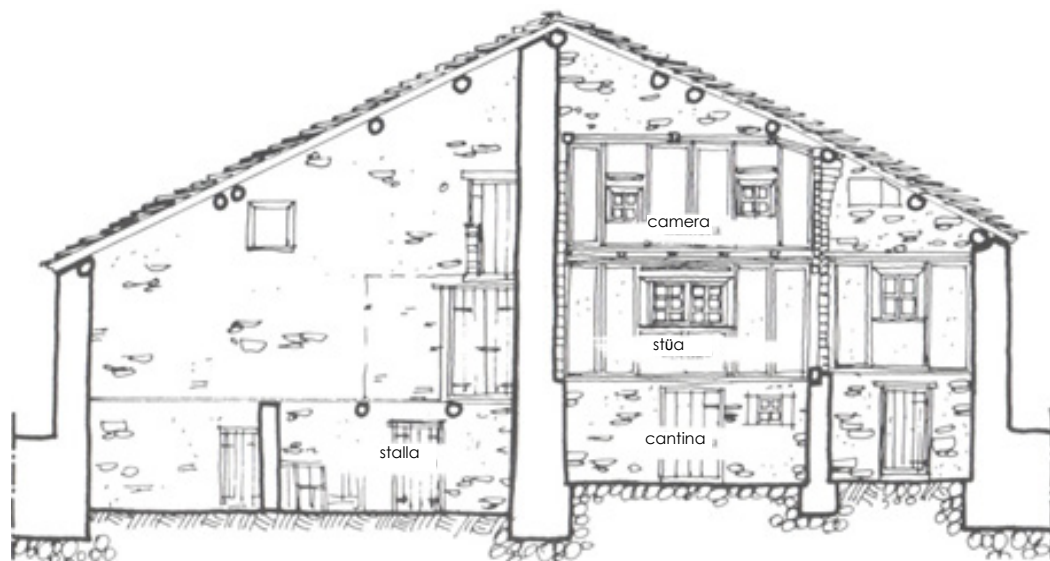


figura 3.68 sezione

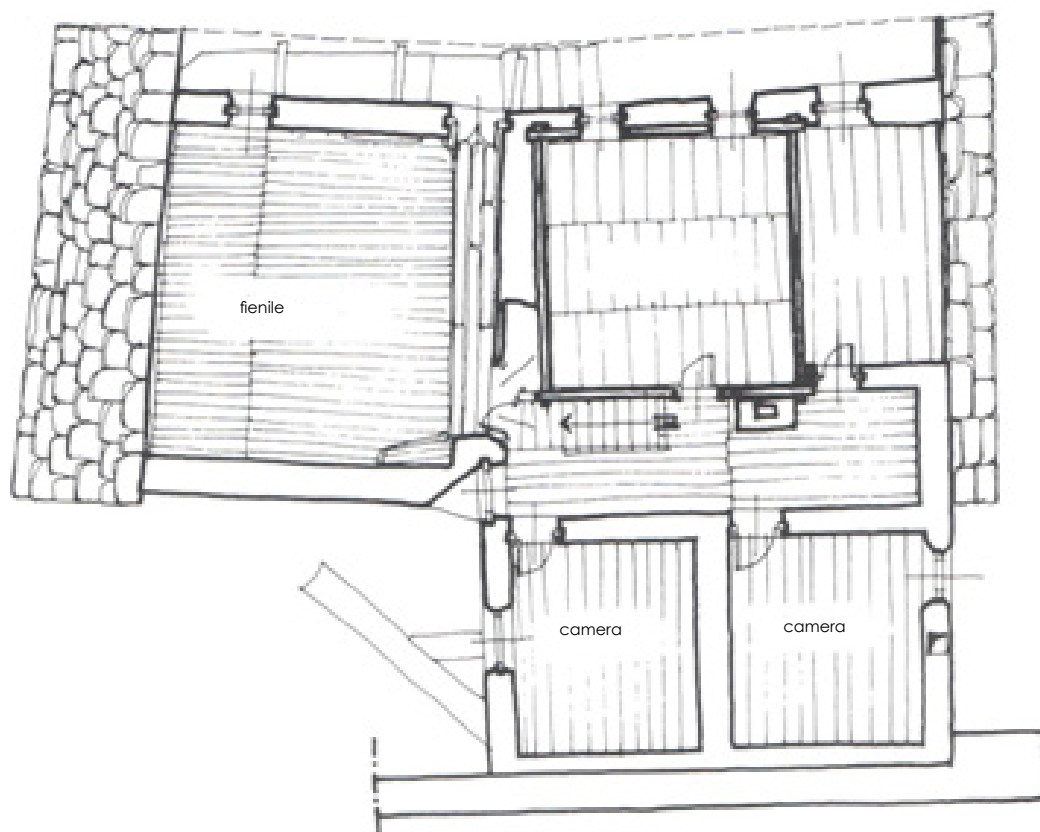


figura 3.69 pianta primo piano

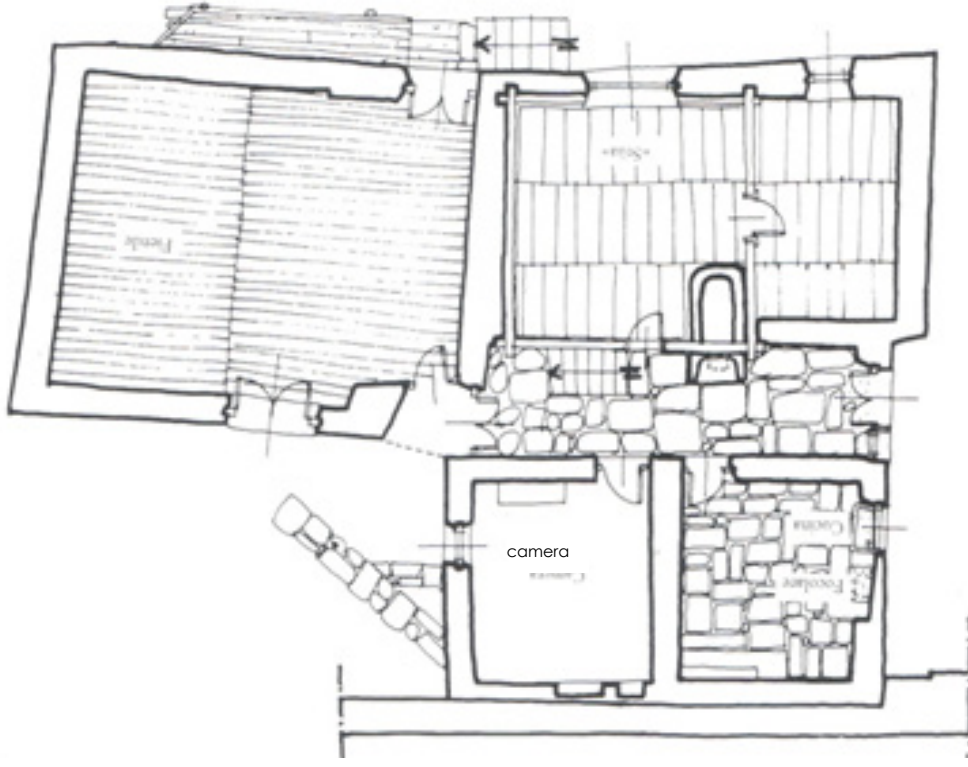


figura 3.70 pianta piano rialzato

CAPITOLO 4

ARCHITETTURA E AMBIENTE

Frank Lloyd Wright, celebre architetto nonché maestro dell'architettura contemporanea, disse: *“Io dichiaro che è giunta per l'architettura l'ora di riconoscere la sua natura, di comprendere che essa deriva dalla vita e ha per scopo la vita come oggi la viviamo, di essere quindi una cosa intensamente umana”*.

Dalla metà del secolo scorso le popolazioni occidentali hanno cominciato a prendere coscienza del degrado ambientale a cui lo spreco, iniziato con lo sviluppo industriale, sta portando in maniera sempre più grave e irreparabile, iniziando quindi a cercare un rimedio. L'edilizia ecologica nasce come reazione alla grave crisi ambientale nella quale attualmente ci troviamo, i cui sintomi più rilevanti sono l'inquinamento atmosferico e le sue conseguenze, il prossimo esaurimento delle risorse non rinnovabili, l'inquinamento delle acque e del suolo, i crescenti consumi di acqua potabile, disparati dissesti idrogeologici e la diminuzione della biodiversità. Uno dei maggiori responsabili di questo degrado è l'edilizia che incide per un terzo circa sul consumo energetico mondiale e per il 40% su quello dei materiali. In architettura la politica di risparmio energetico mira a mitigare gli impatti ambientali connessi all'edilizia controllando i consumi, in primo luogo migliorando l'isolamento termico degli edifici, quindi incrementando l'utilizzo di tecnologie ad alta efficienza, nonché stimolando la ricerca e la sperimentazione nel campo delle tecnologie per lo sfruttamento delle fonti di energie alternative e rinnovabili. Bisogna però ricordare che le misure più elementari di risparmio energetico, e normalmente anche quelle meno costose, consistono nell'adozione di determinati accorgimenti bioclimatici, come l'orientamento della casa rispetto al sole e ai venti, la forma architettonica, la disposizione e la dimensione delle finestre, nonché la scelta dei materiali in funzione delle loro caratteristiche termiche. L'estrazione di materie prime, la produzione e la lavorazione dei materiali, i relativi trasporti, l'esecuzione e la manutenzione delle opere, nonché la demolizione e lo smaltimento degli edifici consumano un'immensità di energia, tuttavia la maggior parte dei consumi energetici attribuibili all'edilizia viene impiegata per la climatizzazione estiva e invernale e l'illuminazione degli edifici.

4.1 Sostenibilità ed efficienza energetica

La sostenibilità ruota attorno a quattro componenti fondamentali:

Sostenibilità economica: intesa come capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento della popolazione.

Sostenibilità sociale: intesa come capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute, istruzione) equamente distribuite per classi e genere.

Sostenibilità ambientale: intesa come capacità di mantenere qualità e riproducibilità delle risorse naturali.

Sostenibilità istituzionale: intesa come capacità di assicurare condizioni di stabilità, democrazia, partecipazione, giustizia.

L'area risultante dall'intersezione delle quattro componenti, coincide idealmente con lo sviluppo sostenibile. (Figura 4.1)

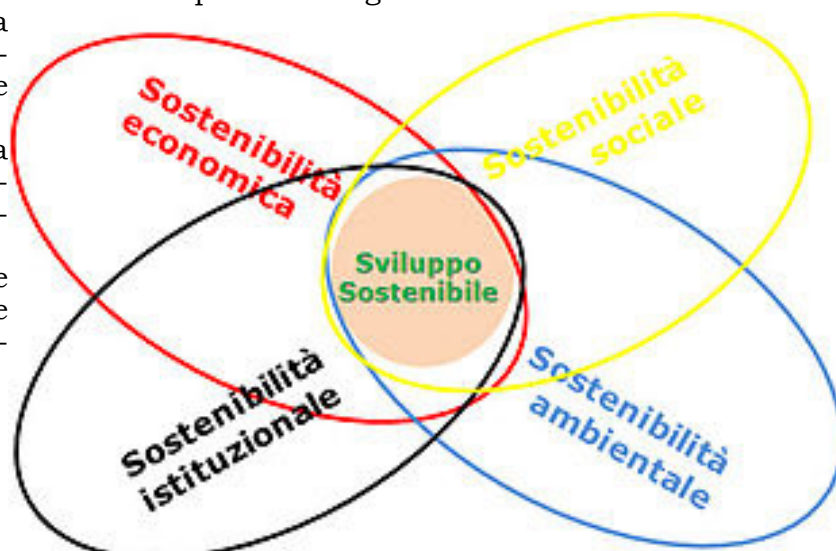


figura 4.1 Le componenti dello sviluppo sostenibile

4.1.1 Sviluppo sostenibile e pianificazione ambientale

La pianificazione ambientale è un metodo di progettazione che si svolge nel rispetto e nella conservazione delle risorse naturali, è una pianificazione sostenibile perché studia le caratteristiche proprie del territorio e progetta la costruzione in base a queste, per minimizzare l'impatto che l'intervento porta sul territorio; infatti con questo metodo di pianificazione si decidono gli usi di un particolare ambiente in base alle sue caratteristiche e alla sua soglia di adattamento alle trasformazioni.

La pianificazione ambientale nasce intorno alla metà degli anni '60 e fra i suoi principali esponenti annovera Ian Mc Harg che nel 1969 pubblicò uno dei testi chiave per la comprensione di questo tipo di pianificazione "Design with Nature".

Le linee guida della pianificazione ambientale sono:

- creazione di un rapporto interdisciplinare tra pianificazione e altri campi scientifici;
- l'utilizzo di tecniche atte all'analisi dell'ambiente e delle sue risorse;
- campo d'azione esteso, sia da un punto di vista spaziale che temporale;
- la concezione dell'ambiente come sistema dinamico e la conseguente tutela dei suoi processi naturali.

La pianificazione ambientale si rapporta con le altre discipline scientifiche affinché la sua azione sia più efficace. Inoltre, pur agendo sulla scala locale, utilizza come scenario d'azione quello planetario; tenendo conto che le modifiche apportate all'ambiente influiranno anche sulle generazioni future.

Come detto sopra, uno dei maggiori esponenti della progettazione ambientale fu Ian Mc Harg. Il metodo di Mc Harg consiste nel porre al centro della pianificazione i valori ambientali, cioè le caratteristiche e le dinamiche proprie dell'ambiente. Egli propone un "censimento delle risorse ambientali" e in base alle caratteristiche del territorio si determinano le attività che su di esso possono essere svolte.

Una volta effettuato il censimento, si può suddividere il territorio in aree aventi le medesime caratteristiche. Per ogni area andranno poi determinate le resistenze alle trasformazioni, le attitudini allo svolgimento di particolari funzioni e la suscettibilità rispetto alle alterazioni subite.

Si possono infine confrontare le trasformazioni che si intendono apportare al territorio con le sue caratteristiche, la sua resistenza alle alterazioni e la sua suscettibilità rispetto a queste. Si redige dunque la "carta delle potenzialità", che è una sorta di linea guida per la stesura del piano urbanistico vero e proprio (individua le attività che è opportuno svolgere sul territorio in esame e quelle che invece esso non può tollerare).

4.1.2 Cronologia dello sviluppo sostenibile

Di seguito vengono sintetizzate le principali tappe dello Sviluppo sostenibile, dalla prima conferenza ONU a Stoccolma dedicata al rapporto tra uomo e ambiente del 1972 denominata, "Sviluppo compatibile con l'ambiente" in cui per la prima volta vengono adottati a livello internazionale alcuni principi che saranno alla base del concetto di "sviluppo sostenibile", passando per il summit di Rio de Janeiro con "Il forum della Terra"; si passa poi alla conferenza delle Nazioni unite sull'ambiente e lo sviluppo che si è svolta a Rio de Janeiro nel giugno 1992, alla quale presero parte i rappresentanti di oltre 150 paesi, e in fine si arriva alla ri-negoziazione del protocollo di Kyoto del 2013.

4.1.2.1 1972 Conferenza di Stoccolma

"Sviluppo compatibile con l'ambiente"

E' la prima volta che vengono adottati a livello internazionale alcuni principi che saranno alla base del concetto di "sviluppo sostenibile":

"l'uomo è portatore di una solenne responsabilità per la protezione e il miglioramento dell'ambiente per le generazioni presenti e future";

"le risorse naturali della Terra devono essere salvaguardate a beneficio delle generazioni presenti e future attraverso una programmazione e una gestione appropriata e attenta";

"deve essere mantenuta e, ove possibile, ricostruita e migliorata la capacità della Terra di produrre risorse vitali rinnovabili".

E' considerata una delle tappe fondamentali del pensiero su sviluppo e ambiente globale, e ha determinato la presa di coscienza dei problemi ambientali a livello internazionale.

La conferenza ha prodotto un "Piano di azione", oltre ad una dichiarazione, recante 26 principi su diritti e responsabilità dell'uomo in relazione all'ambiente globale, da considerare come principi guida per l'azione umana e le politiche di sviluppo.

Tra i principi affermati vi sono:

- libertà, eguaglianza e diritto ad adeguate condizioni di vita;
- le risorse naturali della terra devono essere protette, per il beneficio delle generazioni presenti e future, attraverso appropriata pianificazione e gestione;
- la capacità della terra di produrre risorse rinnovabili vitali deve essere mantenuta, e ripristinata ove possibile;
- la conservazione della natura deve avere un ruolo importante durante il processo di pianificazione dello sviluppo economico;
- gli Stati dovrebbero adottare un approccio integrato e coordinato per raggiungere lo sviluppo in modo da assicurare che lo sviluppo sia rispettoso dell'ambiente;
- una pianificazione razionale dovrebbe conciliare conflitti tra diversi bisogni di sviluppo sociale e l'ambiente naturale;
- gli insediamenti umani ed i processi di urbanizzazione devono essere pianificati in modo da garantire il massimo dei benefici economici e sociali per tutti, con il minimo degli effetti negativi sull'ambiente;
- politiche demografiche dovrebbero essere adottate ove ci sono tassi di crescita della popolazione eccessivi;
- occorre incoraggiare lo scambio di dati ed informazioni, e nuove tecnologie vanno trasferite alle regioni in via di sviluppo.

4.1.2.2 1980 Programma ONU "the world conservation strategy"

Questo rapporto precisa per la prima volta il concetto di "sviluppo sostenibile", definito come "mantenimento dei processi ecologici essenziali per la produzione di alimenti, salvaguardia della diversità genetica del mondo animale e vegetale, sviluppo degli ecosistemi".

4.1.2.3 1987 Our common future"

La relazione della Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo, nota anche come "Rapporto Brundtland, lo sviluppo sostenibile", viene definita per la prima volta come: "uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni". La protezione dell'ambiente non viene più considerata come un vincolo allo sviluppo, bensì una condizione necessaria per uno sviluppo duraturo. La Commissione aveva il compito di esaminare e analizzare le cause principali della crisi che accomunava l'ambiente e lo sviluppo; proporre linee guida per azioni di intervento concrete e realistiche; formulare una strategia che consentisse di raggiungere uno "sviluppo sostenibile" entro il 2000.

Secondo il "Rapporto", i politici dovrebbero essere guidati da 8 principali obiettivi indipendenti:

- il revival della crescita economica;
- il miglioramento della qualità della crescita, assicurando scelte giuste ed equilibrate dal punto di vista sociale ed ambientale, e venendo incontro alle esigenze di occupazione, cibo, energia, acqua e sanità ed igiene pubblica;
- la conservazione e il miglioramento delle risorse naturali;
- la stabilizzazione dei livelli di occupazione;
- il riorientamento della tecnologia e una migliore gestione del rischio;
- l'integrazione di obiettivi riguardanti l'ambiente e l'economia nei processi di decisione;
- la ristrutturazione delle relazioni economiche internazionali;
- il rafforzamento della cooperazione internazionale.

Si prescrive che i paesi affluenti dovranno adottare degli stili di vita "compatibili con le risorse ecologiche del pianeta", mentre i Paesi in via di sviluppo dovranno mantenere la crescita della popolazione e dell'economia in armonia con il potenziale produttivo dell'ecosistema terrestre.

4.1.2.4 1989 UNCED: risoluzione 44/228 dell'Onu

Si decide, in occasione del ventesimo anniversario della "Conferenza di Stoccolma", di organizzare la "Conferenza sull'ambiente e lo sviluppo" a Rio de Janeiro, per elaborare strategie e misure atte ad arrestare ed invertire gli effetti del degrado ambientale.

4.1.2.5 1992 UNEP: conferenza di Rio de Janeiro

"Earth summit"

Ha impostato i primi lineamenti di un piano d'azione mondiale per la tutela dell'ambiente.

Al termine della conferenza è stato firmato, dai 160 capi di Stato presenti, un documento, noto come Agenda 21, che raccomanda ai governi di sviluppare politiche ambientali coinvolgendo tutti i settori economici e sociali nella promozione, entro il 2000, di interventi concreti di salvaguardia, recupero e buona gestione delle risorse naturali. Il documento impegna il Sud come il Nord del mondo e prevede delle trasformazioni profonde dei comportamenti individuali e collettivi, prevede diverse priorità e costi sociali.

Durante il summit di Rio i governi di tutto il mondo adottarono tre importanti accordi:

- Agenda 21 è un documento strategico che definisce, in 40 capitoli, le politiche settoriali da mettere in atto per ottenere uno "Sviluppo Sostenibile", affrontando tutti i campi nei quali è necessario assicurare l'integrazione tra ambiente e sviluppo.
- La dichiarazione su ambiente e sviluppo: documento di principi in materia di ambiente, comprende un preambolo e 27 principi, in essa viene posto l'accento sul legame tra protezione ambientale e sviluppo, sulla necessità di eliminare modelli di produzione e consumo non sostenibili e di promuovere un sistema economico internazionale aperto che sia di supporto allo sviluppo sostenibile. Vengono, inoltre, date indicazioni volte a promuovere un più sano ed efficiente rapporto tra uomo e ambiente.
- La dichiarazione sui principi forestali: documento finalizzato a limitare lo sfruttamento incondizionato delle foreste tropicali.

4.1.2.6 1993 V Programma UE "Per uno sviluppo durevole e sostenibile"

E' la contestualizzazione in sede comunitaria dei principi introdotti dalla conferenza di Rio e, in particolare, dall'Agenda 21.

Ha posto le basi di una strategia di sviluppo radicalmente innovativa rispetto alle precedenti azioni comunitarie. Il Programma promuove approcci innovativi alla politica ambientale europea, con particolare riferimento a:

- alla condivisione della responsabilità attraverso una maggiore partecipazione degli attori sociali ed economici (amministrazione pubblica, imprese, collettività) e ad un'azione regolare di sorveglianza e di controllo;
- alla complementarietà delle misure normative con altri strumenti quali: aiuti finanziari, incentivi economici e fiscali, accordi su base volontaria, strumenti orizzontali di sostegno (raccolta di informazioni di base sull'ambiente, ricerca, pianificazione settoriale e territoriale, informazione, formazione).

Il Programma identifica cinque settori chiave di intervento (industria, energia, trasporti, agricoltura e turismo), sette temi specifici (il cambiamento del clima, l'acidificazione e la qualità dell'aria, la protezione della natura e delle biodiversità, la gestione delle risorse idriche, l'ambiente urbano, le zone costiere, la gestione dei rifiuti) e tre settori sensibili che richiedono una gestione del rischio (rischi industriali, sicurezza nucleare e protezione radioattiva, protezione civile ed emergenze ambientali).

Con la decisione del Parlamento europeo e del Consiglio (24 settembre 1998) il Programma viene ulteriormente rilanciato individuando 5 obiettivi prioritari:

- integrazione delle esigenze ambientali in altre politiche;
- allargamento della gamma degli strumenti utilizzati, al fine di cambiare in modo significativo le tendenze e le pratiche attuali;
- garanzia di una migliore attuazione e applicazione della politica ambientale;
- maggiori sforzi per sensibilizzare e informare meglio i cittadini sulle tematiche dello

sviluppo sostenibile;

- rafforzamento della funzione della Comunità nella messa a punto di impegni internazionali e nell'affrontare la cooperazione con i paesi dell'Europa centrale e orientale e del bacino mediterraneo.

4.1.2.7 1994 Aalborg: Conferenza europea delle città sostenibili

E' il momento costitutivo della Campagna europea delle città sostenibili.

La Conferenza (600 partecipanti da 30 Stati europei) ha predisposto una "Carta di impegni e programmi - Carta di Aalborg" rivolgendo l'invito a firmarla a tutte le città e realtà metropolitane che intendono impegnarsi nella direzione della sostenibilità. La Carta definisce il concetto di sostenibilità, individua le responsabilità ambientali delle città e le impegna a sviluppare politiche e azioni per andare "verso città sostenibili".

Tra gli impegni principali, le città firmatarie hanno sottoscritto quello di predisporre la propria Agenda 21 Locale

La Carta di Aalborg è divisa in tre parti:

- Parte I: Dichiarazione di principio, le Città Europee per un modello urbano sostenibile
In essa si definiscono i principi base che devono guidare le città europee verso la sostenibilità.

- Parte II: La Campagna delle Città Europee Sostenibili, in essa viene lanciato un Programma di promozione e supporto all'azione che mette in rete tutte le città ed aree urbane europee impegnate nell'Agenda 21.

- Parte III: L'impegno nel Processo di Attuazione dell'Agenda 21 a livello locale, Piani Locali di Azione per un Modello Urbano Sostenibile.

In quest'ultima parte, infine, si definiscono i passi da compiere per la progettazione ed attuazione dei piani d'azione locali.

4.1.2.8 1996 Istanbul: Conferenza Onu "On human settlements" Agenda habitat II

La Conferenza ha visto la partecipazione di circa 20.000 rappresentanti dei governi, delle organizzazioni internazionali, delle amministrazioni locali, delle ONG, delle imprese e del mondo della ricerca, per affrontare la questione della crescente urbanizzazione che riguarda tutte le regioni del Pianeta.

Nel corso della conferenza è stata adottata una Agenda Habitat, un documento di grande respiro che tocca tutti gli aspetti della questione urbana e individua le politiche di intervento per affrontare problemi come la qualità della vita in città e lo stato dell'ambiente, il processo di urbanizzazione e il rapporto città-campagna, i rischi sociali particolarmente evidenti nelle città.

4.1.2.9 1997 New York: assemblea generale delle Nazioni unite

L'Earth Summit +5, pertanto, ha effettuato una valutazione del grado di raggiungimento degli obiettivi della Conferenza di Rio (Piano di Azione per il XXI secolo), nell'intento di identificare e riconoscere i risultati positivi conseguiti. In tale contesto si è fatto notare come, a cinque anni da Rio, a fronte di una insoddisfacente realizzazione degli obiettivi generali definiti dall'Agenda 21, si è riscontrato, invece, un interesse crescente delle comunità locali, che attraverso l'informazione, l'educazione e la partecipazione dei cittadini sono risultati attori chiave per il raggiungimento dello sviluppo sostenibile.

Tra i risultati raggiunti il più importante è l'acquisizione del concetto stesso di Sviluppo Sostenibile cioè la consapevolezza che:

- le condizioni ambientali, la disponibilità di buona qualità ambientale e di risorse naturali sono condizioni essenziali per lo sviluppo;
- lo sviluppo economico non può e non deve forzare la capacità di carico della natura;
- la sostenibilità ambientale richiede anche sviluppo sociale e superamento della povertà.

4.1.2.10 2000 Hannover: III Conferenza europea delle città e dei comuni sostenibili

E' stato lanciato un appello alla "comunità internazionale", alle "istituzioni europee", ai "governi nazionali", alle "autorità locali", agli "attori dell'A21L", ai "dirigenti e decisori del settore commerciale e finanziario" al fine di:

- sostenere maggiormente l'implementazione dell'A21L in quei paesi che non si sono ancora impegnati nel processo di sviluppo sostenibile;
- dare priorità alla promozione della "Campagna delle Città e Comuni Europei Sostenibili";
- integrare le tematiche socio-ambientali nella politica economica, nella legislazione, nei programmi e nei piani di finanziamento;
- promuovere la cooperazione municipale, regionale e internazionale a favore della sostenibilità e lo scambio delle relative procedure fondamentali;
- sviluppare e realizzare i piani d'azione in materia di sviluppo sostenibile;
- adottare sistemi di gestione per la sostenibilità locale e l'efficienza ambientale, quali ad esempio il Bilancio Ambientale e il Regolamento EMAS;
- rendere accessibili le competenze e i metodi a tutti gli operatori dell'Agenda 21 Locale;
- integrare nelle strategie aziendali considerazioni sull'ecologia, la salute, la sicurezza e il rischio.

4.1.2.11 2001 Commissione delle Comunità europee

Il Sesto programma d'Azione dell'Unione Europea è il documento che delinea gli scenari per lo sviluppo delle politiche ambientali della Comunità Europea. Un uso razionale delle risorse naturali del pianeta e la salvaguardia degli ecosistemi sono presupposti essenziali dello sviluppo sostenibile, assieme alla prosperità e ad una equilibrata organizzazione sociale.

I temi principali:

- integrazione delle tematiche ambientali nelle politiche settoriali, i progressi dovranno essere misurati mediante appositi indicatori e l'analisi comparata.
- cambiamento climatico: l'obiettivo è quello di stabilizzare le concentrazioni atmosferiche di gas di serra ad un livello che non generi variazioni innaturali del clima terrestre. La priorità assoluta per il Sesto Programma sarà l'attuazione del protocollo di Kyoto sull'abbattimento delle emissioni di gas di serra dell'8% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2008-2012. Questo deve essere considerato un primo passo verso l'obiettivo a lungo termine di un abbattimento del 70%.
- natura e biodiversità: proteggere una risorsa unica il cui obiettivo è quello di proteggere e ripristinare il funzionamento dei sistemi naturali ed arrestare la perdita di biodiversità nella Comunità Europea e nel mondo e di proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento.
- ambiente e salute con l'obiettivo di ottenere una qualità dell'ambiente in virtù del quale il livello dei contaminanti di origine antropica, compresi i diversi tipi di radiazioni, non dia adito ad impatti o a rischi significativi per la salute umana.
- uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti per garantire che il consumo delle risorse rinnovabili e non rinnovabili non superi la capacità di carico dell'ambiente.

4.1.2.12 2004 Aalborg +10 e gli Aalborg Commitments

Nel giugno 2004 ad Aalborg ha luogo la Quarta Conferenza europea delle città sostenibili (detta "Aalborg+10"); in essa 110 comuni, appartenenti a 46 paesi diversi, confermano una visione comune per un futuro urbano sostenibile.

La Conferenza è stata l'occasione per fissare nuovi traguardi e assumere impegni più definiti. In particolare è stata individuata la necessità di fissare target qualitativi e quantitativi per l'implementazione dei principi di sostenibilità.

La visione si concretizza nei cosiddetti "Commitments Aalborg +10", una serie di impegni condivisi finalizzati a tradurre la visione comune in azioni concrete a livello locale. I "Commitments" sono uno strumento flessibile e adattabile alle singole situazioni locali. I governi locali che vi aderiscono avviano un percorso di individuazione degli obiettivi, che coinvolge gli stakehol-

ders locali e che si integra con l'Agenda 21 Locale o con altri piani d'azione sulla sostenibilità. Con la sottoscrizione degli Aalborg, gli enti si impegnano a:

- Produrre una analisi integrata sulla base degli Aalborg Commitments, entro 12 mesi dalla sottoscrizione, che definisca i target per ogni punto del documento su progetti e iniziative in corso;
- istituire un processo locale condiviso per la individuazione degli obiettivi che aggrega l'Agenda 21 Locale e altri piani;
- stabilire specifici obiettivi locali entro 24 mesi dalla data della firma, fissando scadenze temporali per verificare i progressi compiuti rispetto agli impegni presi;
- effettuare una verifica periodica dei nostri risultati relativamente agli Aalborg Commitments e renderla disponibile ai cittadini;
- diffondere regolarmente informazioni sugli obiettivi e i relativi progressi.

4.1.2.13 2013 Ri-negoziazione del protocollo di Kyoto

Il secondo periodo di impegno del Protocollo di Kyoto, che va dal 2013 al 2020, preoccupa moltissimo in quanto, paesi importanti come Giappone, Nuova Zelanda, Canada e Russia sono usciti. Ad oggi, quindi, il nuovo trattato "Kyoto 2" copre solo il 15% circa delle emissioni di gas serra globali, con Unione Europea, Australia, Norvegia e Svizzera al primo posto.

Lo sforzo di riduzione emissiva identificato dal Protocollo di Kyoto a carico degli Stati nazionali, è troppo limitato per avere effetti significativi sul contenimento del cambiamento climatico, e le politiche successive tardano a venire.

Al di là degli impegni nazionali, il contrasto al cambiamento climatico è però uno sforzo che non deve comunque lasciare indifferente nessuno, già da ora: anche i cittadini, le aziende, le realtà locali sono "soggetti emettitori", corresponsabili del problema climatico e quindi moralmente chiamati ad intervenire in maniera volontaria in attività di tutela climatica.

4.2 Comunità europea e il patto dei sindaci

Dopo l'adozione del Pacchetto europeo su clima ed energia nel 2008, la Commissione europea ha lanciato il Patto dei Sindaci per avallare e sostenere gli sforzi compiuti dagli enti locali nell'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile. I governi locali, infatti, svolgono un ruolo decisivo nella mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico, soprattutto se si considera che l'80% dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ è associato alle attività urbane.

Il Patto dei sindaci è una conferenza annuale lanciata dalla Commissione europea nel 2009. Quest'anno hanno firmato la dichiarazione i sindaci di oltre 500 città, portando il numero dei firmatari a 1600, suddivisi in 36 paesi e in rappresentanza di 120 milioni di cittadini. La Commissione europea sostiene l'iniziativa organizzando la conferenza, incoraggiando lo scambio di buone pratiche sul sito web dedicato e aiutando le autorità locali a finanziare le azioni in ambito energetico tramite programmi di finanziamento.

Al di là del risparmio energetico, i risultati delle azioni dei firmatari sono molteplici: la creazione di posti di lavoro stabili e qualificati, un ambiente e una qualità della vita più sani, un'accreciuta competitività economica e una maggiore indipendenza energetica.

Con il "Patto dei sindaci" firmato a Bruxelles, essi si impegnano a determinare la quantità di CO₂ emessa attualmente, e a presentare, entro l'anno successivo alla firma, un Piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES), un documento chiave in cui i firmatari del patto delineano in che modo intendono raggiungere l'obiettivo minimo di riduzione delle emissioni di CO₂ entro il 2020. Definisce le attività e gli obiettivi, valuta i tempi e le responsabilità assegnate. I firmatari del Patto sono liberi di scegliere il formato del proprio PAES, a condizione che questo sia in linea con i principi enunciati nelle linee guida del PAES in cui sono delineate le azioni principali che essi intendono avviare.

A Heidelberg, ad esempio, le emissioni di CO₂ degli edifici pubblici sono scese quasi del 40% grazie a stazioni di monitoraggio energetico e all'introduzione delle squadre dell'energia nelle scuole. A Riga il gas metano prodotto dalla discarica municipale è impiegato per produrre elettricità, mentre ad Anversa un magazzino industriale è stato convertito in modello di edificio sostenibile e centro esposizioni per i cittadini. Le autorità locali svolgono un ruolo determinante nella lotta contro i cambiamenti climatici. Oltre metà dei gas a effetto serra è prodotta

nelle città e dalle città, dove vive e lavora l'80% della popolazione e si consuma fino all'80% dell'energia.

Un numero sempre crescente di comuni sta dimostrando la propria volontà politica di aderire al Patto, ma non sempre questi dispongono delle risorse finanziarie e tecniche per tener fede agli impegni. Per questo motivo all'interno del Patto è stato attribuito un ruolo specifico alle amministrazioni pubbliche e alle reti in grado di assistere i firmatari nel perseguimento dei loro ambiziosi obiettivi. I Firmatari beneficiano del totale sostegno delle istituzioni, non soltanto della Commissione europea, ma anche del Comitato delle Regioni che ha offerto, sin dai suoi esordi, il proprio supporto all'iniziativa; del Parlamento europeo, che ha ospitato le prime due cerimonie della firma e della Banca Europea per gli Investimenti, che assiste gli enti locali a sbloccare il proprio potenziale di investimento.

La Commissione europea definisce Coordinatori del Patto quelle amministrazioni pubbliche che forniscono consulenza strategica e sostegno tecnico-finanziario ai comuni che aderiscono al Patto dei Sindaci ma che non dispongono delle necessarie competenze e/o risorse per soddisfare i requisiti. La Commissione distingue tra i Coordinatori territoriali, rappresentati dalle autorità decentralizzate subnazionali ivi comprese le province, le regioni e i raggruppamenti pubblici dei comuni, e i Coordinatori nazionali, rappresentati dagli organismi pubblici nazionali comprese le agenzie per l'energia nazionali e i ministeri dell'energia. Le province, le regioni e le autorità nazionali, offrono ai firmatari consulenza strategica nonché assistenza tecnico-finanziaria.

Una rete di enti locali, nota come i Sostenitori del Patto cioè quelle reti europee, nazionali e regionali, e le associazioni di enti locali che utilizzano al meglio le loro attività di collegamento, di lobbying e di comunicazione per promuovere l'iniziativa del Patto dei Sindaci e sostenere gli impegni dei firmatari, è impegnata ad amplificare al massimo l'impatto dell'iniziativa con attività promozionali, collegamenti tra i membri e piattaforme di condivisione delle esperienze. L'Ufficio del Patto istituito e fondato dalla Commissione europea, è responsabile del coordinamento e della gestione quotidiana dell'iniziativa. Fornisce ai firmatari assistenza amministrativa e consulenza tecnica, favorisce le reti di collegamento tra gli attori interessati del Patto e assicura la promozione delle attività. L'ufficio del patto è gestito da un consorzio di reti europee rappresentanti autorità locali e regionali, guidate da Energy Cities, ed è composto da Climate Alliance, CCRE, Eurocities e Fedarene. dei Sindaci

Il Centro Comune di Ricerca (CCR) è il braccio scientifico e tecnico della Commissione europea. È incaricato di fornire l'assistenza tecnico-scientifica all'iniziativa. Lavora in stretta collaborazione con il CoMO per fornire ai firmatari linee guida tecniche e modelli trasparenti per garantire gli impegni assunti dal Patto dei Sindaci e monitorarne l'attuazione e i risultati.

4.2.1 PAES, piano di adozione per le energie sostenibili

Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) è un documento chiave che indica come i firmatari del Patto rispetteranno gli obiettivi che si sono prefissati per il 2020. (Figura 4.3) Tenendo in considerazione i dati dell'Inventario di Base delle Emissioni, il documento identifica i settori di intervento più idonei e le opportunità più appropriate per raggiungere l'obiettivo di riduzione di CO₂. Definisce misure concrete di riduzione, insieme a tempi e responsabilità, in modo da tradurre la strategia di lungo termine in azione. I firmatari si impegnano a consegnare il proprio PAES entro un anno dall'adesione. Il PAES serve per individuare un insieme di misure dettagliate e coerenti relative ai settori chiave di attività indicare strategie ed azioni sino al 2020

- una strategia e degli obiettivi sino al 2020, tra cui un impegno formale in aree come pianificazione territoriale, trasporti e mobilità, appalti pubblici, norme per edifici nuovi o ristrutturati ecc;
- misure dettagliate per i successivi 3-5 anni che traducono strategie e obiettivi a lungo termine in azioni. Per ogni misura/intervento, è importante indicare una descrizione, il dipartimento o la persona responsabile, la tempistica (inizio-fine, obiettivi intermedi), una stima dei costi, le fonti di finanziamento, il risparmio energetico/l'aumento della produzione di energia rinnovabile previsti e una stima della riduzione di CO₂ associata.

Passi fondamentali per il PAES sono:

IMPLEMENTAZIONE del PAES:

- Coordinare l'implementazione del piano. Ogni attore coinvolto deve conoscere il proprio ruolo.

- Adottare un approccio di Project Management: controllo delle scadenze, controllo finanziario, pianificazione, analisi degli scostamenti e gestione del rischio. Utilizzare una procedura di gestione della qualità.
- Suddividere il progetto in più parti e assegnarle a dei responsabili di progetto.
- Implementare in primo luogo le azioni che sono sotto la responsabilità dell'autorità locale.
- Preparare procedure e processi specifici per attuare ciascuna parte del progetto. Un sistema di qualità è uno strumento utile per assicurarsi che le procedure siano in linea con gli obiettivi.
- Creare un sistema di schede di valutazione per seguire e monitorare il piano. Indicatori quali la percentuale di rispetto delle scadenze, la percentuale di deviazioni dal budget, la percentuale di riduzione delle emissioni insieme alle misure già attuate e altri indicatori giudicati opportuni da parte delle autorità locali possono essere proposti.
- Anticipare gli eventi futuri e tenere in considerazione le fasi di negoziazione e procedure amministrative che la Pubblica Amministrazione deve seguire per iniziare un progetto. I progetti pubblici in genere richiedono molto tempo per ottenere autorizzazione e approvazioni.
- Proporre, approvare e mettere in funzione un programma di formazione almeno per le persone direttamente coinvolte nell'attuazione.

MONITORAGGIO:

Il monitoraggio gioca un ruolo molto importante nello sviluppo del PAES. Un monitoraggio regolare che porti a delle eventuali misure correttive consente l'avvio di un processo di miglioramento continuo inoltre i firmatari del Patto sono tenuti a presentare una Relazione di Attuazione ogni secondo anno successivo alla presentazione del PAES per scopi di valutazione, monitoraggio e verifica. Tale Relazione di Attuazione deve includere un Inventario di Monitoraggio delle Emissioni, IME, è però possibile presentare l'IME ogni 4 anni ovvero presentare alternativamente ogni due anni una "Relazione d'Intervento" – senza IME" - (anni 2, 6, 10, 14...) e una "Relazione di Attuazione" – con IME (anni 4, 8, 12, 16...).

La Relazione di Attuazione contiene informazioni quantificate sulle misure messe in atto, i loro effetti sul consumo energetico e sulle emissioni di CO₂ e un'analisi del processi di attuazione del PAES, includendo misure correttive e preventive ove richiesto, la Relazione d'Intervento contiene informazioni qualitative sull'attuazione del PAES, comprende un'analisi della situazione e delle misure qualitative, correttive e preventive.

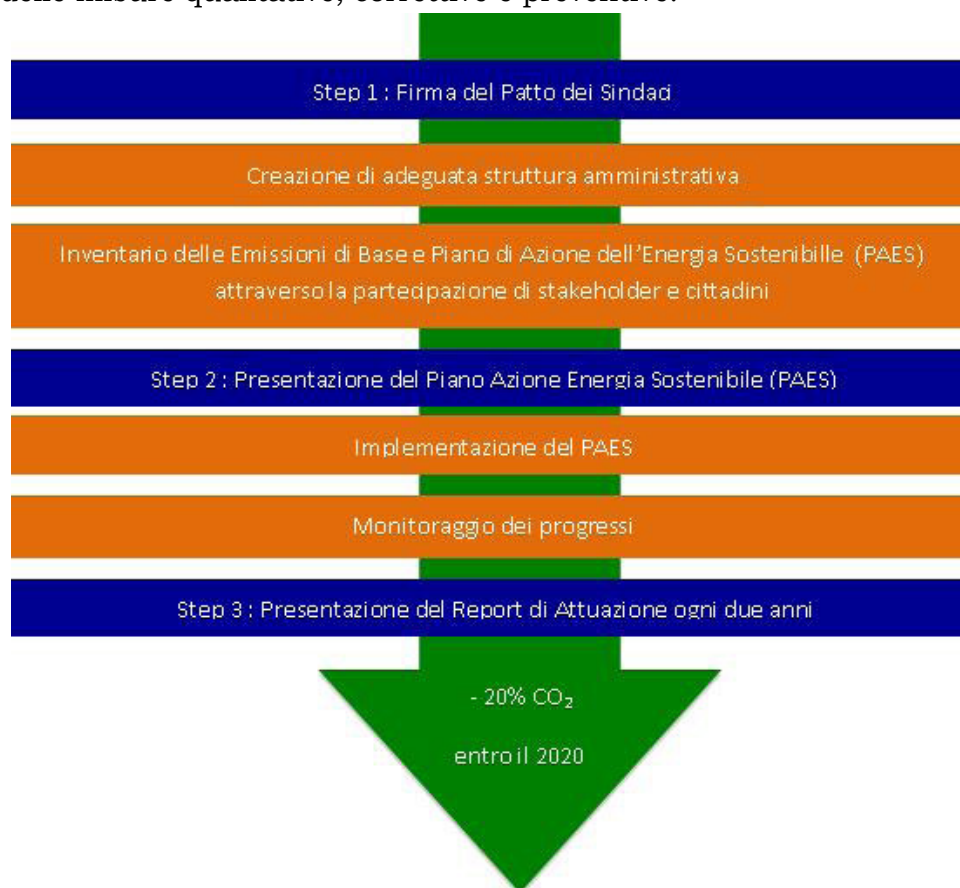
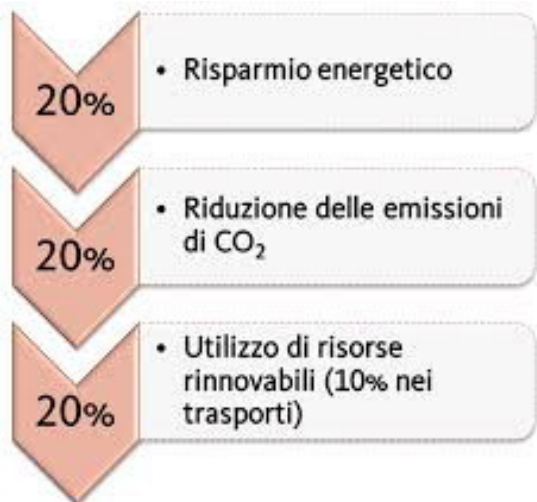


figura 4.2 Schema riassuntivo dell'applicazione del PAES

4.2.2 Accordo 20-20-20

Si tratta di un pacchetto Clima-Energia, approvato nel 2008 dal parlamento europeo, per conseguire gli obiettivi che l'unione europea si è fissata per il 2020:

- Ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra
- Portare al 20% il risparmio energetico
- Aumentare al 20% il consumo di fonti rinnovabili.



L'approvazione integrale del pacchetto clima-energia avrebbe dovuto prendere l'avvio ufficialmente in occasione della 15^a Conferenza delle Parti (COP15) tenutasi a Copenaghen nel dicembre 2009, con la sigla di impegni importanti da parte anche degli Stati storicamente scettici alla negoziazione intrapresa con il Protocollo di Kyoto. Il pacchetto clima-energia può ritenersi un set di provvedimenti di attuazione degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas inquinanti destinato a regolamentare i settori-chiave in modo efficace.

4.3 L'Italia centra l'obiettivo del protocollo di Kyoto

E' appena un mezzo punto percentuale in più del previsto, ma rappresenta il segno che l'Italia ce l'ha fatta a raggiungere gli obiettivi fissati dal protocollo di Kyoto. Le riduzioni nelle emissioni di gas serra per il nostro paese infatti avrebbero dovuto raggiungere quota -6,5% rispetto al 1990 nel periodo di verifica 2008-2012, mentre l'Italia ha superato il target, raggiungendo un -7%. A renderlo noto è la Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile con il rilascio del Dossier Kyoto 2013.(Figura 4.3)

Il risultato certifica il fatto che il percorso di de-carbonizzazione iniziato in Italia sta dando i suoi frutti ed è importante che prosegua, secondo le linee indicate dal piano nazionale definito dal Governo per raggiungere gli obiettivi già fissati in sede europea al 2020 e al 2030.

Nell'analisi non si sottovaluta il fatto che la crisi economica abbia contribuito alla diminuzione delle emissioni, ma molto si attribuisce anche al miglioramento delle performance ambientali del sistema economico nazionale, in particolare al contributo dato dall'energia rinnovabile e dal miglioramento dell'efficienza energetica. Così la media annuale delle emissioni è arrivata a 480 MtCO₂eq (milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente) per il periodo 2008-2012, pari ovvero a meno il 7% di quella del 1990. In questi settori c'è stata una vera e propria accelerazione: il contributo delle rinnovabili è raddoppiato in cinque anni e il miglioramento dell'efficienza energetica ha consentito una riduzione della domanda stimata tra 5 e 15 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Tale miglioramento è confermato dagli indicatori di intensità carbonica ed energetica del PIL, che negli ultimi anni hanno registrato più alti tassi di riduzione delle emissioni di gas serra e dei consumi energetici per unità di Prodotto Interno Lordo.

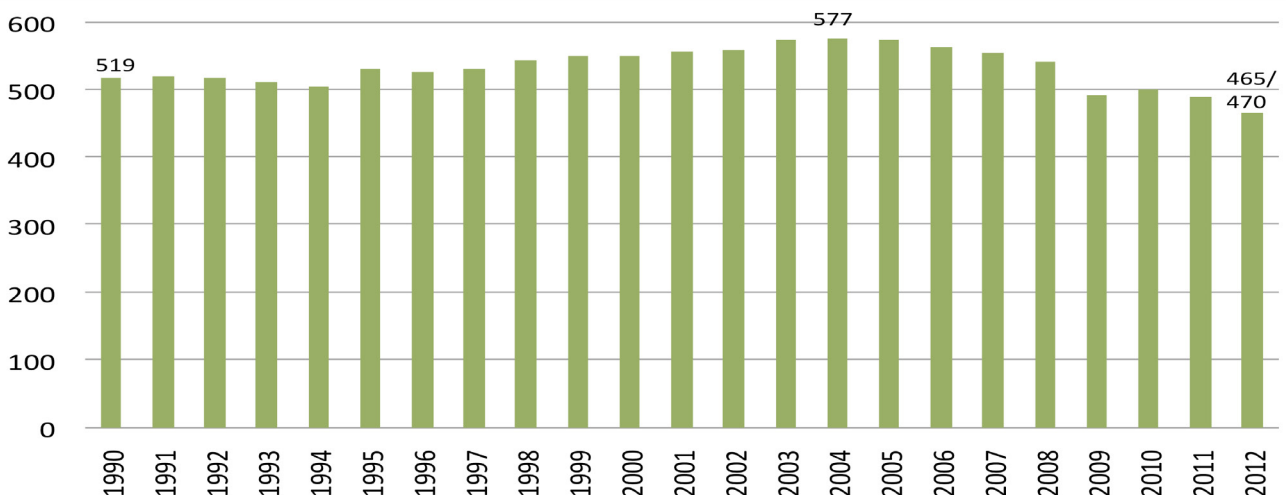


figura 4.3 Emissione di gas in Italia dal 1990 al 2012

4.4 Esempi di architetture sostenibili nel mondo

Nel mondo sono ormai molti gli studi architettonici per la realizzazione di edifici a zero impatto ambientale, le soluzioni utilizzate sono molteplici, dalle più economiche a studi, materiali e realizzazioni molto costose ma che grazie al funzionamento passivo si hanno nel tempo guadagni sia in ambito economico che ambientale.

Vediamo di seguito alcuni progetti di edifici residenziali che possono essere definite “green” per l’ambiente.



SOLARSIEDLUNG



SCHLIERBERG
FRIBURGO GERMANIA



ARCH. ROLF DISCH



2000



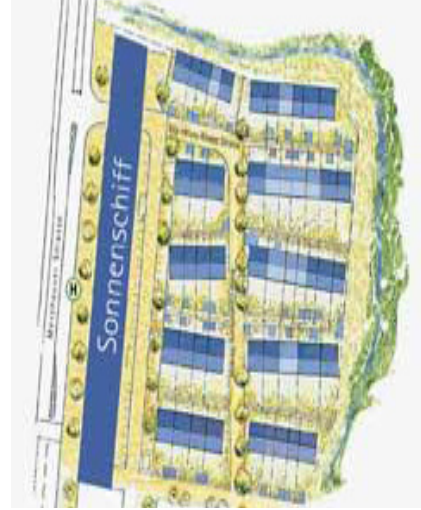
DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Si tratta di case che producono più energia di quanta ne consumano (Plus-energiehaus): il progetto comprende 50 case a schiera immerse nel verde; il quartiere è costituito da una serie di residenze e dalla Nave solare che è un edificio commerciale a sviluppo lineare. Le residenze sono costituite da villini a schiera e si sviluppano in maniera perpendicolare rispetto alla spina commerciale. Pedoni e biciclette accedono alle aree residenziali mediante degli ingressi posti lungo la via commerciale mentre il terreno boscoso lungo il bordo est dell'insediamento costituisce un confine naturale. Gli spazi esterni sono stati progettati in continuità con gli spazi interni e con l'intero sistema di quartiere. Sono caratterizzati da una forte presenza di verde: orti, terrazze e giardini. Le automobili all'interno del quartiere non sono ammesse. Ogni unità abitativa ha caratteristiche particolari di orientamento, sviluppo planimetrico e spaziale tali da ottimizzare gli apporti di calore, luce e aria. Si tratta di costruzioni modulari altamente personalizzabili attraverso dei sistemi mobili che consentono il ridimensionamento degli ambienti secondo le proprie esigenze. La pianta tipo di una abitazione prevede al piano terra una area soggiorno e pranzo orientata verso sud con cucina, bagno e angolo studio a nord; per quanto riguarda il primo piano sono previste le camere da letto verso sud, una scala al centro e un bagno con angolo studio a nord. Le aperture su questo lato (nord) consentono la ventilazione naturale incrociata e una illuminazione da entrambi i lati (nord-sud). La copertura è orientata a sud ed è inclinata di 22 gradi per favorire l'assorbimento della radiazione solare

DESCRIZIONE TECNOLOGICA

Le falde dei tetti esposte a sud sono completamente ricoperte da pannelli fotovoltaici. Per quanto riguarda il sistema costruttivo si tratta di telai di legno ed elementi di tamponatura con uno spesso strato di isolamento termico esternamente rivestito con doghe di legno. I vetri sono realizzati con triplice lastra ad alte prestazioni e i frangisole consentono di modulare l'ingresso della radiazione. Questo tipo di abitazione consuma circa 15 kWh/mq all'anno.





CASA DI ABITAZIONE
HUF-HAUS



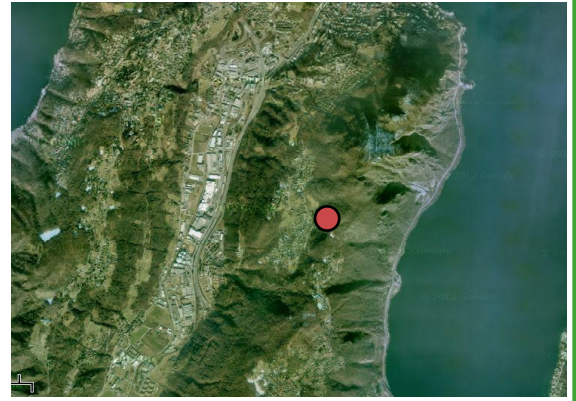
LUGANO
SVIZZERA



GRUPPO HUF-HAUS DI
LUGANO



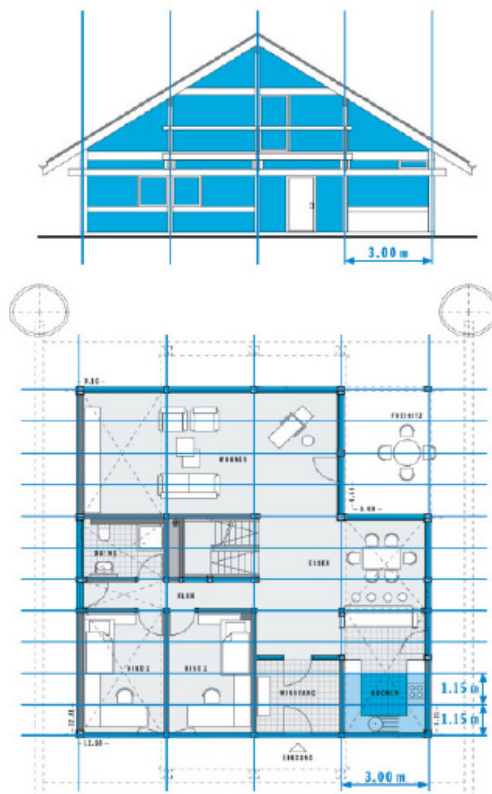
2008



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Caratteristiche principali di questa casa sono le ampie vetrate rivolte verso i versanti soleggiati che offrono agli interni un meraviglioso panorama montuoso e permettono il grande irradiazione di luce e calore, ottimizzando i consumi energetici e la struttura, adattata alla ripida pendenza del terreno. Molto luminosa, con ampi spazi interni, i balconi corrono lungo tutto il secondo piano aprendo la vista sull'ampia vallata sottostante. Internamente è costituita da ampi spazi aperti tutti inondati di luce, la cucina e la sala pranzo si fondono in un unico ambiente senza muri divisorii, mentre la zona living risulta divisa da una parete.

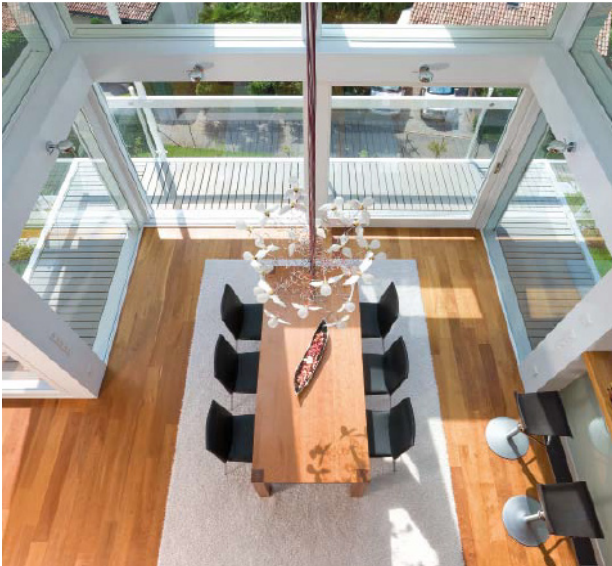


piante e sezione



DESCRIZIONE TECNOLOGICA

La struttura tecnologica di quest'abitazione rispecchia l'innovazione di Huf Haus nell'ambito dell'efficienza energetica, è costituita da uno strato d'isolamento termico altamente efficiente, questo isolamento costruttivo viene prodotto personalmente nella fabbrica di huf haus per rispecchiare completamente le caratteristiche che loro richiedono. I ponti di calore, come punto debole dell'involucro termico esterno, vengono in questo modo ridotti al minimo. Una tale efficienza energetica permette di rinunciare all'impiego della lana minerale. Il telaio è in legno portante, su cui poggia l'intera struttura caratterizzata da ampie superfici in vetro: il legno, materiale esistente, versatile ed ecologico, ha il pregio di integrarsi perfettamente e in piena armonia con la natura circostante mentre il vetro, permette un contatto visivo ininterrotto con l'esterno dal pavimento al soffitto, ampliando la percezione del volume della casa. La costruzione è caratterizzata da un'architettura modulare che si basa su un concetto di assi perpendicolari poste a distanze variabili il quale consente alla casa di adattarsi alle esigenze del cliente da un lato e del territorio dall'altro. Il tetto è a falde che hanno la funzione di proteggere la struttura sottostante da sole, pioggia, vento o grandine.





CASA DI ABITAZIONE
VILLAGGIO ECOCOMPATIBILE



SELVINO
BERGAMO, LOMBARDIA



MUFFATTI MASSIMO PER
CASACLIMA REAL ESTATE



2007/2011



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Il villaggio è costituito da 16 unità immobiliari di diversa metratura, energeticamente efficiente e tecnologicamente avanzate. La casa, per rispondere alle condizioni climatiche del contesto, prevede un involucro che funziona da filtro tra interno ed esterno. Le pareti perimetrali sono realizzate con pannelli preassemblati in stabilimento, costituiti da legno, calcestruzzo ed isolamento termico. L'orientamento, l'iperisolamento, lo sfruttamento della radiazione solare, l'uso di fonti di energia rinnovabili, insieme alla tecnologia costruttiva, hanno permesso il raggiungimento dell'obiettivo, coniugando velocità di realizzazione e innovative strategie tecnologico-impianistiche.

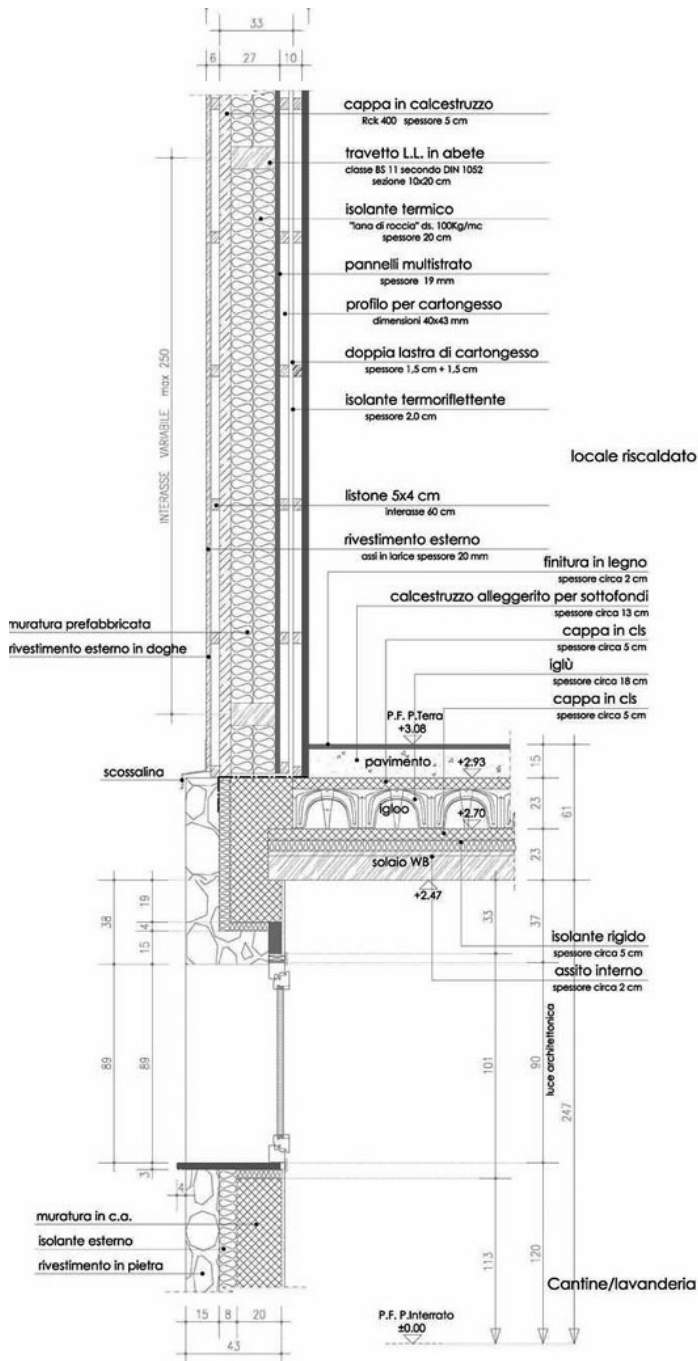


DESCRIZIONE TECNOLOGIA FUNZIONALE

Gli edifici mantengono spontaneamente la condizione di comfort interno, grazie all'orientamento dell'edificio e dei locali, alla captazione della radiazione solare in inverno e alla protezione in estate, alla riduzione delle dispersioni di calore invernali attraverso forti isolamenti e alla dotazione di un'adeguata quantità di luce naturale interna. Le abitazioni sono classificate dal punto di vista energetico come Classe A (prevista dal protocollo CasaClima), raggiungendo il massimo standard energetico con un fabbisogno energetico stimato inferiore a 30 kWh/m²a, dato di non poca rilevanza se si considera la temperatura di progetto pari a -9 °C. Le abitazioni oltre ad essere in classe energetica A, sono anche ECO, per l'attenzione ai problemi del benessere, della difesa dell'ambiente, della riduzione degli sprechi energetici, in quanto sono stati rispettati: l'uso di legname certificato che testimoniano la gestione sostenibile delle foreste; l'utilizzo di pannelli solari fotovoltaici; e il trattamento a verde delle coperture non praticabili. Le abitazioni poggiano su un basamento in cemento armato che segue il naturale andamento del terreno. Le abitazioni hanno un fronte sud ampiamente vetrato, dotato di una serra in grado di massimizzare il guadagno solare invernale e ridurre le dispersioni dell'edificio di circa 5 kWh/m²anno (le parti vetrate sono adeguatamente protette, in estate grazie a profondi frangisole) e da un nord opaco per minimizzare le dispersioni energetiche. La serra ha un'importante funzione dal punto di vista distributivo permettendo l'estensione del soggiorno verso il giardino a sud. La distribuzione spaziale interna è molto semplice: ogni modulo è dotato di un soggiorno-cucina espandibile attraverso aperture mobili verso la serra, una camera matrimoniale e da un bagno. Sia il soggiorno che la camera affacciano su un ampio giardino.



DESCRIZIONE TECNOLOGICA STRUTTURALE

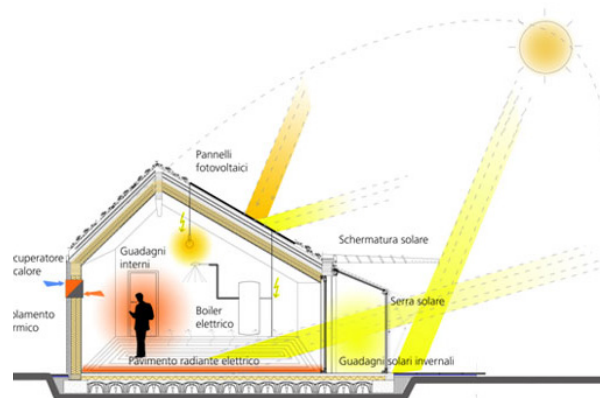


Particolare costruttivo

L'involucro dell'edificio è costituito da pannelli preassemblati in stabilimento, composti da travetti in legno, massello, assito, isolante in polistirene con funzione termica e statica e cappe armate in calcestruzzo. Questo sistema ha consentito di sfruttare alcune caratteristiche che si rivelano fondamentali per l'impiego proposto, quali: la rapidità di posa, l'elevata rigidità, un notevole diradamento delle orditure primarie, l'ottimo potere isolante ottenuto grazie all'abbinamento del polistirene (isolamento termico) e del calcestruzzo (inerzia termica), un involucro omogeneo con l'assenza di ponti termici. Data l'importanza dell'involucro, come filtro tra clima interno e ambiente esterno, ed il contesto climatico in cui è inserita l'opera, le pareti sono state progettate con un adeguato spessore di isolante, pari a 200 mm. Dal punto di vista materico le facciate sono diversamente trattate a secondo della loro orientazione: nella facciate a sud e nord è previsto un rivestimento con cappotto, sp.50 mm, intonaco e tinteggiatura, verso est ed ovest è previsto invece un rivestimento ventilato in doghe di cedro canadese. Per quanto riguarda le partizioni interne si è utilizzato la tecnologia a cartongesso caratterizzate da una singola orditura metallica e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito. Tale tecnologia consente il raggiungimento di una serie di vantaggi tra cui: la rapidità di messa in opera, la facilità di manutenzione, la flessibilità spaziale e la facilità di recupero dei materiali. Sulle coperture è stato posizionato un manto erboso nella parte finale a copertura del tetto, oltre all'aspetto visivo decisamente piacevole il sedum consente tra l'altro di migliorare le condizioni microclimatiche interne.

Le stratigrafie sono le seguenti:
doppia lastra di cartongesso; isolante termoriflettente di spessore pari a 21 mm, posizionato in intercapedine; travetti quattro fili in legno lamellare, 10 x 20 cm, posti ad interasse massimo di 250 cm; strato di interposto in OSB di spessore pari a 15 mm; isolante termico in polistirene di densità pari a 100 Kg/mc e spessore 20 cm; strato interposto in OSB di spessore pari a 15 mm; cappe in cls Rck 400 di spessore pari a 5 cm; rivestimento esterno. Anche per i solai di interpiano e di copertura è stata scelta una

struttura mista legno-calcestruzzo. La stratigrafia adottata è la seguente: travetti in legno lamellare di abete 12x32 cm, posti ad interasse di 60 cm; assito a vista realizzato con tavole in abete piatte di spessore pari a 2 cm e larghezza 20 cm; isolante termico lana di roccia di densità pari a 100 kg/mc e spessore 20 cm; cappa in cls Rck 400 di spessore pari a 5 cm; guaine impermeabilizzanti, terreno e sedum 12 cm. I serramenti di larice lamellare con vetri a doppia camera completano l'involucro. Dal punto di vista materico le facciate sono diversamente trattate a seconda del loro orientamento: nella facciate a sud e nord è previsto un rivestimento con cappotto e intonaco, verso est ed ovest un rivestimento ventilato in doghe di legno di abete trattato. Il sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore ad alta efficienza permette all'aria in entrata di preriscaldarsi e filtrarsi prima di entrare nei locali abitati risparmiando in questo modo l'energia utilizzata per il riscaldamento.



schema funzionale



struttura interna



struttura interna





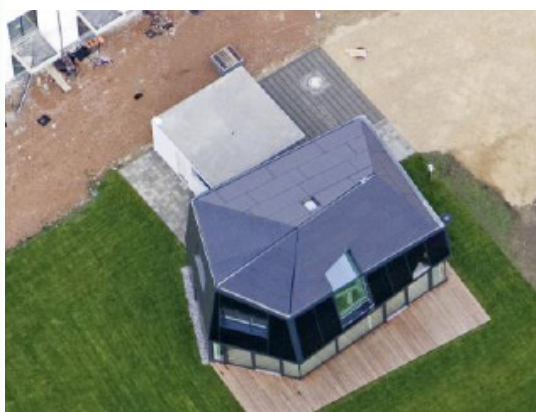
CASA DI ABITAZIONE
HAUSE OF THE FUTURE

RATISBONA, BAVIERA
GERMANIA

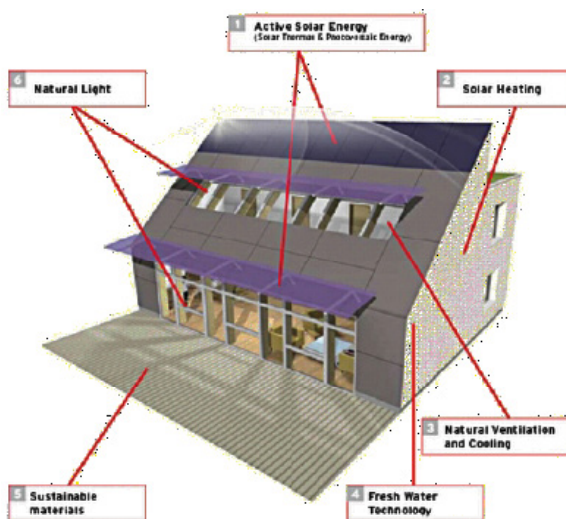
FABY ARCHITECTS

2009

DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE

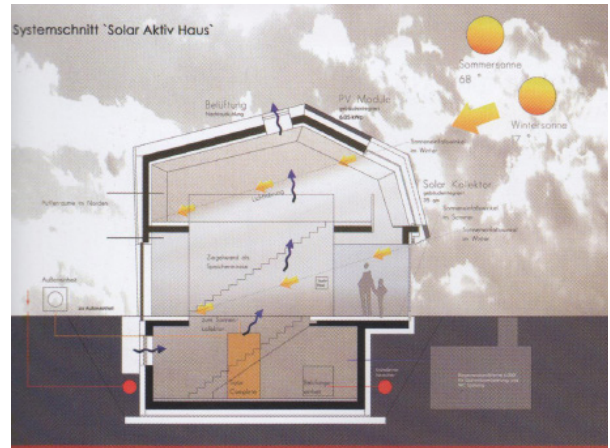


L'intervento si basa sul concetto di casa solare passiva, non solo sul risparmio energetico, ma anche sulla generazione di energia da fonte solare. L'edificio presenta una pianta di forma poligonale, composto da 175 mq di superficie abitabile più un seminterrato con garage di 66 mq. La forma esterna riprende la morfologia del cristallo, le pareti del secondo piano sono ricoperte da pannelli solari e fotovoltaici che hanno inclinazioni diverse per sfruttare al massimo l'irraggiamento solare. L'integrazione impiantistica con l'involucro è favorita anche dalla continuità cromatica con il rivestimento.

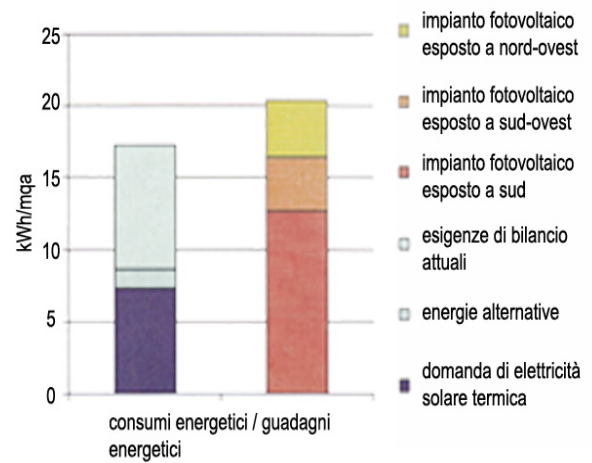


DESCRIZIONE TECNOLOGICA

Tramite simulazioni dinamiche sui sistemi solari si è arrivati a stabilire il fabbisogno di energia termica dell'edificio intorno a 25 kWh/mqa; tale valore risulta essere sopra al limite per una casa passiva (15 kWh/mqa) e il maggior fabbisogno energetico è dovuto alla presenza di grandi vetrate al piano terra dell'edificio. Il collettore solare-termico di 35 mq collegato a una pompa di calore copre il fabbisogno di energia termica e la domanda di acqua calda sanitaria. Per quanto riguarda il fabbisogno di energia elettrica l'impianto fotovoltaico integrato nell'involucro fornisce energia sufficiente a una famiglia di 4 persone che, utilizzando elettrodomestici ad alta efficienza energetica, può ridurre i consumi a 2000 kWh/a. Per ovviare al problema del surriscaldamento degli ambienti interni, sono state condotte analisi in regime dinamico che vedevano sistemi di schermature solari abbinati a tecniche per il raffreddamento notturno dell'edificio: la ventilazione, meccanica o naturale, viene attivata tramite un sistema di controllo domotico che è dotato di sensori che misurano temperatura, CO2 e umidità.



schema funzionale



schema funzionale



EDIFICIO RESIDENZIALE
BED ZED



LONDRA
GRAN BRETAGNA



DUNSTER ARCHITECTS,
ELLIS & MOORE



2000/2002



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Si tratta di un esempio inglese di come sia possibile la realizzazione di un edificio a climatizzazione spontanea, in particolare riguarda la progettazione di un agglomerato di 82 appartamenti a cui sono associati ambienti di lavoro per 200 persone.

I principi sui cui si basa l'intervento sono:

- Materiali: sono tutti di recupero (legno di quercia non trattato e mattoni) e prodotti a una distanza minima dal sito di intervento per ridurre le emissioni dei camion durante il trasporto

- Risparmio energetico: particolare attenzione allo studio della progettazione dell'involucro e dell'orientamento dell'edificio

- Energia pulita: l'energia necessaria proviene da 777 mq di pannelli fotovoltaici posti sulle pareti a sud e da una centrale termica che brucia legno di scarto proveniente da aziende locali

- Risparmio idrico: le acque piovane vengono raccolte e riutilizzate per usi domestici

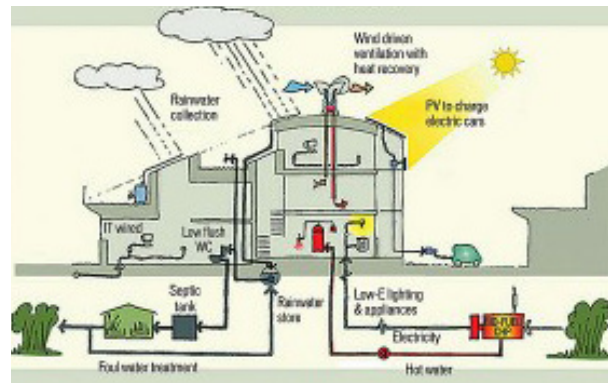
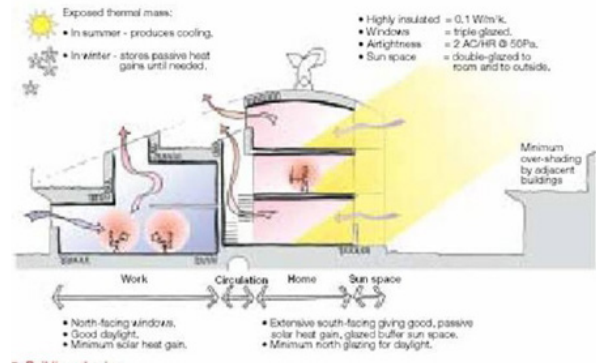
- Fattibilità e costi contenuti

- Educazione ambientale: nel quartiere BedZed vengono utilizzati il carsharing e il car pooling oltre a diversi scooter elettrici.



DESCRIZIONE TECNOLOGICA

La facciata rivolta a sud è caratterizzata dalla presenza sia di elementi di accumulo termico passivo, quali vetrate e serre solari, che da pannelli fotovoltaici semitrasparenti. Le serre solari accumulano calore attraverso le superfici vetrate e uno scambiatore di calore provvede al recupero del 50-70% del calore presente nell'aria viziata in uscita; il comfort nel periodo estivo viene raggiunto grazie all'elevata inerzia termica dello spessore murario, ai sistemi di ombreggiamento e alla ventilazione naturale garantita dai caratteristici camini solari. L'ecosistema alloggio lavora in stretta connessione con quello ambiente: l'energia solare attraverso i pannelli fotovoltaici alimenta le macchine elettriche, gli scarti di legname sono il combustibile per l'impianto CHP che procura acs e calore per il riscaldamento, l'acqua piovana è raccolta e riutilizzata per gli scarichi dei sanitari e per irrigare, le acque reflue sono depurate attraverso la fitodepurazione e riutilizzate per irrigare, il vento è captato e sfruttato per i ricambi d'aria in inverno tramite un impianto a recupero di calore e per la ventilazione incrociata in estate.





CASA RESIDENZIALE THE LIGHTHOUSE



LONDRA
GRAN BRETAGNA



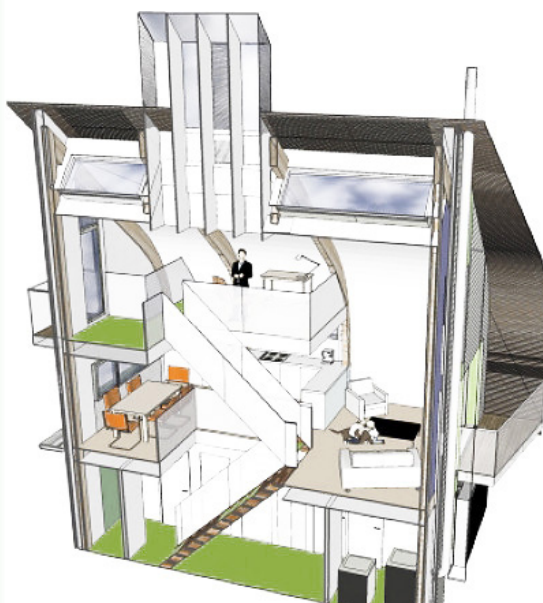
SHEPPARDS ROBSON
ARCHITECTS



2008



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Si tratta di un prototipo di casa monofamiliare a zero emissioni. Il suo nome racchiude perfettamente le sue caratteristiche, leggera ma anche casa della luce. La forma dell'involucro deriva dall'inclinazione di una grande falda rivolta a sud che sfrutta l'energia solare (40° sull'orizzontale); il grande lucernario per la captazione solare mira a "convogliare" la luce zenitale; la particolare disposizione interna dei solai prevede la disposizione degli ambienti su più livelli, anche a doppia altezza, serviti da una scala centrale che ha la duplice funzione di far pervenire la luce zenitale fino a piano terra e quella di facilitare la ventilazione naturale dell'aria viziata in uscita.

Nel 2007 ha vinto il TTJ Awards come migliore ingegneria del legno, il Builder & Engineer Awards come progetto energeticamente efficiente dell'anno e il Green Building Performance menzione speciale ai Green Construction Awards.

Lighthouse può essere considerata un target orientativo per l'architettura e l'edilizia sostenibile del futuro (un faro come tradurrebbe il vocabolario dall'inglese). Ha ottenuto infatti, proprio dal BRE secondo la direttiva 2002/91/CE, la prima certificazione level 6 ai sensi del CSH - Code for Sustainable Homes, che sarà obbligatoria per le costruzioni inglesi a partire dal 2016.

La lighthouse ha la dimensione di una single family house, circa 100 mq suddivisi in tre piani, mentre, per risparmiare risorse e paesaggio, è ormai associata alla necessità di costruire alloggi multifamiliari con maggiore densità abitativa.

I progettisti hanno creato spazi moderni e di grande fascino, per una casa che creerà un nuovo light lifestyle fondato sull'alta efficienza energetica e sul minor impatto possibile sull'ambiente.

DESCRIZIONE TECNOLOGICA

Le caratteristiche principali sono un involucro leggero, stratificato a secco e superisolato, (U delle porzioni opache pari a $0,11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) con alta tenuta d'aria e serramenti con un valore complessivo di U pari a $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

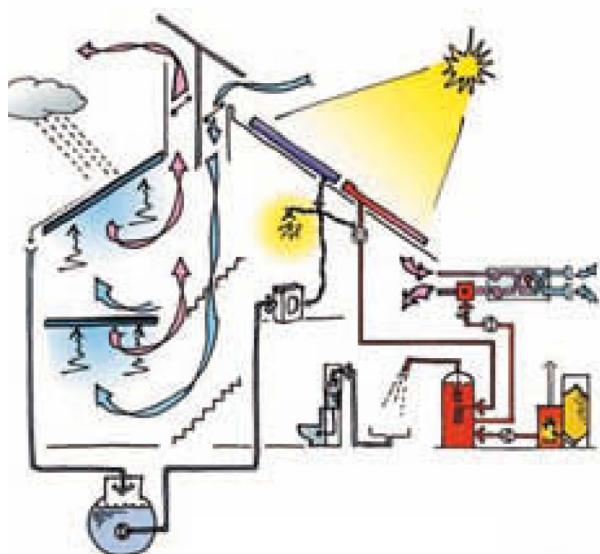
La struttura è a telai di legno e le porzioni di rivestimento degli involucri sono a base di pannelli sandwich composti di legno OSB e poliuretano, con doghe di legno per l'involucro esterno e lastre di gesso rivestite e materassini soffici per l'interno. In alcuni casi vengono utilizzati pannelli con PCM (Phase Changing Materials) in grado di fornire inerzia termica artificiale programmabile. La facciata sud è prevalentemente cieca e denuncia una chiara strategia difensiva nei confronti del sovrarraggiamento estivo.

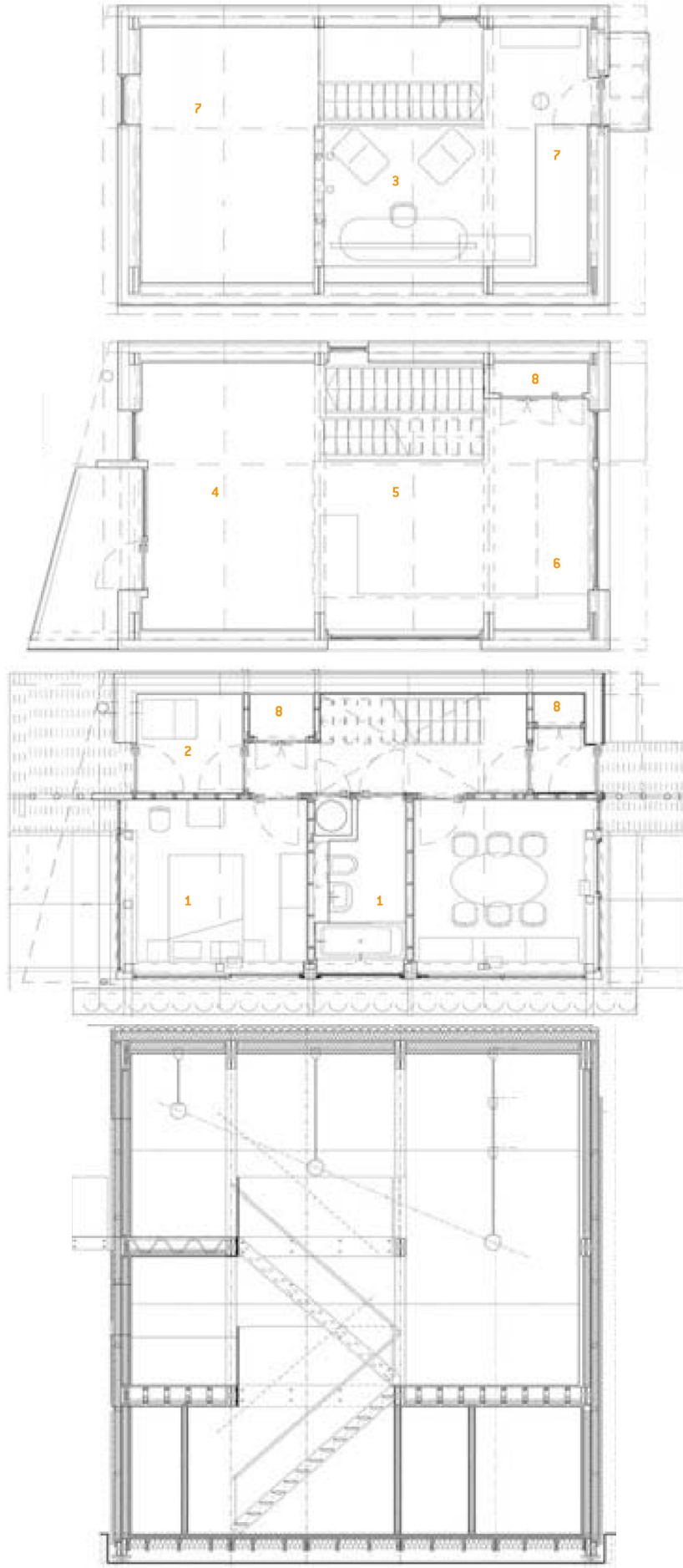
La tecnologia è invisibile e basata su strategie cicliche che riguardano l'acqua, l'uso dei materiali, la captazione solare, la protezione dai sovraccarichi termici, la ventilazione ibrida e la luce naturale.

Per migliorare ulteriormente le caratteristiche la casa è stata posizionata su fondazioni che la sollevano da terra per minimizzare l'impatto.

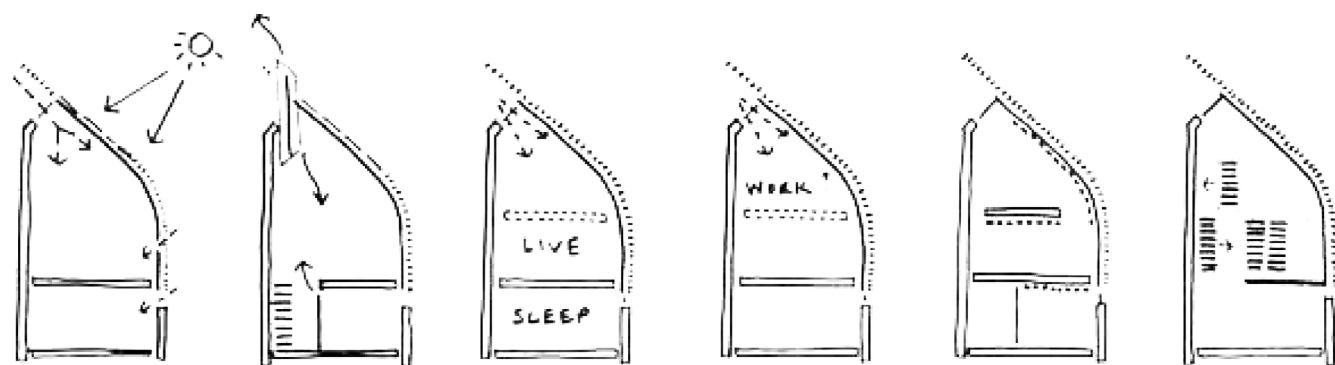
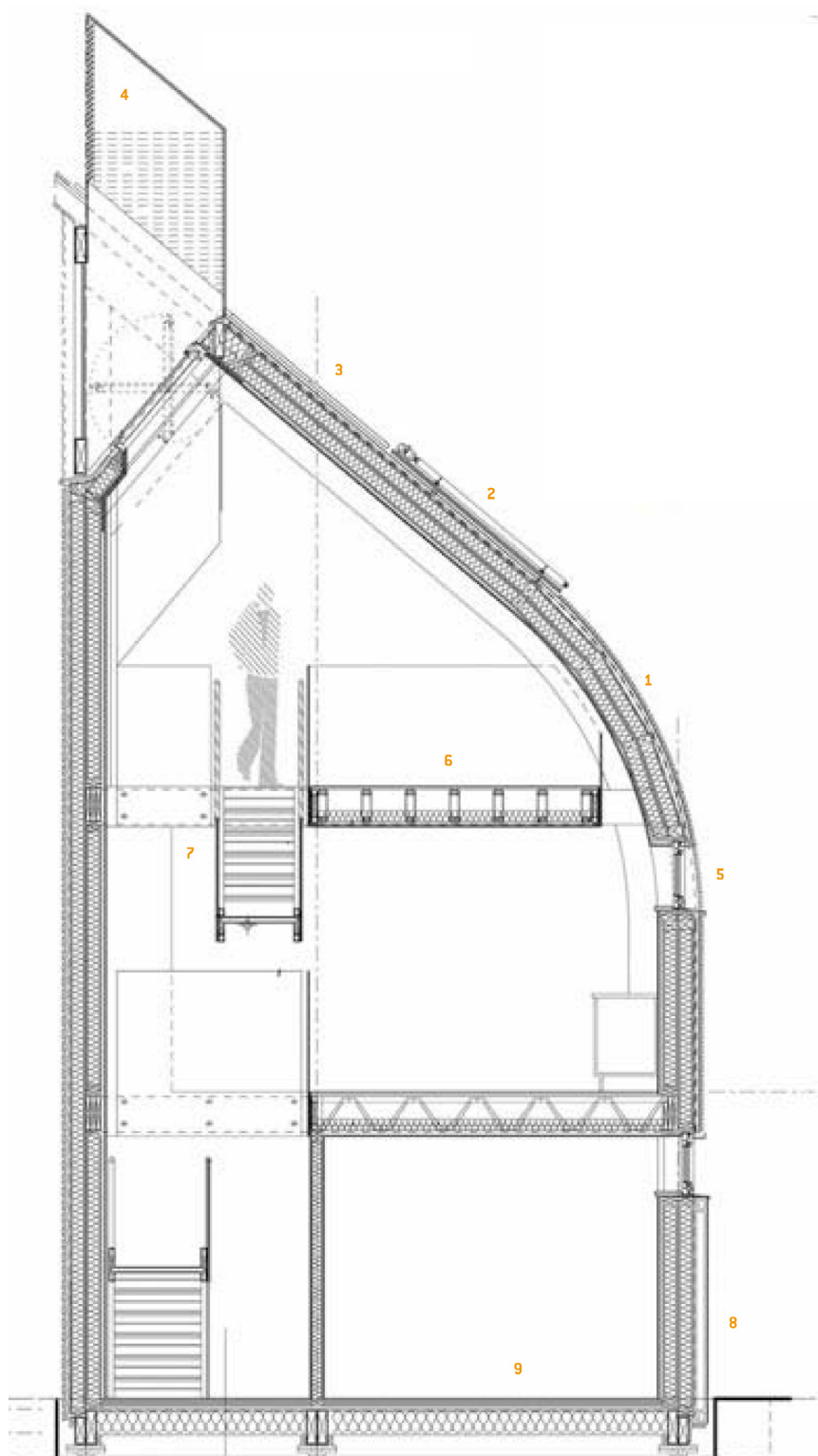
Il rivestimento è in legno di castagno, il tetto è sormontato da un dispositivo di vetro che cattura il vento per il raffrescamento passivo, la ventilazione e l'illuminazione autonoma.

Le grandi finestre sono a triplo vetro per ridurre la perdita di calore e la casa dispone di una caldaia a biomassa, pannelli fotovoltaici e riciclo dell'acqua piovana.





piante e sezione



schema funzionale della coperture con pannelli fotovoltaici



CASA EDUCATIVA
SUSTAINABILITY TREEHOUSE



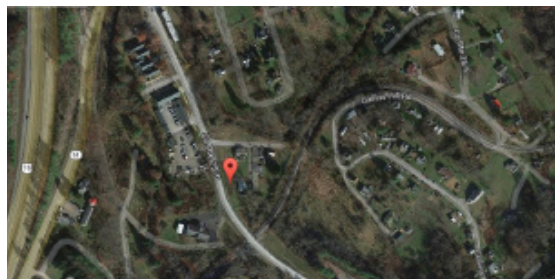
VIRGINIA
STATI UNITI



STUDIO MITHUN



2013



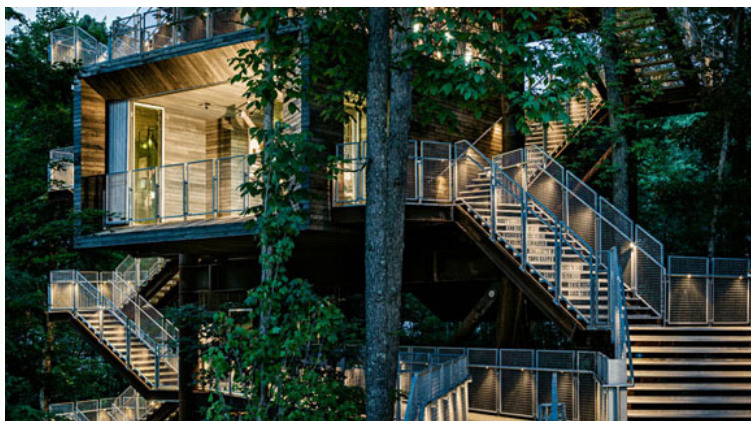
DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



La Sustainability Treehouse è tra i primi 10 progetti di architettura ecosostenibile selezionati dall'AIA (American Institute of Architects) nel 2014.

La forma della costruzione deriva dalla tradizionale costruzione di torrette tipica del pioneer engineering, con una struttura ad andamento verticale che richiama la verticalità degli alberi. Lo scheletro in acciaio vuole rievocare l'origine industriale del sito, mentre le piattaforme sfalsate, collocate su diversi livelli, hanno l'intento di integrare l'architettura nella natura, mimando la disposizione delle foglie intorno al fusto delle piante. Gli spazi indoor diventano momenti espressivi di elementi come la terra, l'aria, l'acqua e gli alberi. Lo stesso nome "Treehouse" (casa - albero) richiama il "sistema-albero" a cui si ispira, il ciclo chiuso della natura, dove non c'è scarto e si ha massima ottimizzazione delle risorse.

La Treehouse è stata progettata come installazione a lungo termine, per garantire una struttura ai campi scout che ogni anno si svolgono nella zona. La costruzione ospita comunque anche eventi ed esposizioni durante l'anno, oltre che programmi formativi per gli studenti delle scuole.

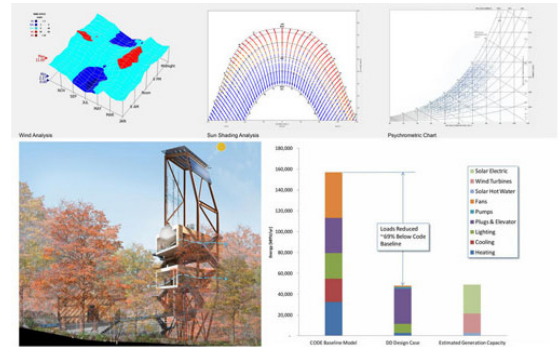
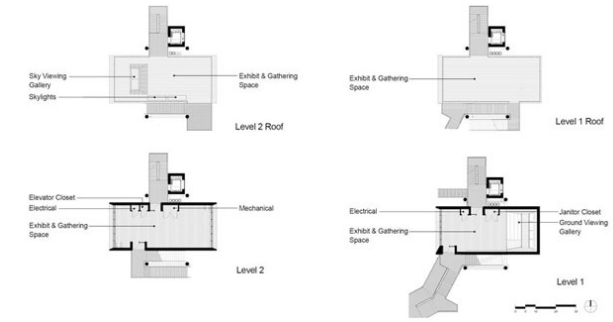


DESCRIZIONE TECNOLOGICA

L'espressione esteriore primaria è impartita da una struttura in acciaio corten riciclato che dà l'idea di integrazione tra architettura e struttura. L'architettura si sviluppa attraverso differenti piani, a cui si accede mediante una scala dal livello del terreno, l'estetica è ispirata a strutture storiche industriali che richiedevano sia l'innovazione che l'adattamento al paesaggio impegnativo.

I locali sono realizzati in legno di origine locale, certificato FSC (Forest Stewardship Council). Gli spazi interni sono sostanzialmente spazi espositivi che possono essere allestiti in vario modo; è prevista anche una zona per la visione di video. Il tutto è pensato come spazio educativo interattivo per i giovani visitatori.

La progettazione è stata realizzata dopo un'approfondita analisi del sito anche dal punto di vista climatico ed ambientale: le precipitazioni medie annue sono state studiate per dimensionare le cisterne di immagazzinaggio dell'acqua piovana, che viene poi riusata; l'irraggiamento solare e l'andamento del vento hanno invece determinato le dimensioni dell'impianto fotovoltaico e di quello eolico, oltre che la loro collocazione. È stata condotta anche un'analisi psicrometrica per determinare le condizioni di comfort dell'edificio. Inizialmente la costruzione doveva essere di 20.000 mq, ma per ridurre il suo impatto nel paesaggio circostante è stata ridotta a 3.360 mq. Living Building Challenge è un protocollo ambientale di certificazione degli edifici, che prevede sette ambiti di analisi: luogo, acqua, energia, benessere, materiali, giustizia sociale e estetica. Questi ambiti prevedono a loro volta venti principi "sostenibili" di progettazione: se questi vengono applicati tutti, l'edificio ha una Living Certification. Uno degli obiettivi della progettazione che segue queste regole è che l'edificio produca più energia di quella che consuma.



CAPITOLO 5

CATASTO ENERGETICO

Da recenti analisi sull'efficienza energetica in Lombardia, emerge una diffusa situazione di inefficienza energetica del parco edilizio che, da solo, incide in Regione Lombardia, come nel resto d'Italia, per oltre il 44% dei consumi complessivi di energia primaria. A partire dal 2007 data di entrata in vigore della certificazione energetica lombarda, si iniziano ad intravedere i primi evidenti radicati segnali di una nuova cultura del progettare, costruire gli edifici, dove risparmio energetico e comfort ambientale sono elementi imprescindibili nelle nuove costruzioni e nella riqualificazione degli edifici esistenti.

La Regione Lombardia ha sempre avuto un ruolo di primo piano nelle politiche energetiche nazionali, dapprima con l'adozione di un proprio sistema di Certificazione Energetica degli edifici, poi con l'approvazione a livello territoriale di piani energetici.

La Regione Lombardia ha approvato con deliberazione della Giunta regionale 12467 del 21/3/2003 un Piano d'Azione per l'Energia (PAE), strumento operativo del Programma Energetico Regionale (PER), che si propone di ridurre i costi dell'energia nel rispetto della sostenibilità ambientale. Il piano individua precise linee di intervento che rimandano a delibere internazionali, quali il protocollo di Kyoto (riduzione dei GHG), e le direttive europee 2001/77/CE e la 2006/32/CE.

In questo capitolo è stata studiata la situazione architettonica attuale del territorio valtellinese, grazie al supporto informatico del CENED, si è potuto effettuare una ricerca sul numero di utenze che hanno richiesto la certificazione energetica, sono state così raffrontate le percentuali di edifici accatastati in base alla destinazione d'uso su tutta la provincia di Sondrio, ed in base alla classe energetica suddivisa per classe A+, classe A e classe B, studiando ogni singolo paese.

Si è anche conteggiato il contributo da solare termico e fotovoltaico, dei singoli comuni.

Successivamente si è provveduto a studiare e schedare alcuni edifici, privati e pubblici, presenti in loco, che per le loro caratteristiche costruttive sono stati ritenuti importanti al fine della progettazione ad alta efficienza energetica, sono tutte abitazioni accatastate con classe A+ o classe A, che utilizzano sistemi costruttivi innovativi o che, utilizzando un'unione di sistemi costruttivi comuni e innovativi, sono riusciti ad ottenere edifici nearly zero energy.

5.1 Dati CENED

La regione Lombardia ha emanato, a partire dal 2007, nuove regole che hanno dato un contributo importante alla progettazione e grazie alla certificazione energetica porteranno benefici ambientali ed economici per la popolazione. Tutti i comuni dovrebbero intraprendere delle azioni per promuovere uno sviluppo sempre più ecosostenibile, queste azioni comprendono: razionalizzazione ed efficienza energetica nella produzione, risparmio energetico con l'ottimizzazione dei consumi e l'uso di tecnologie più efficienti, lo sviluppo dell'utilizzazione di fonti rinnovabili, la mobilità sostenibile nei trasporti, gli interventi di sistema con l'introduzione di strumenti normativi e finanziari a supporto dell'indirizzamento dei mercati verso la sostenibilità, l'assorbimento di CO₂ con lo sfruttamento delle aree verdi per la conversione in biomasse della CO₂. Affinchè si riesca ad attuare tutti questi obiettivi è necessario affidarsi ad organi competenti in grado di assistere ed indirizzare le amministrazioni comunali. Per l'edilizia un organismo importante per l'assistenza alle nuove progettazioni ed il restauro di quelle esistenti è il CENED. L'Attestato di certificazione Energetica è un documento redatto da un tecnico qualificato e accreditato da Regione Lombardia attraverso CENED, gestito da Cestec SpA, Organismo regionale di accreditamento in materia di certificazione energetica degli edifici. Per la regione Lombardia l'Attestato di Certificazione Energetica è obbligatorio in caso di edifici: di nuova costruzione, sottoposti a ristrutturazione edilizia, oggetto di compravendita o locazione, gestiti mediante contratti "servizio energia", o dove sono presenti incentivi ed agevolazioni volti al contenimento dei consumi energetici. La certificazione energetica fornisce un'indicazione chiara e intuitiva del livello di qualità energetica dell'immobile a cui si riferisce tramite l'analisi dei componenti dell'involucro, quali le pareti, i serramenti, i



figura 5.1 targa classe energetica A+



figura 5.2 targa energetica classe A

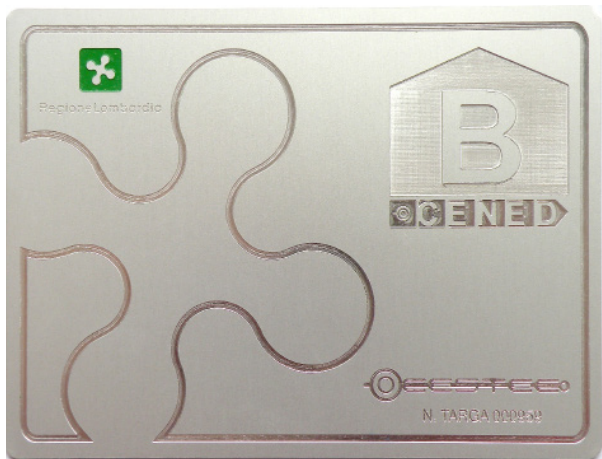


figura 5.3 targa energetica classe B

solai, il tetto e di quelli impiantistici, viene attribuita all'edificio una classe di consumo compresa tra la A+ , sinonimo di elevatissime prestazioni, e la G , che caratterizza gli edifici che consumano più energia e che sono molto inquinanti. L'Attestato di Certificazione Energetica, "ACE", sintetizza tutti gli indicatori legati agli usi energetici dell'edificio (dal riscaldamento, alla climatizzazione estiva, alla produzione di acqua calda sanitaria, all'illuminazione), evidenziando le emissioni di gas serra ad essi legati e l'eventuale apporto di energia prodotta da fonti rinnovabili. I consumi riferiti alle varie classi sono:

Classe energetica A+:

consumo energia < 15 Kwh/m² annuo

Classe energetica A:

consumo energia < 30 Kwh/m² annuo

Classe energetica B:

consumo energia tra 31-50 Kwh/m² annuo

Classe energetica C:

consumo energia tra 51-70 Kwh/m² annuo

Classe energetica D:

consumo energia tra 71-90 Kwh/m² annuo

Classe energetica E:

consumo energia tra 91-120 Kwh/m² annuo

Classe energetica F:

consumo energia tra 121-160 Kwh/m² annuo

Classe energetica G:

consumo energia > 160 Kwh/m² annuo

Grazie all'Attestato di Certificazione Energetica dell'edificio è possibile conoscere la classe di efficienza energetica, avere una stima dei costi di gestione degli ambienti, avere informazione sui metodi costruttivi utilizzati per la realizzazione dell'edificio, individuare gli interventi di riqualificazione energetica così da raggiungere standard di qualità e migliorare il comfort interno.

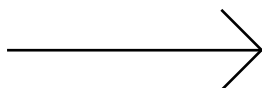
L'ACE, che non è altro che la pagella energetica dell'edificio a cui si riferisce, è dunque un documento che ti consente di fare una scelta più consapevole in fase d'acquisto o locazione. Su richiesta del certificatore è possibile esporre all'esterno dell'edificio la targa energetica che, nel caso di immobili di classe A+ (Figura 5.1), A (Figura 5.2) o B (Figura 5.3), diventa segno distintivo dell'alto valore qualitativo dell'immobile.

Gli attestati di certificazione contribuiscono oltre

che ad informare il cittadino sulle qualità dell'edificio, che potrebbero risultare difficilmente visualizzabili da chi non è un esperto del settore, ad alimentare in modo continuo una banca dati organizzata, il Catasto Energetico Edifici Regionale sviluppato e gestito da CESTEC, che grazie al continuo inserimento di informazioni preziose permette non solo di acquisire conoscenze molto dettagliate sul patrimonio edilizio esistente ma anche di monitorarne l'evoluzione nel tempo, riuscendo così a capire se la strada intrapresa con lo scopo di arrivare a realizzare edifici che non abbiano impatti dannosi per l'ambiente è quella giusta, e quindi anno per anno si evince un miglioramento o se invece bisogna adottare nuove strategie.

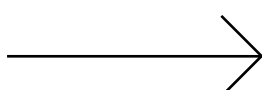
Di seguito viene schematizzato il processo per la certificazione CENED.

**SOFTWARE E METODO
DI CALCOLO**



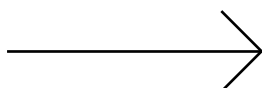
Cened+ versione 1.2 Algoritmi contenuti nel D.D.G. n°5796: assume come principali riferimenti normativi le norme UNI TS 11300-1-2-4 (pr) e le normative riportate nel D.D.G. n°5796

**OBBLIGATORIETA'
ATTESTATO
CERTIFICAZIONE
ENERGETICA**

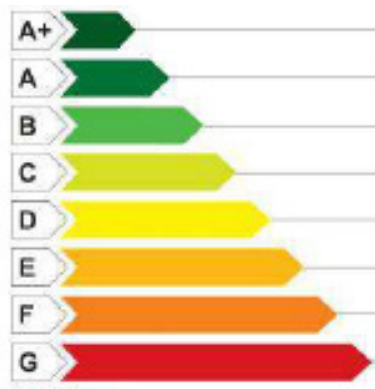


Dal 1/9/2007:
nuova costruzione, demolizione e ricostruzione in ristrutturazione, ristrutturazione edilizia, ampliamento volumetrico, recupero sottotetti a fini abitativi, trasferimenti a titolo oneroso ed accesso ad incentivi ed agevolazioni;
Dal 1/1/2008:
contratti Servizio Energia e Servizio Energia Plus;
Dal 22/12/2008:
contratti nuovi o rinnovati relativi alla gestione di impianti termici di edifici pubblici;
Dal 1/7/2009:
trasferimenti a titolo oneroso delle singole unità immobiliari;
Dal 1/7/2010:
contratti di locazione, locazione finanziaria o affitto d'azienda;
Dal 1/9/2007 ed entro il 1/7/2011:
edifici pubblici con superficie utile superiore a 1000 m².

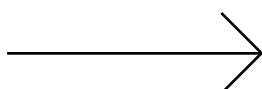
**CLASSIFICAZIONE
ENERGETICA**



8 CLASSI ENERGETICHE
A+/A/B/C/D/E/F/G
Basate su energia primaria per il riscaldamento per zona climatica ma senza considerare rapporto S/V



CONTROLLI



A campione

5.2 Situazione energetica a Sondrio

A livello provinciale l'evoluzione dei consumi energetici è rappresentata dal grafico posto a destra (figura 5.4). Si può osservare come dal 2000 al 2010 si è verificato un generale aumento dei consumi energetici con un picco massimo raggiunto proprio nell'anno 2010. La distribuzione dei consumi rispecchia quanto già evidenziato a livello regionale. Il settore residenziale è il più energivoro 41% seguito da quello dei trasporti extraurbani (22%) ed industriale non ETS (14%). Confrontando l'andamento dei consumi energetici del settore residenziale dal 2000 al 2010 si può notare come l'andamento rimanga pressoché

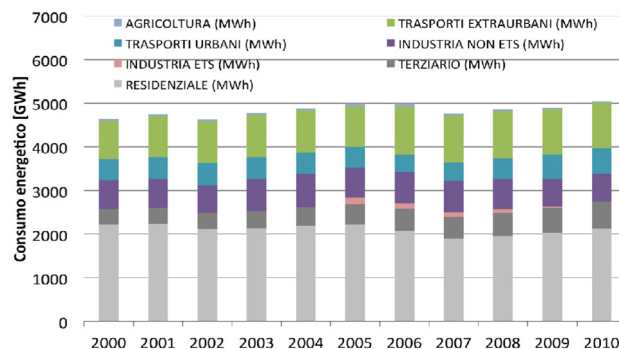


figura 5.4 consumi energetici per settore ed anno (GWh)

proporzionale ai consumi energetici totali in provincia. I grafici sottostanti (figura 5.5) mostrano l'evoluzione temporale dell'utilizzo delle diverse fonti di approvvigionamento energetico per il soddisfacimento dei consumi energetici del settore residenziale e terziario.

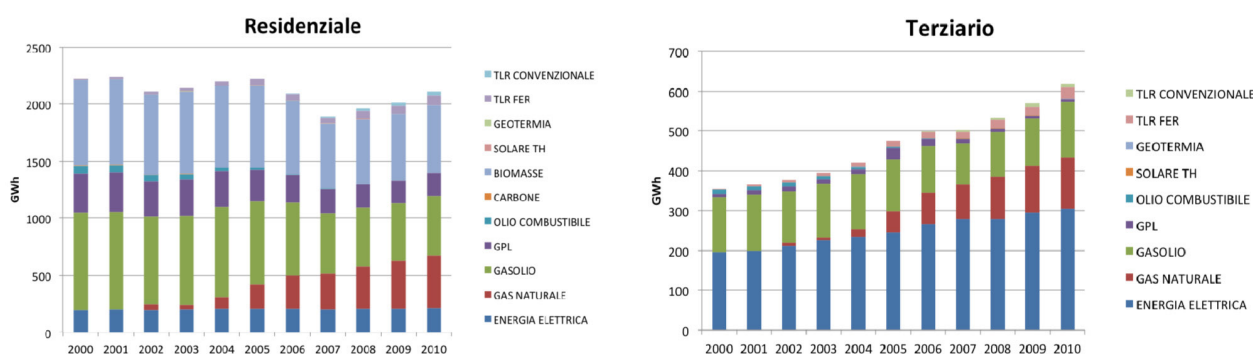


figura 5.5 consumi energetici per settore residenziale e terziario (GWh)

5.2.1 Domanda di energia finale nella città di Sondrio

Analizzo ora il caso specifico della città sede del lotto di studio, Sondrio, analizzando i dati relativi al consumo energetico, nel settore residenziale e terziario.

I grafici sottostanti (figura 5.6) mostrano che per il comune di Sondrio nel periodo tra il 2005 ed il 2010 si sia verificata una diminuzione dell'uso di gasolio, facendo aumentare l'utilizzo del gas naturale.

Relativamente al settore residenziale è opportuno osservare inoltre come l'utilizzo di biomasse e di energia elettrica sia rimasto pressoché costante. Nel settore terziario l'energia elettrica svolge un ruolo di primaria importanza, coprendo il 45.6% del fabbisogno energetico. La restante parte è soddisfatta mediante gas naturale.

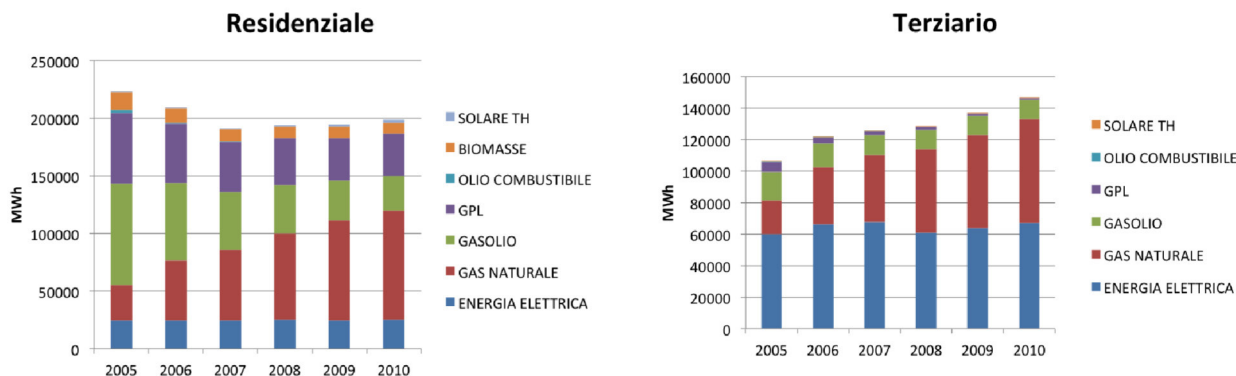


figura 5.6 consumi energetici per settore residenziale e terziario a Sondrio (GWh)

5.2.2 Numero di ACE in provincia

Nella provincia di Sondrio sono stati accatastati 9639 edifici, comprendenti tutte le classi energetiche, nel grafico riportato qui sotto riportato, (Figura 5.4) sono raffigurate le percentuali relative alle differenti classi energetiche, in relazione al totale degli Attestati di Certificazione Energetica depositati per il singolo territorio provinciale, aggiornati al 2014. Come si evince dal grafico gli edifici ad alta efficienza energetica in Valtellina sono ancora pochi rispetto agli edifici classificati nelle classi C, D, E, F e G, questo perché gli edifici presenti sono spesso molto vecchi.

Edifici residenziali con occupazione continuativa	8140
Edifici adibiti ad uffici e assimilabili	390
Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura ed assimilabili	4
Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	872
Edifici edibiti ad albergo, pensioni ed assimilabili	80
Collegi, convegni o caserme	9
Cinema, teatri, sale di riunione per congressi	7
Bar, ristoranti e sale da ballo	125
Servizi di supporto alle attività sportive	4
Palestre ed assimilabili	6
Luoghi di culto, mostre, biblioteche e musei	2

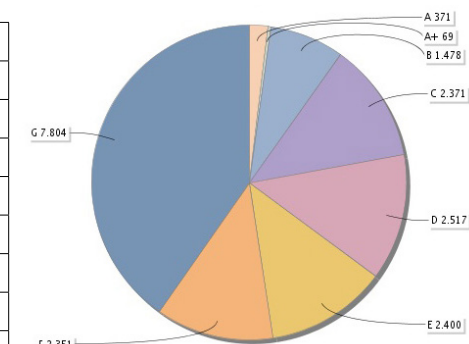


Figura 5.4 Edifici inseriti nel catasto energetico

tab. 5.1 ACE per destinazioni d'uso

Nella tabella 5.1 è riportata la divisione degli edifici che hanno richiesto l'accatastamento energetico nella provincia di Sondrio, in tutto le utenze risultano essere 9639, (Figura 5.5) per lo più sono edifici adibiti ad abitazione continuativa, ma in queste valli si sta diffondendo sempre di più il turismo ecosostenibile che porta anche a realizzare le infrastrutture necessarie con i criteri delle case ad alta efficienza energetica. Per sviluppare queste abitazioni bisogna istruire la popolazione, in modo che non si soffermino sul costo di realizzazione leggermente più oneroso perché il guadagno si manifesta con il susseguirsi degli anni, sia al livello economico che ambientale che al livello di comfort percepito abitando in questi edifici. Bisogna inoltre ricordarsi che l'ACE fotografa l'edificio in condizioni standard di funzionamento, pertanto esso restituisce un fabbisogno energetico dell'edificio che non necessariamente corrisponde al consumo che, come è noto, è influenzato in maniera significativa da condizioni climatiche diverse da quelle medie considerate e dall'uso, da parte degli utenti, degli impianti preposti alla climatizzazione è quindi possibile ricavare guadagni ancora superiori a quelli ipotizzati dall'ACE se si attua uno stile di vita impostato sull'ecosostenibilità.

COMUNE	NUMERO DI ACE	A+	A	B	COMUNE	NUMERO DI ACE	A+	A	B
ALBAREDO	3	-	-	-	MAZZO DI VALTELLINA	24	-	-	4
ALBOSAGGIA	108	1	-	7	MELLO	25	-	-	-
ANDALO VALTELLINO	27	-	-	-	MENAROLA	1	-	-	-
APRICA	528	-	15	-	MESE	55	-	1	7
ARDENNO	135	-	3	8	MONTAGNA IN VALTELLINA	143	4	-	14
BEMA	4	-	-	-	MORBEGNO	951	4	34	129
BERBENNO	157	-	2	2	NOVATE MEZZOLA	95	-	-	14
BIANZONE	58	-	3	4	PEDESINA	10	-	-	1
BORMIO	685	-	4	44	PIANTEDO	86	-	1	9
BUGLIO IN MONTE	60	2	1	8	PIATEDA	95	-	-	2
CAIOLO	33	-	-	4	PIURO	72	-	1	10
CAMPODOLCINO	202	3	5	22	POGGIRIDENTI	78	-	1	5
CASPOGGIO	155	-	-	24	PONTE IN VALTELLINA	95	-	1	4
CASTELLO DELL'ACQUA	15	-	-	-	POSTALESIO	47	-	2	-
CASTIONE ANDEVENNO	74	-	1	-	PRATA CAMPORACCIO	94	-	2	5
CEDRASCO	12	-	-	1	RASURA	13	-	-	-
CERCINO	37	-	-	1	ROGOLO	34	-	-	3
CHIAVENNA	497	1	2	12	SAMOLACO	54	-	-	1
CHIESA IN VALMALENCO	370	-	5	19	SAN GIACOMO FILIPPO	24	-	-	3
CHIURO	78	-	1	3	SERNIO	19	-	1	3
CINO	10	-	-	-	SONDALO	170	-	4	2
CIVO	39	-	-	3	SONDRIO	2103	8	31	8
COLORINA	30	-	-	2	SPRIANA	25	-	-	3
COSIO VALTELLINO	49	-	6	43	TALAMONA	170	-	3	15
DAZIO	60	-	-	1	TARTANO	8	-	-	6
DELEBIO	125	-	2	13	TEGLIO	227	-	1	6
DUBINO	177	6	3	5	TIRANO	536	3	10	41
FAEDO VALTELLINO	18	-	-	-	TORRE DI SANTA MARIA	35	-	5	4
FORCOLA	9	-	-	-	TOVO SANT'AGATA	30	1	-	1
FUSINE	21	-	-	3	TRAONA	103	-	5	20
GEROLA ALTA	28	-	1	1	TRESIVIO	151	-	2	28
GORDONA	61	-	-	5	VALMASINO	15	-	-	3
GROSIO	101	-	7	8	VALDIDENTRO	295	2	4	26
GROSSOTTO	51	-	-	3	VALDISOTTO	235	-	5	30
LANZADA	93	-	1	8	VALFURVA	150	2	3	23
LIVIGNO	406	2	7	36	VERCEIA	22	-	-	2
LOVERO	19	-	-	5	VERVIO	6	-	-	-
MADESIMO	345	-	11	61	VILLA DI CHIAVENNA	19	-	-	-
MANTELLIO	28	-	-	-	VILLA DI TIRANO	123	3	2	12

tab. 5.2 ACE in classe A+, A e B nei comuni di Sondrio

La tabella mostra tutti i paesi della provincia di Sondrio con il numero totale di “ACE”, e il numero di “ACE” in classe A+, A e B che sono le classi migliori per la qualità energetica. Abbiamo poi graficizzato i valori estratti dal sito del CENED per poter confrontare i paesi. Dal grafico nella pagina seguente (figura 5.6) e dalla tabella 5.2, emerge chiaramente che gli edifici eccellenti, quelli cioè in classe A+ sono presenti solo nei paesi più grandi o che hanno negli ultimi anni attuato una politica di sviluppo e riqualificazione.

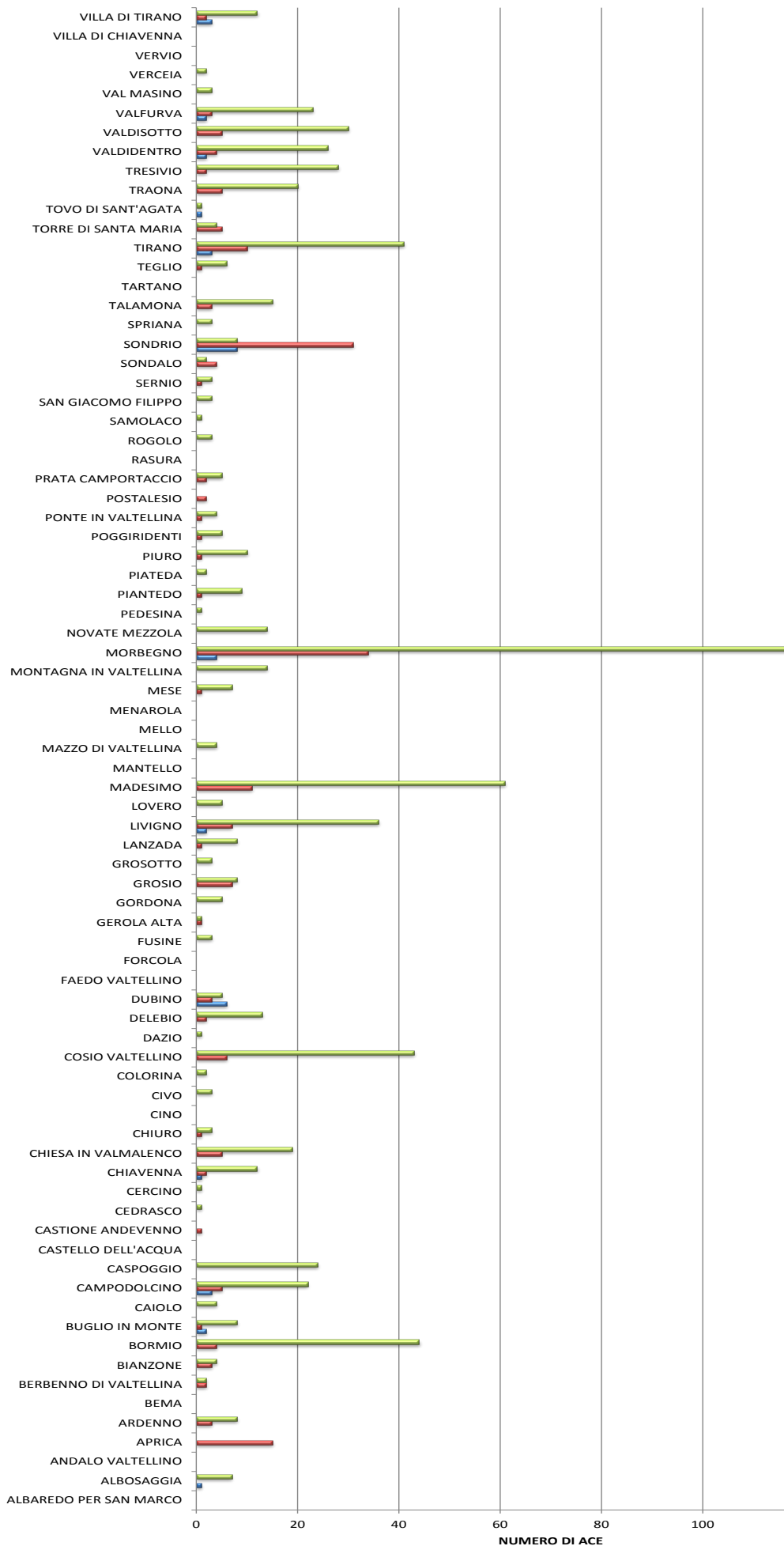


figura 5.6 numero di ACE in classe A+, A e B nei comuni della provincia di Sondrio

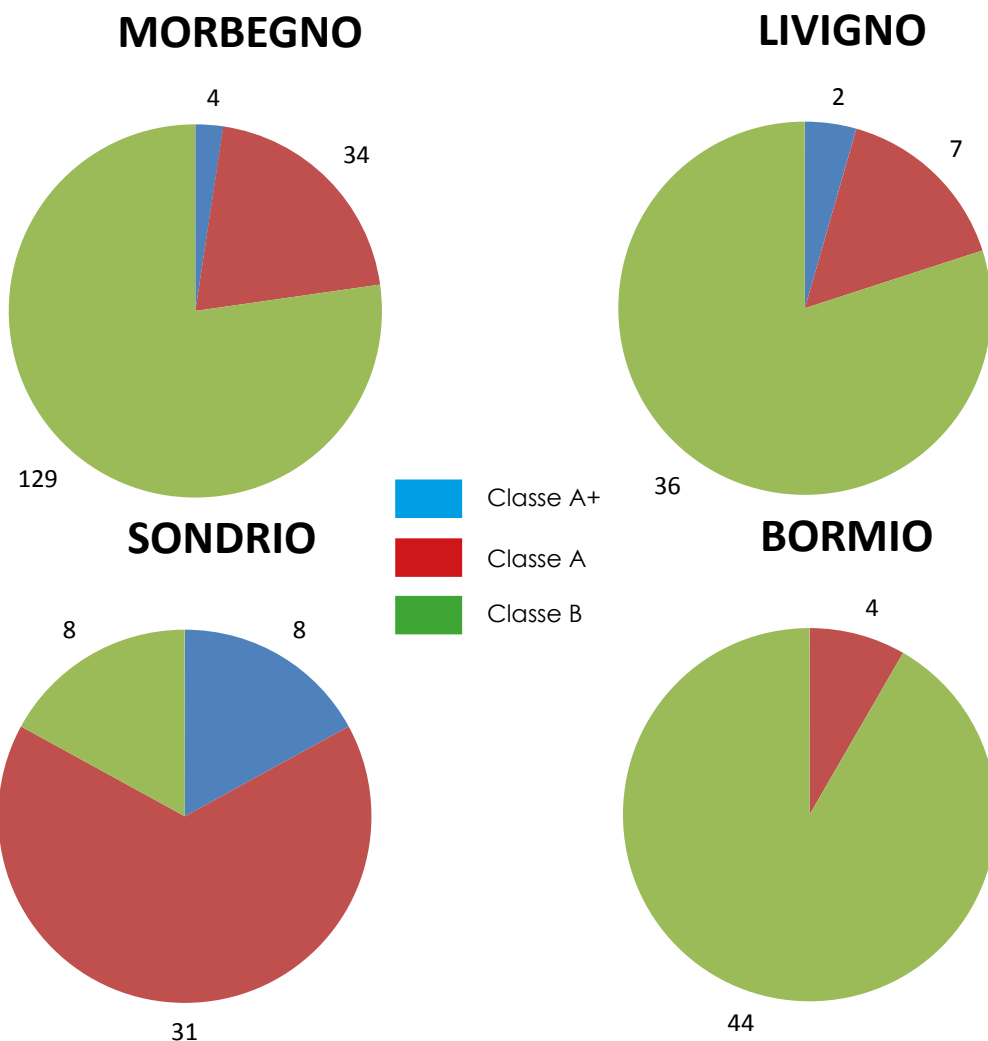


figura 5.7 numero di ACE n classe A+, A e B

Come si può notare dai grafici, (Figura 5.7) nei quattro principali comuni della Valtellina, Morbegno, Livigno, Sondrio e Tirano, sono presenti edifici in classe A+, questo dimostra che le politiche di salvaguardia ambientale e di sviluppo ecosostenibile si stanno dimostrando valide e importanti.

Le caratteristiche necessarie per ottenere la certificazione in classe A+ sono:

Uso di fonti energetiche rinnovabili: Lo sviluppo sostenibile si fonda sull'utilizzo di energie rinnovabili. L'impianto di riscaldamento deve essere alimentato senza ricorrere a combustibili di origine fossile.

Utilizzo di materiali ecologici: La valutazione deve tener conto del ciclo di vita di un materiale dalla sua produzione al suo smaltimento. La classe A+ viene conferita solo qualora vengano utilizzati materiali innocui alla salute e per i quali è dimostrata la compatibilità ambientale.

Nessun materiale termoisolante sintetico: Escluso il polistirolo espanso (EPS) ed estruso (XPS) e quelli in poliuretano.

E' necessario che venga soddisfatto almeno uno dei seguenti criteri:

- uso di pannelli fotovoltaici,
- collettori solari per acqua sanitaria o per riscaldamento,
- recupero delle acque piovane
- tetto verde.

5.2.3 Contributo da fonti energetiche rinnovabili

Le Fonti Energetiche Rinnovabili, FER, (solare termico, fotovoltaico, eolico,..) stanno vivendo una stagione di grande sviluppo a livello mondiale, assumendo un peso sempre maggiore nella produzione energetica. Queste fonti energetiche, oltre ad essere inesauribili, sono ad impatto ambientale nullo in quanto non producono né gas serra né scorie inquinanti da smaltire, sono definite infatti energie pulite.

Le energie rinnovabili hanno un ruolo fondamentale nell'affrontare problemi quali cambiamenti climatici, degrado ambientale e sicurezza degli approvvigionamenti energetici.

Riguardo all'impiego di fonti di energie rinnovabili, la Valtellina ha molte potenzialità, che, sfruttate in modo opportuno, permettono anche una maggior tutela del paesaggio e dell'ambiente.

In particolare, l'acqua: la provincia di Sondrio è infatti ricca di corsi d'acqua che permettono la produzione di energia elettrica e distribuzione a livello nazionale, l'abbondanza di biomasse, ma anche lo sfruttamento dei venti.

Dal sito CENED, sono stati estratti valori relativi all'utilizzo delle Fonti Energetiche Rinnovabili della provincia di Sondrio, in particolare il contributo energetico degli impianti a fonti

COMUNE	ED. RESIDENZIALI kWh/m ² a	ALTRI EDIFICI kWh/m ² a	COMUNE	ED. RESIDENZIALI kWh/m ² a	ALTRI EDIFICI kWh/m ² a
ALBAREDO	-	4.10	MAZZO DI VALTELLINA	13.25	-
ALBOSAGGIA	16.17	2.54	MELLO	13.16	-
ANDALO VALTELLINO	-	-	MENAROLA	-	-
APRICA	19.53	-	MESE	20.43	-
ARDENNO	16.10	-	MONTAGNA IN VALTELLINA	11.20	4.43
BEMA	-	-	MORBEGNO	13.01	16.04
BERBENNO	12.50	13.34	NOVATE MEZZOLA	17.10	-
BIANZONE	15.84	-	PEDESINA	17.54	-
BORMIO	9.90	2.07	PIANTEDO	26.75	6.20
BUGLIO IN MONTE	15.57	-	PIATEDA	19.21	17.24
CAIOLO	8.38	-	PIURO	14.50	2.33
CAMPODOLCINO	7.80	-	POGGIRIDENTI	23.96	-
CASPOGGIO	9.42	1.93	PONTE IN VALTELLINA	15.20	-
CASTELLO DELL'ACQUA	7.50	-	POSTALESIO	9.00	-
CASTIONE ANDEVENNO	8.04	8.66	PRATA CAMPORTACCIO	14.15	-
CEDRASCO	27.33	-	RASURA	-	-
CERCINO	24.92	-	ROGOLO	22.13	-
CHIAVENNA	10.25	0.76	SAMOLACO	10.35	7.91
CHIESA IN VALMALENCO	12.18	0.03	SAN GIACOMO FILIPPO	8.19	-
CHIURO	14.24	-	SERNIO	22.81	-
CINO	19.23	-	SONDALO	20.20	1.25
CIVO	19.47	-	SONDRIO	21.91	2.24
COLORINA	26.81	-	SPRIANA	-	-
COSIO VALTELLINO	11.51	6.32	TALAMONA	17.63	3.50
DAZIO	18.35	-	TARTANO	14.86	-
DELEBIO	13.82	3.99	TEGLIO	14.85	1.15
DUBINO	23.17	6.11	TIRANO	52.49	3.97
FAEDO VALTELLINO	-	-	TORRE DI SANTA MARIA	15.45	-
FORCOLA	6.86	-	TOVO SANT'AGATA	15.55	-
FUSINE	-	-	TRAONA	19.97	0.05
GEROLA ALTA	-	-	TRESIVIO	13.62	-
GORDONA	12.30	-	VALMASINO	20.01	5.16
GROSIO	21.56	1.84	VALDIDENTRO	13.11	14.75
GROSSOTTO	37.95	-	VALDISOTTO	12.92	9.24
LANZADA	23.55	-	VALFURVA	13.17	-
LIVIGNO	14.03	1.50	VERCEIA	8.23	-
LOVERO	17.49	-	VERVIO	-	-
MADESIMO	11.69	4.99	VILLA DI CHIAVENNA	11.03	-
MANTELLO	9.43	10.70	VILLA DI TIRANO	21.83	6.41

tab. 5.3 numero di FER per edifici residenziali e non residenziali

energetiche rinnovabili installati negli edifici non residenziali e residenziali (tabella 5.3, figura 5.8, 5.9). Viene presentata la produzione media di energia derivata da impianti solari termici ed impianti solari fotovoltaici. Il dato è stato ottenuto come media aritmetica del contributo da fonti energetiche rinnovabili relativo ai soli ACE di edifici caratterizzati da impianti solari termici (per produzione di acqua calda sanitaria e/o integrazione al riscaldamento) e/o fotovoltaici.

L'unità di misura utilizzata è il kWh /m² anno.

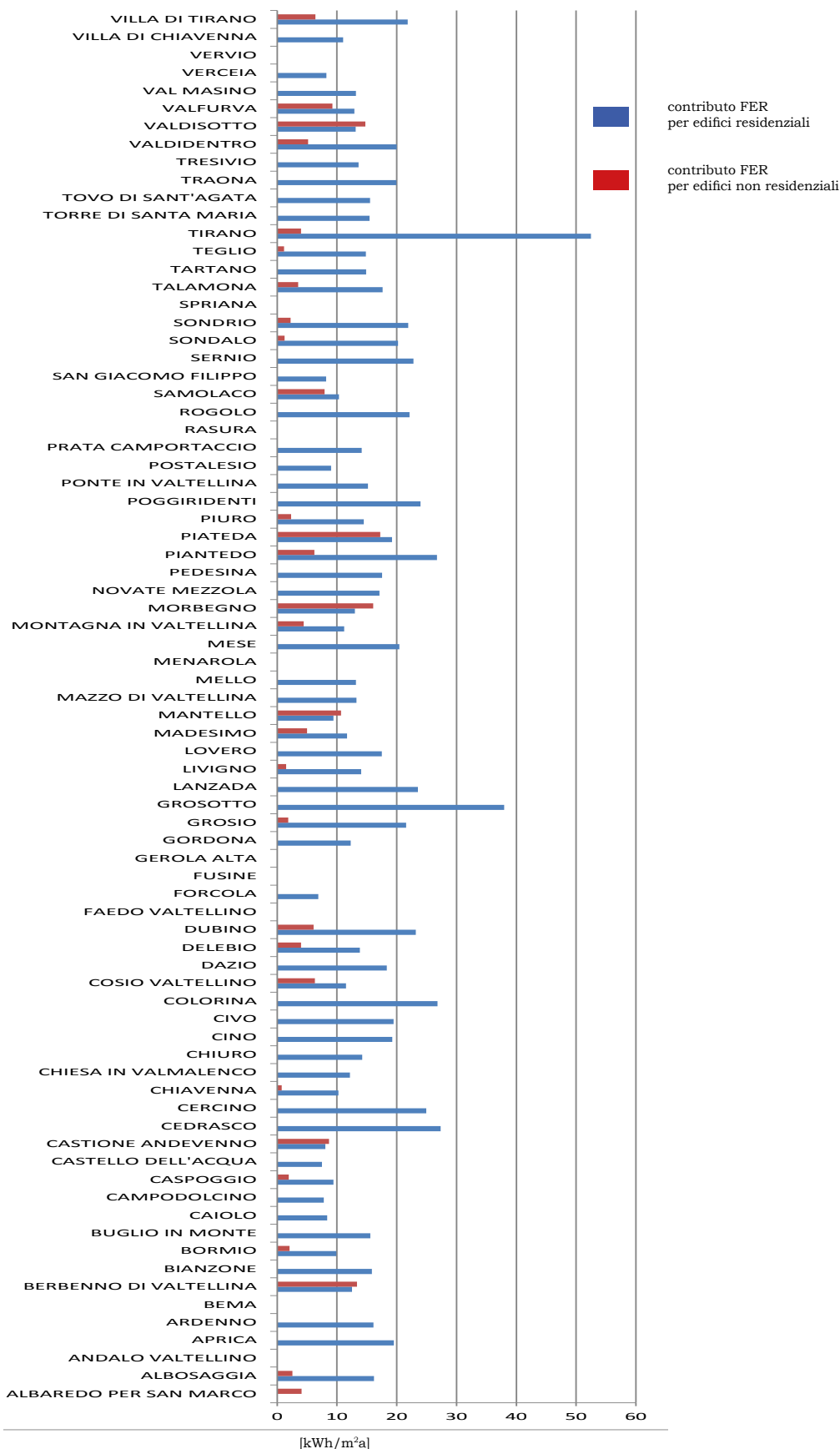


figura 5.8 grafico relativo a FER per edifici residenziali e non

5.3 Gas climalteranti

I principali gas emessi dalle attività umane con un effetto climalterante sono CO₂ (biossido di carbonio), CH₄ (metano), N₂O (protossido d'azoto), e gas fluorurati, principalmente HFC (idrofluorocarburi), PFC (perfluorocarburi) e SF₆ (esafluoruro di zolfo).

Oltre a questi 6 inquinanti, considerati ai fini delle rendicontazioni degli impegni del Protocollo di Kyoto, il Quarto Rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sottolinea l'effetto climalterante di altre sostanze, come l'ozono (O₃) e le sostanze particoliate, che impattano sullo sbilanciamento energetico del pianeta. Queste ultime possono avere sia un effetto raffreddante - tipicamente attribuito alle polveri più grossolane - che un effetto riscaldante, legato alle polveri più fini di origine carboniosa denominate "fuliggine" o "black carbon" (BC).

Uno dei più importanti gas ad effetto serra - infine - è il vapore acqueo, naturalmente presente nell'atmosfera. Le attività umane non hanno un effetto diretto nell'alterare il bilancio dell'acqua: ciò significa che il vapor acqueo prodotto dalle attività civili e industriali non è quantitativamente rilevante. Tuttavia la climatologia ha dimostrato che la quantità di vapor acqueo in atmosfera aumenta con la temperatura, e quindi con la presenza di altri gas climalteranti: l'aumento di vapor acqueo è quindi un "feedback positivo", cioè un effetto indiretto della presenza di gas climalteranti in atmosfera che ne amplifica ulteriormente gli effetti.

Il principale gas responsabile dell'effetto serra, essendo presente in atmosfera in maggior concentrazione, è il biossido di carbonio, se aumenta la concentrazione di CO₂ in atmosfera, aumenta l'effetto serra e la temperatura sulla superficie terrestre sale. Variazioni dell'effetto serra si sono sempre avute, ma in generale con ritmi più lenti che consentivano al sistema ambiente di adattarsi e riportarsi all'equilibrio.

L'Agenzia Europea dell'Ambiente, nel rapporto L'Ambiente in Europa - Stato e prospettive nel 2010 (SOER 2010)¹, evidenzia un aumento della temperatura media del pianeta di +0,7/0,8 gradi centigradi negli ultimi due secoli, ma con una tendenza all'accelerazione che porta a proiezioni di un aumento compreso tra 1,1 e 6,4 gradi nel corso del XXI secolo. Se si considera la concentrazione di CO₂ in atmosfera si nota che essa è aumentata da 280 ppm a 387 ppm dal periodo preindustriale ad oggi. Basandosi su studi di questo genere, il Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC), attivo nell'ambito dell'ONU, nel suo IV Rapporto di Valutazione (2007) ha concluso che esiste una relazione tra attività antropica e riscaldamento globale. In particolare viene puntata l'attenzione sull'emissione di gas climalteranti che aumentano l'effetto serra causando, quindi, un'alterazione dell'equilibrio termico dell'atmosfera. Secondo l'AEA circa due terzi di tali emissioni sono dovuti all'uso di combustibili fossili (per la produzione di energia elettrica, il riscaldamento, i trasporti e l'industria), la quota rimanente è dovuta al disboscamento, all'agricoltura, alle discariche di rifiuti e all'uso di gas fluorurati nell'industria.

5.3.1 Gas climalteranti nella provincia di Sondrio

Nella provincia di Sondrio, come si può vedere dalla Figura 5.9 i livelli di gas climalteranti, responsabili dell'effetto serra, sono minori rispetto al resto della Lombardia ma questo non esclude il concetto che, per migliorare l'ambiente, anche in questa provincia è necessario lavorare affinché vengano utilizzate nuove risorse che portino ad un sempre minor impatto ambientale.

Di seguito si possono vedere i livelli di CO₂ prodotti dagli edifici residenziali nei vari paesi della Valtellina, risulta evidente che maggiore è la classe energetica di un edificio, maggiore è l'energia autoprodotta, minore è la richiesta di energia esterna. Tutto questo si ripercuote non solo su un guadagno economico per gli abitanti ma anche se un minor inquinamento ambientale. (tab 5.4 e figura 5.10)

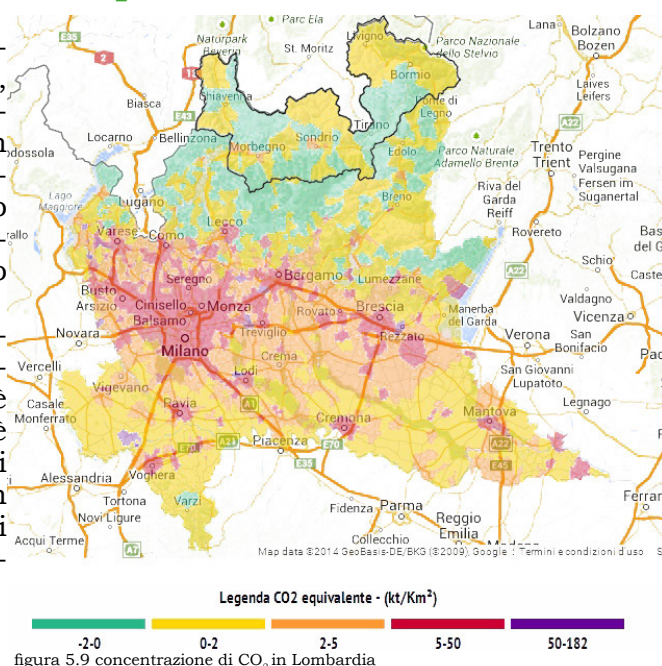


figura 5.9 concentrazione di CO₂ in Lombardia

COMUNE	ED. RESIDENZIALI KgCO _{2eq} /m ² a	COMUNE	ED. RESIDENZIALI KgCO _{2eq} /m ² a
ALBAREDO	44,69	MAZZO DI VALTELLINA	38,13
ALBOSAGGIA	49,96	MELLO	39,04
ANDALO VALTELLINO	51,37	MENAROLA	62,58
APRICA	53,30	MESE	32,72
ARDENNO	40,49	MONTAGNA IN VALTELLINA	43,91
BEMA	53,13	MORBEGNO	34,95
BERBENNO	43,32	NOVATE MEZZOLA	33,73
BIANZONE	45,05	PEDESINA	42,46
BORMIO	49,91	PIANTEDO	31,54
BUGLIO IN MONTE	35,87	PIATEDA	48,79
CAIOLO	50,46	PIURO	40,03
CAMPODOLCINO	51,95	POGGIRIDENTI	41,83
CASPOGGIO	45,55	PONTE IN VALTELLINA	53,22
CASTELLO DELL'ACQUA	74,55	POSTALESIO	41,31
CASTIONE ANDEVENNO	50,24	PRATA CAMPORACCIO	47,99
CEDRASCO	45,28	RASURA	79,82
CERCINO	48,47	ROGOLO	39,10
CHIAVENNA	47,57	SAMOLACO	44,84
CHIESA IN VALMALENCO	48,62	SAN GIACOMO FILIPPO	57,82
CHIURO	46,34	SERNIO	29,59
CINO	57,91	SONDALO	21,17
CIVO	47,84	SONDRIO	40,43
COLORINA	58,21	SPRIANA	32,52
COSIO VALTELLINO	38,49	TALAMONA	44,96
DAZIO	42,50	TARTANO	53,53
DELEBIO	46,31	TEGLIO	62,86
DUBINO	36,19	TIRANO	17,23
FAEDO VALTELLINO	47,97	TORRE DI SANTA MARIA	33,35
FORCOLA	58,40	TOVO SANT'AGATA	39,18
FUSINE	44,59	TRAONA	32,53
GEROLA ALTA	46,19	TRESIVIO	42,13
GORDONA	39,46	VALMASINO	54,02
GROSIO	44,07	VALDIDENTRO	39,39
GROSSOTTO	44,81	VALDISOTTO	32,08
LANZADA	47,18	VALFURVA	38,35
LIVIGNO	56,81	VERCEIA	37,75
LOVERO	40,64	VERVIO	23,73
MADESIMO	26,22	VILLA DI CHIAVENNA	46,24
MANTELLO	45,08	VILLA DI TIRANO	43,14

tab. 5.4 emissioni medie di CO₂ negli edifici residenziali della provincia di Sondrio, aggiornati al 31/07/2014

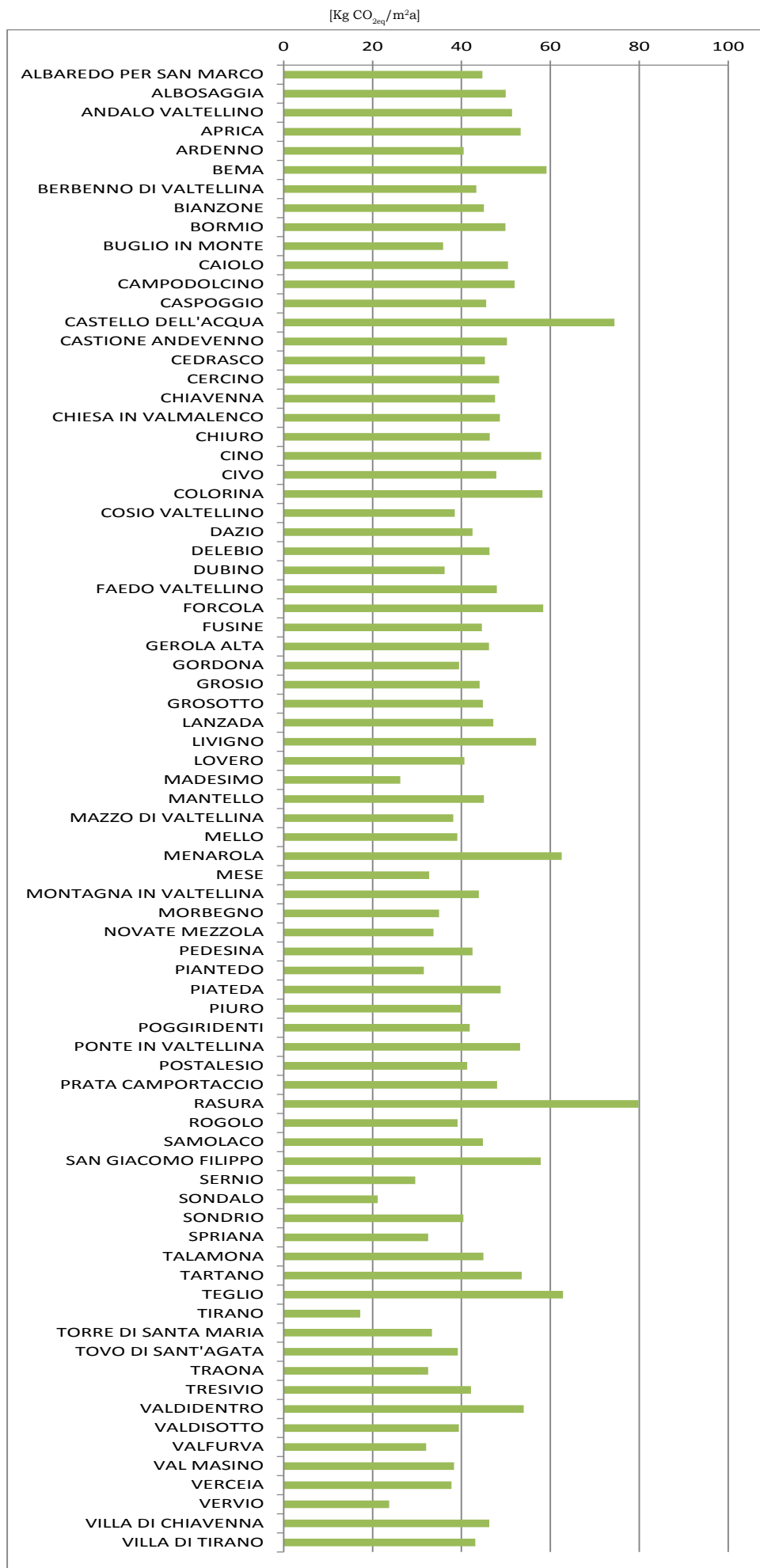


figura 5.10 emissioni medie di CO₂ negli edifici residenziali della provincia di Sondrio, aggiornati al 31/07/2014

5.4 VEE: Valtellina EcoEnergy

La certificazione volontaria Valtellina EcoEnergy per cercare di contenere i consumi energetici e la riduzione delle emissioni inquinanti nel caso di:

- progettazione e realizzazione di edifici di nuova costruzione e degli impianti in essi installati;
- opere di ristrutturazione degli edifici e degli impianti esistenti, ampliamenti volumetrici, recupero ai fini abitativi di sottotetti esistenti e installazione di nuovi impianti in edifici esistenti.

Per entrambe le tipologie, lo scopo della certificazione volontaria consiste nel garantire all'utente finale la qualità dell'intervento realizzato certificandone il processo realizzativo e la congruenza con il progetto presentato.

Sono invece escluse dall'applicazione del provvedimento le seguenti categorie di edifici e di impianti:

- gli immobili classificati beni culturali e del paesaggio nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici;
- i fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono mantenuti a temperatura controllata per esigenze del processo produttivo o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili;
- i fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 m²;
- gli impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio, anche se utilizzati, in parte non preponderante, per gli usi tipici del settore civile.

Il marchio di qualità Valtellina EcoEnergy identifica e qualifica gli edifici in cui è verificato un impiego razionale delle risorse energetiche, un ampio uso delle fonti energetiche rinnovabili ed una gestione sostenibile delle risorse locali al fine di migliorare la qualità della vita degli utenti, ridurre l'impiego di energie di origine fossile e limitare le emissioni inquinanti di CO₂ in atmosfera.

Gli obiettivi specifici del Protocollo consistono in:

- incrementare la conoscenza delle tematiche relative al risparmio energetico in edilizia;
- promuovere il risparmio energetico e ridurre l'impatto ambientale degli edifici;
- promuovere la sostenibilità ambientale;
- favorire l'uso di materiali locali;
- definire i punti critici da considerare nell'ottica del risparmio energetico e impatto ambientale;
- definire i valori limite da dover rispettare per poter conseguire la certificazione volontaria Valtellina EcoEnergy e la classe di merito EcoPlus;
- definire l'iter di certificazione da rispettare per la richiesta di adesione al Protocollo e conseguimento della targa energetica;
- definire i requisiti dei soggetti certificatori;
- definire le caratteristiche delle targhe energetiche, i layout e le modalità di rilascio;
- definire i requisiti dei soggetti abilitati al controllo del rispetto dei limiti previsti dal Protocollo per il conseguimento della targa energetico-ambientale;
- definire le modalità di controllo e di eventuale revoca della certificazione Valtellina EcoEnergy.

Il Protocollo di certificazione energetica volontario riprende i limiti di classificazione energetica definita a livello regionale e aggiunge un ulteriore classe di merito nel caso di edifici particolarmente performanti ("Energia quasi zero" definita A++). Tale scelta risulta in linea sia con l'attuazione della Direttiva 2010/31/CE che con l'obiettivo della Regione Lombardia di anticipare al 2015 la costruzione di edifici pubblici ad energia quasi zero. La classificazione è riferita all'efficienza energetica complessiva dell'edificio: EPH (Energia primaria per la climatizzazione invernale o il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria).

Come precedentemente accennato, al fine di garantire la reale qualità dei lavori eseguiti, la procedura di certificazione volontaria prevede una struttura di controllo in grado di verificare la conformità dell'oggetto costruito rispetto alla dichiarazione resa in fase preliminare. A seguito della verifica del processo realizzativo viene rilasciata la Targa VEE, la quale si affianca alla targa energetica Cened di Regione Lombardia. Sono previsti due momenti fondamentali di controllo ed accompagnamento:

- sul progetto;
- sul processo di costruzione

La procedura per l'ottenimento del Marchio VEE è suddivisa nei seguenti step:

Primo passo - domanda:

la persona delegata dal committente dell'opera, o il committente stesso, inoltra la domanda al soggetto certificatore preposto.

Secondo passo - certificazione preliminare:

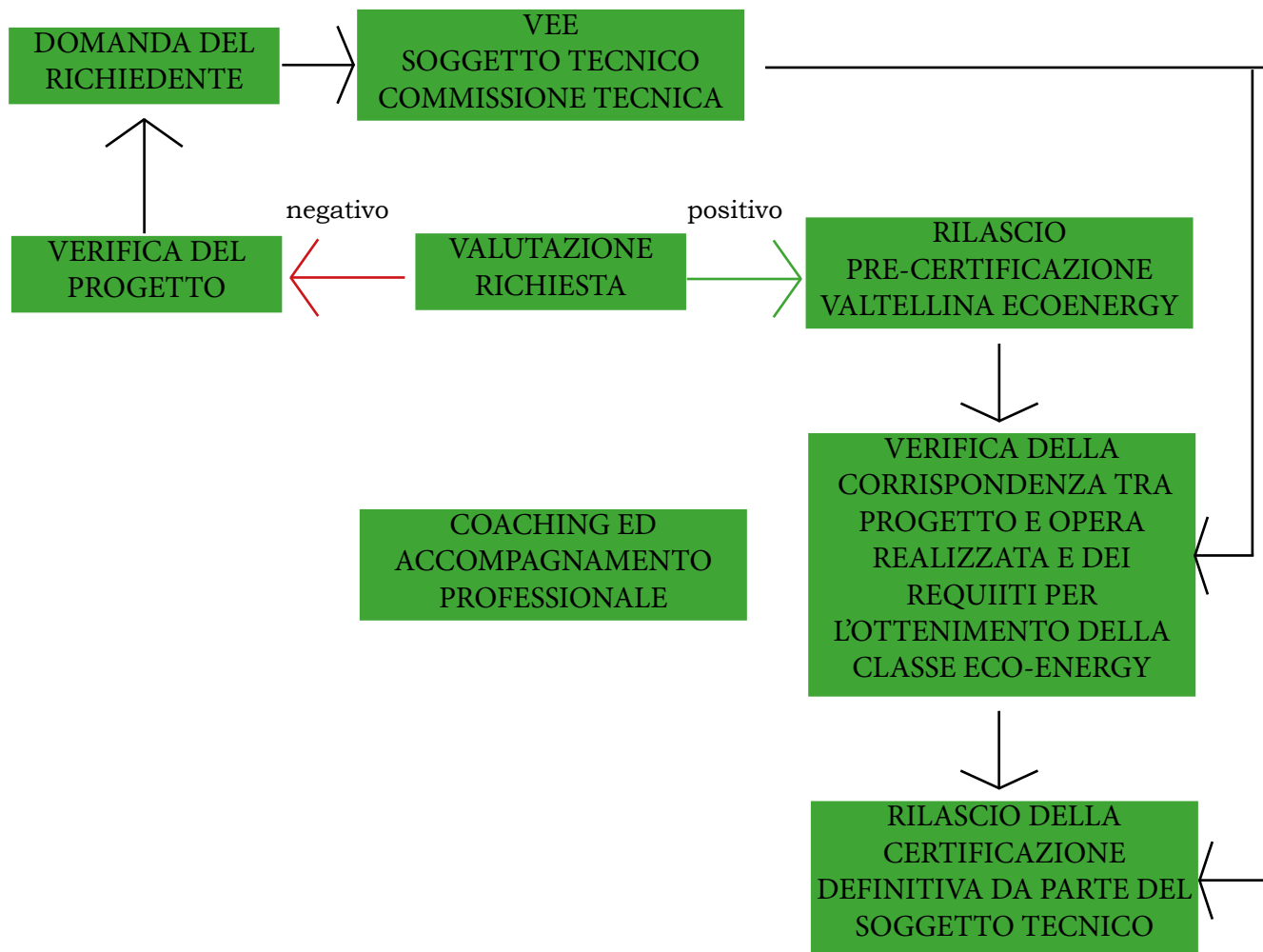
la commissione tecnica, prevista in fase d'avvio, preposta per la valutazione esamina la domanda e rilascia in caso di conformità con gli standard previsti dal seguente protocollo la Pre-Certificazione Valtellina EcoEnergy. In caso di non conformità viene richiesta la revisione del progetto su guida della commissione tecnica e del Soggetto Tecnico.

Terzo passo - sopralluoghi:

durante la realizzazione dell'opera, il Soggetto Tecnico preposto al controllo di conformità, procede con almeno due sopralluoghi per tutte le tipologie di intervento. Richiede, inoltre, la foto-documentazione della fase di posa degli isolamenti e dei serramenti insieme con le schede tecniche indicanti le caratteristiche dei materiali impiegati. Il soggetto controllore può comunque richiedere in ogni momento integrazioni o verifiche in cantiere.

Quarto passo - certificazione finale:

Il Soggetto Tecnico, in seguito alla verifica di conformità del progetto, rilascia la Targa VEE (più eventuale classe di merito "EcoPlus").



5.4.2 Compiti principali dei soggetti interessati

Il proprietario, il quale sottoscrive l'adesione al Protocollo VEE, deve comunicare i referenti del progetto:

- Progettista architettonico
- Progettista impianti termici
- Progettista impianti elettrici
- Direzione Lavori

Inoltre il proprietario, o suo delegato, deve comunicare al Soggetto Tecnico il nominativo della persona che svolge il ruolo di Tutor Valtellina EcoEnergy; tale ruolo può essere ricoperto anche dalle persone già coinvolte nella progettazione dell'intervento.

Il Tutor, accettando l'incarico dal committente si impegna ad avere rapporti di collaborazione stretta con il Soggetto Tecnico inviando i calcoli tecnici dell'intervento, e le schede tecniche per una valutazione accurata del progetto in atto. Provvederà inoltre a comunicare al Soggetto Tecnico le tempistiche di realizzazione ed invierà periodicamente i report fotografici delle principali fasi di cantiere e le bolle relative ai materiali impiegati.

Il Soggetto Tecnico effettuerà una mirata attività di coaching ed accompagnamento professionale durante la definizione del progetto e la sua esecuzione e garantirà una serie di controlli e verifiche sia in fase realizzativa sia a lavoro ultimato.

5.4.3 Classificazione energetica volontaria

Il Protocollo di certificazione energetica volontario riprende i limiti di classificazione energetica definita a livello regionale e aggiunge un ulteriore classe di merito nel caso di edifici particolarmente performanti ("Energia quasi zero" definita A++) con un indice di prestazione energetica come riportato nella figura 5.11. Tale scelta risulta in linea sia con l'attuazione della Direttiva 2010/31/CE che con l'obiettivo della Regione Lombardia di anticipare al 2015 la costruzione di edifici pubblici ad energia quasi zero come previsto dall'art.9 bis della L.R. n°7 del 18 Aprile 20122. La classificazione è riferita all'efficienza energetica complessiva dell'edificio: EP_H (Energia primaria per la climatizzazione invernale o il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria).

Il Protocollo volontario VEE prevede un sistema locale di classificazione, parallelo e affiancato a quello obbligatorio regionale (Cened), in grado di identificare e garantire attraverso marchi di qualità, i reali consumi energetici dell'edificio. Sono previste diverse targhe energetiche.

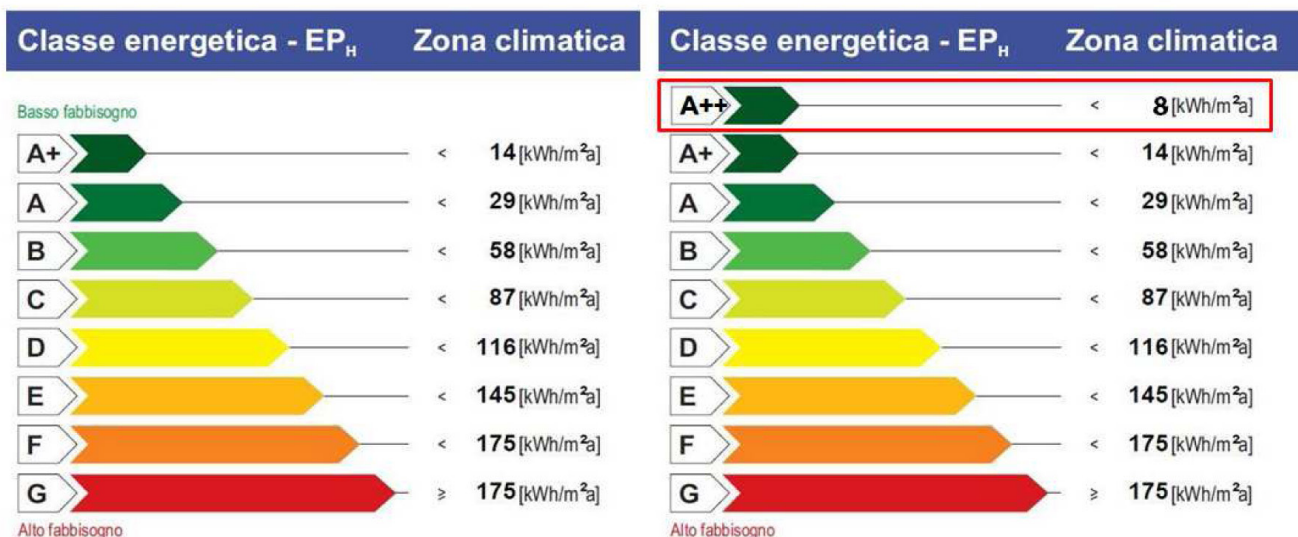
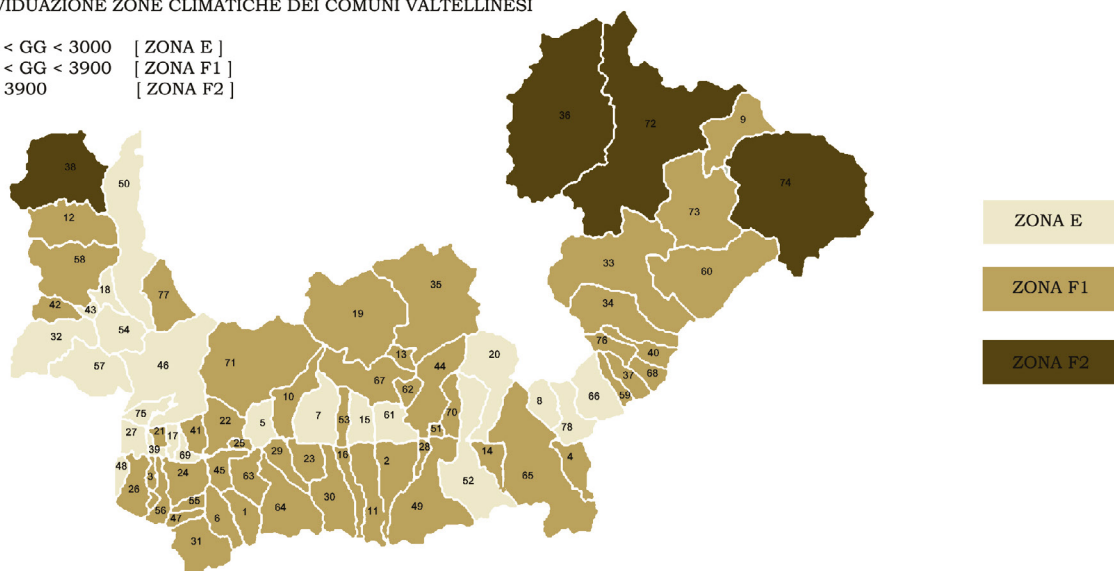


figura 5.11 esempio classe A++ per la fascia climatica E

- Classe A++ EP_H per pa zona climatica E < 8 kWh/m²a
- Classe A++ EP_H per pa zona climatica F1 < 12 kWh/m²a
- Classe A++ EP_H per pa zona climatica F1 < 16kWh/m²a

INDIVIDUAZIONE ZONE CLIMATICHE DEI COMUNI VALTELLINESI

2100 < GG < 3000 [ZONA E]
 3000 < GG < 3900 [ZONA F1]
 GG > 3900 [ZONA F2]



Per le nuove costruzioni:

- targa Valtellina EcoEnergy: (figura 5.12) È attribuita, per le nuove costruzioni, agli edifici rientranti nelle classi A++, A+, A, B nel caso di edifici residenziali mentre A++, A+, A, B, C nel caso di edifici con altra destinazione d'uso, e certifica la reale qualità dell'opera costruita.



figura 5.12 Targa VEE

- classe di merito "EcoPlus": (figura 5.13) implementazione della targa energetica Valtellina EcoEnergy nel caso in cui gli edifici di nuova costruzione, rientranti nelle classi A++, A+, A, B nel caso di edifici residenziali mentre A++, A+, A, B, C nel caso di edifici con altra destinazione d'uso, ottengano almeno 9 dei 18 punti totali conseguibili.



figura 5.13 Targa VEEplus

Per le edifici esistenti:

- targa Valtellina EcoEnergy: rappresentata con i simboli in figura 5.17 5.18 5.19. E' rilasciata per ogni classe energetica raggiunta purché venga rilevato un miglioramento minimo dell'efficienza energetica rispetto al fabbisogno ante riqualificazione. Vengono definiti tre livelli di miglioramento, identificati dal differente numero di cerchi posto sulla targa, un cerchio miglioramento tra 25% e 39%, due cerchi miglioramento tra 40% e 69%, tre cerchi miglioramento >70%.



figura 5.14 Targa VEE



figura 5.15 Targa VEE



figura 5.16 Targa VEE

- classe di merito "EcoPlus" figura 5.17 5.18 5.19: implementazione della targa energetica Valtellina EcoEnergy definita al punto precedente, conferita agli interventi di riqualificazione che ottengono almeno 9 dei 18 punti totali conseguibili. Anche qui vengono definiti tre livelli di miglioramento, identificati dal differente numero di cerchi

posto sulla targa, un cerchio miglioramento tra 25% e 39%, due cerchi miglioramento tra 40% e 69%, tre cerchi miglioramento >70%.



figura 5.17 Targa VEE

figura 5.18 Targa VEE

figura 5.19 Targa VEE

5.4.4 Classe di merito EcoPlus

In termini di energia prodotta da fonti rinnovabili protocollo anticipa i valori più performanti previsti dal decreto a partire da Gennaio 2017 attuandoli già nel Gennaio 2014; nello specifico:

- nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e della seguente percentuale della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento: il 50% dal 1° Gennaio 2014.

- gli obblighi del punto precedente non possono essere assolti tramite impianti con fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica.

- la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula: $P = (1/K) * S$ dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori: K = 50 dal 1° Gennaio 2014 (per gli edifici pubblici tali valori sono incrementati del 10%).

- L'impossibilità tecnica di rispettare, in tutto o in parte, gli obblighi dei precedenti punti deve essere evidenziata dal progettista nella relazione tecnica e dettagliata esaminando la non fattibilità di tutte le diverse opzioni tecnologiche disponibili.

Oltre alla classificazione relativa all'efficienza energetica dell'edificio si definisce la dicitura "EcoPlus", da affiancare alla classe di prestazione energetica, per individuare edifici di elevata qualità ambientale.

Tale classe di merito attesta la particolare attenzione della committenza ai problemi del benessere, della difesa dell'ambiente, della riduzione di tutti gli sprechi energetici, del contenimento delle emissioni climalteranti. La classe "EcoPlus" è attribuita agli edifici di nuova costruzione o ristrutturati, certificati VEE, che ottengono almeno 9 punti dei 18 totali ottenibili:

- C1. uso di pietre locali;
- C2. utilizzo del legno locale;
- C3. sfruttamento della biomassa legnosa locale per il riscaldamento;
- C4. uso di materiali e finiture a basso contenuto di VOC;
- C5. uso di sistemi di misura e controllo dei consumi energetici;
- C6. uso di sistemi di accumulo di energia elettrica;
- C7. presenza di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore;
- C8. uso di generatori di calore a "pompa di calore";
- C9. presenza di impianti domotici per la gestione dell'energia elettrica;
- C10. presenza di sistemi di recupero delle acque meteoriche;
- C11. adozione vasca a doppia cacciata acqua WC;
- C12. alimentazione cassette di scarico con acque grigie;
- C13. presenza di serre o logge per la captazione solare invernale;
- C14. isolamento acustico;
- C15. protezione dal Gas Radon.

Come per il caso di certificazione Valtellina EcoEnergy il rilascio dell'ulteriore classe di merito "EcoPlus" è subordinato alla verifica, da parte del Soggetto Tecnico incaricato, del rispetto dei requisiti.

5.5 Esempi di architetture sostenibili sul territorio

Procedendo con lo studio e l'analisi della situazione energetica dello stato delle architetture presenti sul territorio si è voluto indagare alcune recenti realtà costruite ex novo, oppure oggetto di una ristrutturazione, presenti sul territorio valtellinese; gli edifici oggetto delle schede redatte sono esempi virtuosi dal punto di vista progettuale e costruttivo in quanto hanno come scopo il raggiungimento di un miglioramento sensibile nei confronti delle emissioni di inquinanti in atmosfera attraverso la riduzione delle dispersioni, lo sfruttamento di energie rinnovabili e l'ottimizzazione dell'involucro mediante sistemi di costruzione a secco, o notevolmente coibentati. Nelle pagine seguenti proponiamo dunque una carrellata di esempi ubicati sul territorio attraverso una semplice descrizione degli aspetti salienti del progetto, con lo scopo di redarre un'opportuna schedatura.



CASA DI ABITAZIONE E STUDIO DENTISTICO



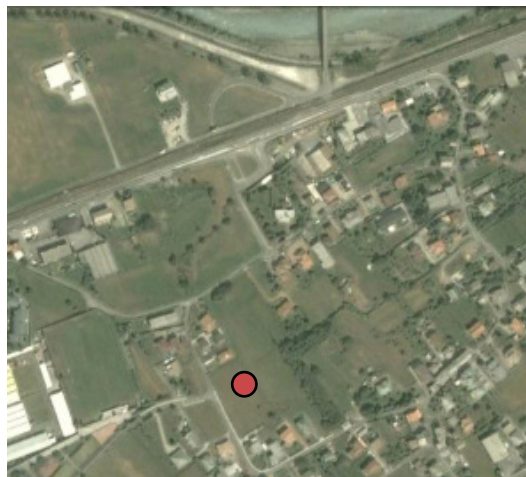
VIA COLOMBERA 286
TALAMONA (SONDRIO)



GEOMETRA MANUELA
MENGHI



2011



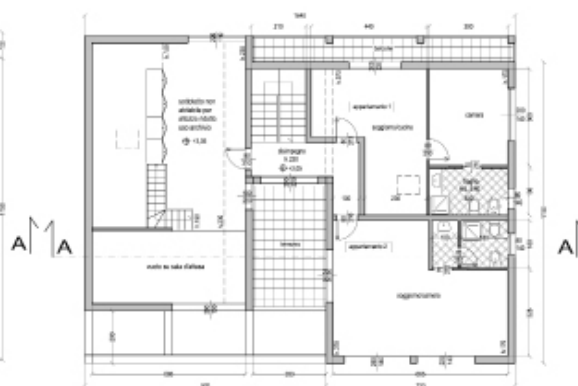
DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



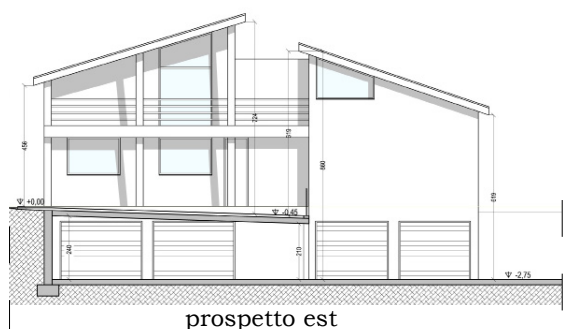
Si tratta di un progetto di uno studio dentistico che occupa tutto il piano terra della costruzione, mentre il piano superiore è adibito a residenza e comprende due appartamenti. La tecnologia con cui è stato realizzato l'edificio è quella a secco, con posa di elementi prefabbricati in legno della ditta Haus Idea; la struttura della copertura è realizzata in legno di abete laccato di bianco con manto in cementegola piana e lattoneria in rheinzink. I serramenti sono anch'essi in legno laccato bianco e prevedono un doppio vetro isolante, i danvanzali sono in alluminio e i parapetti dei balconi sono costituiti da tubolari in alluminio.



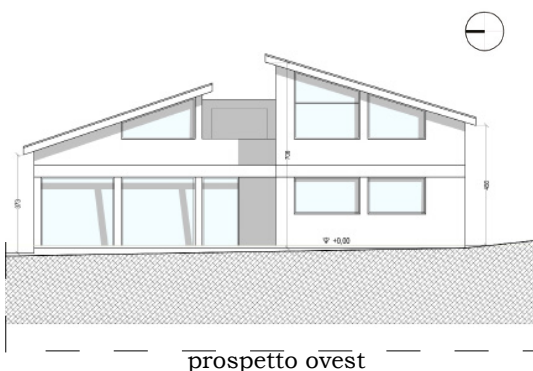
pianta piano terra



pianta piano primo



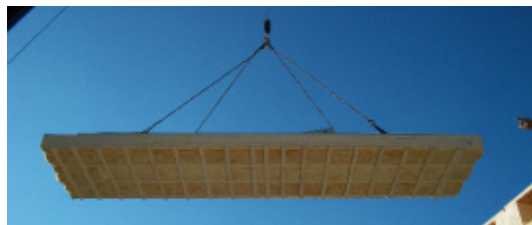
prospetto est



prospetto ovest

FASI DI MONTAGGIO

Qui di seguito vediamo alcune immagini che ripropongono le fasi realizzative di montaggio della struttura abitativa. La sequenza è quella tipica della prefabbricazione, che vede in primis la realizzazione di una platea di cemento armato che funge da basamento, in questo caso è stata prevista anche la realizzazione del piano interrato in cemento armato; di seguito si inizia col montaggio della pareti che vengono scaricate dagli autoarticolati, complete di serramenti, e posate a piombo dagli operatori. Una volta completata l'installazione dell'ossatura primaria dell'abitazione si procede alla messa in opera dei sistemi impiantistici nell'appositi vani predisposti fin da subito a livello di progettazione.



DESCRIZIONE TECNOLOGICA

Qui di seguito vediamo la composizione della parete standard impiegata nella costruzione dell'edificio; essa è composta, dall'esterno verso l'interno da: 7 mm di intonaco esterno colore bianco naturale (8), 60 mm di pannello in fibra di legno (10), 180 mm di telaio in legno di abete rosso con soglia in legno di larice (7-6), 180 mm di strato di isolamento termico in lana minerale all'interno del telaio ligneo (11), pannello da 12 mm in legno OSB, pannello in cartongesso naturale. La parete perimetrale così composta raggiunge una trasmittanza di $0,17 \text{ W/m}^2\text{k}$ con uno spessore di 26,5 cm.

Per quanto riguarda invece la composizione del solaio è stato previsto: pannello da 22 mm in legno, travi lunghe 240 mm con interasse di 700 mm, spessore 140 mm; per il tipo di legno è stato anche qui utilizzato abete rosso essiccato e levigato; negli spazi tra le travi viene interposto 200 mm di isolamento in lana minerale con $\lambda=0,4$; successivamente viene posto 20 mm di controtelaio a griglia per rivestimento inferiore del soffitto, a seguire un pannello da 12,5 mm in cartongesso naturale GKB (Knauf) spatolato senza giunture. Il soffitto così composto raggiunge una trasmittanza di $0,22 \text{ W/m}^2\text{k}$ con uno spessore totale, incluso il sottofondo in betoncino, di 41 cm.





CASA DI ABITAZIONE
UNI-CÀ



VIA NAZIONALE N°7
ANDALO VALTELLINO (SO)



SEGHERIA CAMILLO DE
ROSSI



2009



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Si tratta di una costruzione realizzata in tronchi di legno seguendo un antico sistema di realizzazione canadese attraverso il metodo BlockBau (blocchi di legno sovrapposti a strati orizzontali). Al momento la casa non è stata terminata ed è in attesa di essere smontata e rimontata in altro luogo dove verrà adibita a civile abitazione. La casa non è il risultato di un processo industriale e di standardizzazione del legno in elementi a sezione regolare: il legno viene lavorato artigianalmente con pochi strumenti, diventando quindi un esemplare irripetibile e personalizzato. L'intera abitazione poggia su una platea in cemento armato opportunamente impermeabilizzata.

DESCRIZIONE TECNOLOGICA



abbassamento della costruzione

La muratura è realizzata quindi attraverso la sovrapposizione di blocchi di legno a sezione circolare di 35 cm che, dal punto di vista della dispersione del calore, equivale ad un muro in laterizio da 85 cm; la tecnica costruttiva prevede la realizzazione da parte di artigiani di "intagli" particolari lungo la sezione del tronco all'interno dei quali viene inserita lana di pecora per migliorare il potere coibente della muratura, completando il tutto con guarnizioni elastiche per contribuire alla sigillatura di tutte le fughe presenti. L'impiego di più adatti legni giovani per la realizzazione dell'opera, causa inevitabilmente un ritiro ed un abbassamento nel tempo dell'intera costruzione: per il caso in esame si è misurato un assostamento di circa 25 cm in tre anni come dimostra la

foto in cui si vede l'inclinazione dell'attacco del canale di gronda, un tempo orizzontale. La copertura è stata realizzata con sezioni rettangolari di larice, adottando quindi una tecnologia più diffusa e tradizionale, con copertura finale in pietra ardesia (piode).



appoggio a terra



vista dell'interno



tronco intagliato



materiale isolante



vista dell'interno



incastro dei tronchi d'angolo



dettaglio posizionamento tronchi



CASA DI ABITAZIONE
LA CORTE MODERNA



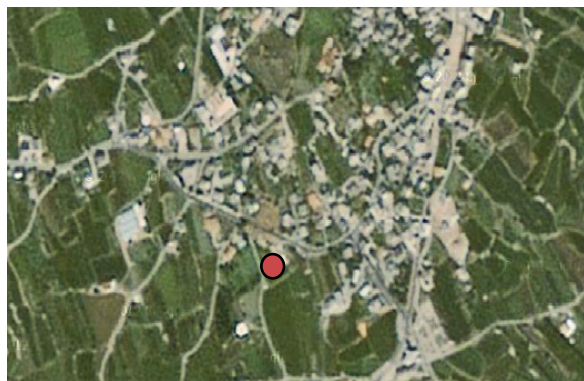
VIA EUROPA
PONTE DI VALTELLINA (SO)



MUFFATTI MASSIMO PER
CASACLIMA REAL ESTATE



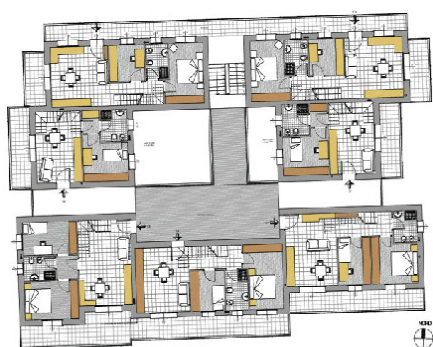
2007/2011



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Il complesso residenziale si inserisce nel contesto ambientale all'interno del comune di Ponte Valtellina, situato a circa otto chilometri da Sondrio, nell'Alta Valle, e si colloca al centro della Valtellina. Il borgo di Ponte Valtellina è ricco di testimonianze storiche, artistiche, architettoniche e culturali. L'impianto tipologico diffuso complesso residenziale – Ponte in Valtellina (So) è rappresentato dall'insediamento a corte o con cortile interno delimitato da corpi di fabbrica con destinazione eterogenea. Nel progetto, il tema della corte viene recuperato in chiave moderna: il rispetto dei riferimenti culturali del sito viene tuttavia valorizzato dalla qualità energetica elevata degli edifici che riduce drasticamente l'uso di fonti energetiche convenzionali e le emissioni inquinanti.



planimetria primo piano



planimetria secondo piano



planimetria piano terra

DESCRIZIONE TECNOLOGIA STRUTTURALE

Le strutture portanti e tutto il piano interrato sono realizzate in cemento armato, il solaio di copertura del piano interrato è realizzato in predalles mentre il solaio di copertura del piano terra e del piano primo sono realizzati in lastre piane Plastbau Metal con getto integrativo. Le pareti portanti fuori terra sono realizzate in blocchi di laterizio Alveolater, i muri divisori tra unità abitative sono realizzati con doppio laterizio forato ed interposto uno strato di isolamento acustico, mentre i muri divisori nelle singole unità sono realizzati con laterizio forato.



realizzazione murature in laterizio



realizzazione parti in cemento armato



getto soletta piano terra

DESCRIZIONE TECNOLOGIA ISOLAMENTO

I solai tra i vari piani sono stati isolati mediante un pacchetto formato da massetto alleggerito e termoisolante, con spessore variabile da 80 mm a 130 mm, ottenuto con l'utilizzo di perle vergini di polistirene espanso a cui è stato sovrapposto un pannello in polistirene ad alta densità di spessore 46 mm, si ottiene così un ottimo isolamento termico e acustico. Tutte le pareti portanti fuori terra sono isolate con pannelli spessi 16 cm in polistirene espanso che, grazie all'elevato spessore ridurrà al minimo i possibili ponti termici, aumentando la capacità di accumulo termico del muro, favorendone il riscaldamento e di conseguenza si è migliorata la capacità di assorbire calore che verrà rilasciato nell'ambiente riducendo le ore di funzionamento degli impianti.



taglio termico del serramento



isolante in lana di roccia



posa in opera del cappotto

DESCRIZIONE TECNOLOGICA DI COPERTURA



falda inclinata della copertura



particolare copertura

Il tetto è realizzato a falde inclinate in legno lamellare di abete di prima scelta, con lamelle da 40 mm. Oltre alla struttura portante è stato posato un pacchetto costituito da: assito costituito da perlinato in legno di abete piallato prima scelta spessore mm 22, barriera al vapore costituita da tre strati di pellicola e tessuto in poliolefine, isolante termoacustico realizzato mediante posa di Lana di Roccia con spessore complessivo cm 18 (10 cm + 8 cm), suddiviso in doppio strato per eliminare completamente la possibilità di ponte termico, impermeabilizzazione realizzata mediante posa di telo impermeabile e traspirante, listoni in legno di abete sezione cm 10x5 posati ad interasse cm 75-90 per la formazione dello strato di ventilazione sopra l'isolante termoacustico e listelli in legno di abete cm 5x4 ad interasse 30-35 cm per la posa del manto di copertura. Il manto di copertura è realizzato mediante la posa di tegole piane e liscie in gres.



posa della copertura

DESCRIZIONE SOLUZIONI ENERGETICHE

Il calore necessario alla climatizzazione invernale viene fornito da due caldaie a condensazione che alimentano sistemi radianti a pavimento. Gli impianti prevedono anche due serbatoi di accumulo da 1.000 litri ciascuno, utilizzati come volani termici per il riscaldamento. Ogni appartamento è dotato di un sistema di regolazione e di contabilizzazione individuale. La produzione di acqua calda sanitaria prevede l'utilizzo di un impianto solare termico. L'ottimizzazione energetica ha anche riguardato gli impianti di illuminazione esterni e interni (spazi comuni).

Prestazioni energetiche dell'involucro:

Trasmittanza media pareti

0.214 W/mqK

Trasmittanza media copertura

0.227-0.239 W/mqK

Trasmittanza media serramenti

1.24-1.31 W/mqK

Trasmittanza media basamento

0,239 W/m2K

Prestazioni energetiche degli impianti:

Potenza termica generatore di calore

34,8 + 45 kW

Tipologia generatore di calore

Caldaie a condensazione

Tipologia terminali climatizzazione invernale

Pannelli radianti a pavimento

Impianto di illuminazione

Parti comuni a ridotto consumo con accensioni con sensori di presenza

Home building automation

Tapparelle motorizzate



pannelli fotovoltaici



AZIENDA AGRITURISTICA
LA FLORIDA



VIA LUNGO ADDA
MANTELLO (SO)



ARCH. DAVIDE GELATI



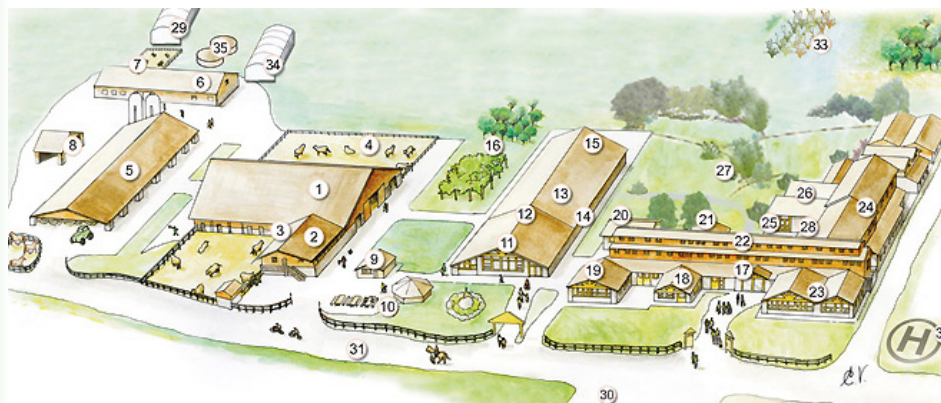
2006



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



L'azienda sorge su un'area complessiva di 90.000 mq e si basa essenzialmente sull'allevamento di bovini, di razza bruna alpina, suini, caprini e cavalli; l'azienda si occupa anche della lavorazione di carni e salumi, senza dimenticare la catena di produzione di prodotti lattiero-caseari. Si può parlare in questo caso di prodotti a chilometri zero, in quanto tutto ciò che viene venduto è stato allevato e prodotto direttamente all'interno dell'azienda stessa. Oltre a questo, all'interno dell'azienda è possibile effettuare attività didattico-formative rivolte alle scolaresche, essendo parte dell'Azienda al circuito delle Fattorie Didattiche della regione Lombardia. A completare la struttura vi è la parte riguardante la ristorazione con le diverse sale, la struttura alberghiera con le camere ed infine l'ampia zona wellness e fitness.



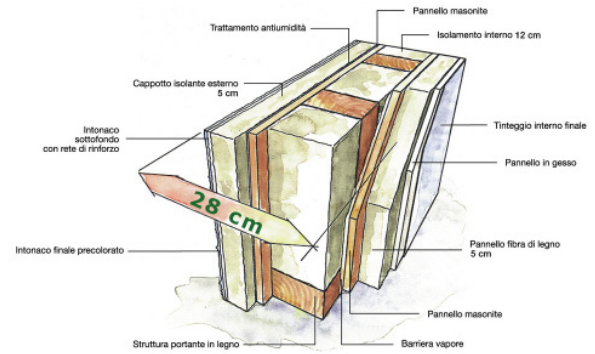
mappa dell'agriturismo

- | | | | |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1. stalla bovini | 12. casera formaggi | 22. camere | 33. frutteto |
| 2. sala mungitura | 13. caseificio | 23. salone e bar | 34. serra fragole |
| 3. aula didattica | 14. vista sulle lavorazioni | 24. camera | 35. vasche per lo stoccaggio |
| 4. aree esterne | 15. macello | 25. piscina | |
| 5. fienile | 16. frutteto | 26. area wellness | |
| 6. porcilaia | 17. hall d'ingresso | 27. giardino | |
| 7. recinto capre | 18. sala autunno | 28. sale meeting | |
| 8. centrale termica | 19. sala estate | 29. serre ortaggi | |
| 9. ristorante | 20. sala primavera | 30. parcheggio | |
| 10. gazebo | 21. sala inverno | 31. pista ciclabile | |
| 11. spaccio vendita | | 32. P elicottero | |

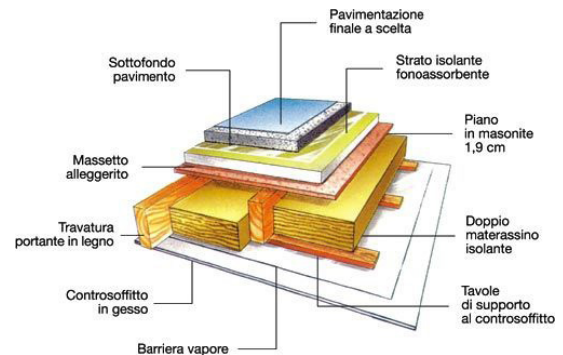
legenda

DESCRIZIONE TECNOLOGICA

La realizzazione del complesso è stata affidata alla ditta Wolf haus specializzata nella costruzione di strutture prefabbricate in legno. La tecnologia utilizzata prevede la realizzazione della struttura portante principale in legno di abete selezionato, essiccato e piallato; la struttura viene poi integrata con pannellature in masonite (conglomerato di legno ad alta resistenza privo di formaldeide) dello spessore di 16 mm per renderla stabile alle variazioni termiche e per essere in grado di respingere l'umidità. L'isolamento è assicurato da un'imbottitura di 12 cm di lana di vetro ad alta densità e da un rivestimento esterno a cappotto eseguito con pannelli isolanti dello spessore di 5 cm. Le congiunzioni fra le varie pareti avviene tramite elementi in acciaio, già predisposti nel corpo delle stesse, che si connettono con un sistema maschio-femmina, provvisti di bulloni e filettature. Una partizione così stratificata arriva ad avere una trasmittanza di $1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$; la ditta Wolf Haus si avvale della certificazione Casa Clima.



parete standard Mega-Wand



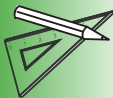
stratificazione standard solai



EDIFICIO SCOLASTICO



CEPINA, VALDISOTTO (SO)



PPHP



2011/2012



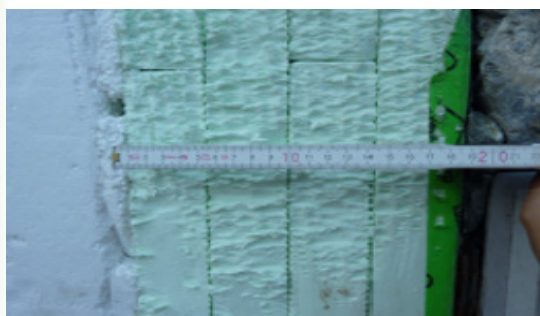
DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



Si tratta di un progetto di ristrutturazione e riqualificazione energetica di un complesso scolastico, che comprende scuole elementari e medie, ricostruito secondo il protocollo Passivhaus. I lavori sono iniziati il 15 giugno del 2011 e dopo meno di tre mesi, il 12 settembre dello scorso anno, sono stati completati. Il risparmio annuo, dopo questo intervento, per quanto riguarda il consumo di gasolio sfiora i 100.000 euro. Innanzitutto si è provveduto ad un miglioramento sismico dell'intera struttura attraverso l'introduzione di setti in c.a.; successivamente sono stati fatti i lavori intorno al perimetro dell'interrato che è stato cappottato con 20 cm di isolante (5 strati) e vetro cellulare; la realizzazione della facciata ventilata ha visto la realizzazione delle pannellature comprensive di lastra osb e relativo isolante in laboratorio, onde evitare la realizzazione di ponteggi di facciata, successivamente numerate e montate in opera. La copertura è piana ed è stata integrata da un giardino di tipo estensivo.



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



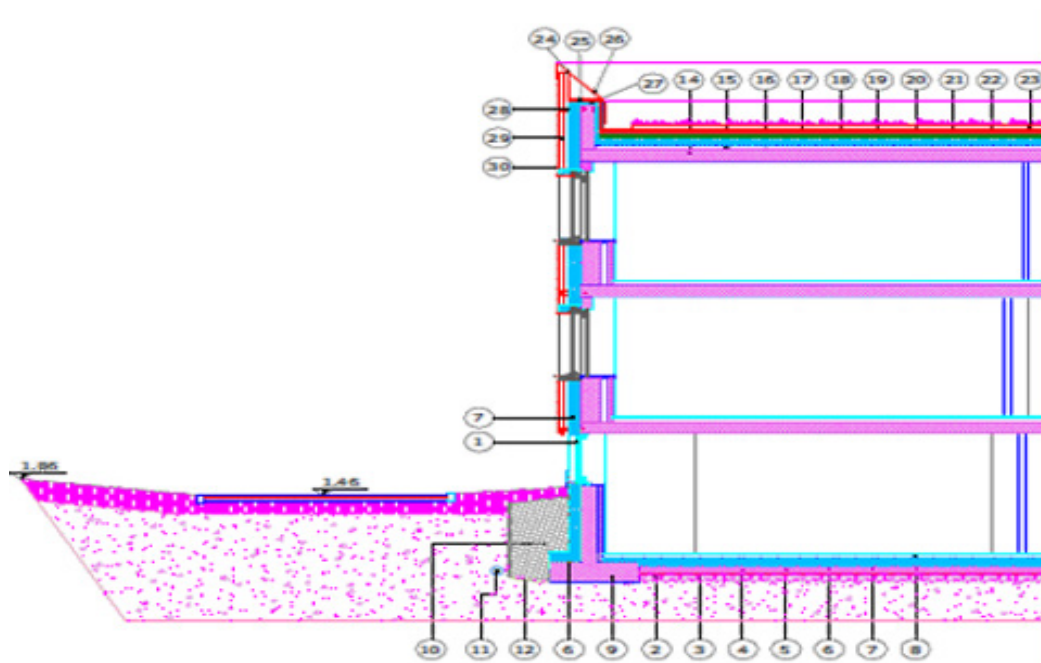
particolari costruttivi

La parte impiantistica dell'intervento prevede il posizionamento di pannelli fotovoltaici sulla facciata rivolta a sud, a seguito di uno studio sull'illuminamento del posto attraverso la schematizzazione dello skyline dei dati climatici del sito in esame. Viene inoltre realizzato un impianto di ventilazione che prevede un'unità di trattamento dell'aria in ogni aula, questo risponde ad esigenze tecniche di spazio e incidenza delle lavorazioni, trattandosi di una ristrutturazione; vengono montati serramenti molto performanti con triplo vetro e non vengono però predisposti sistemi di scher-

matura, a seguito dell'indagine sulla radiazione incidente che ha dimostrato come questa sia prevalente e significativa nei mesi e nelle ore in cui l'edificio scolastico rimane chiuso; di qui l'importanza della destinazione d'uso dell'edificio in rapporto alle scelte progettuali.



particolari costruttivi



sezione



HOTEL EDEN



VIA FUNIVIA N°3
BORMIO (SO)



ANTONIO CITTERIO,
PATRICIA VIEL AND CO.



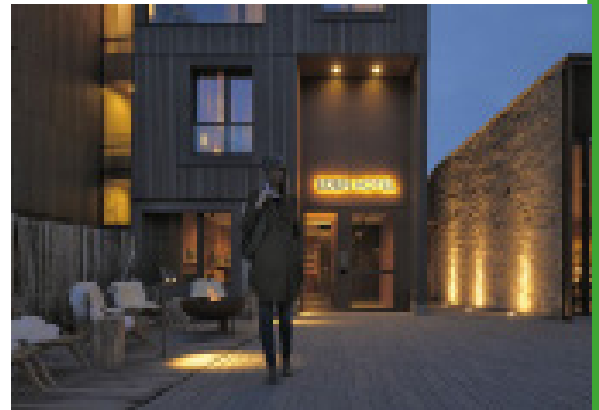
2011



DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE



La volumetria dell'Hotel è abbastanza massiccia ma risulta meno impattante grazie alla struttura a vari blocchi con piccoli edifici alti e stretti che permettono una permeabilità visiva sia verso monte che verso valle. Le facciate risultano svuotate grazie alla creazione di ampie loggie a doppia altezza ed enormi vetrate. La struttura segue il naturale andamento del terreno creando la doppia possibilità di ingresso, uno carrabile diretto dall'interno del parcheggio interrato e uno pedonale a monte direttamente dalle piste. All'interno l'hotel è costituito da 27 camere e suite rivestite in legno naturale.



DESCRIZIONE TECNOLOGICA

La tecnologia costruttiva è improntata alla massimizzazione dello scambio termico passivo dell'edificio, attraverso l'uso di pacchetti perimetrali superisolanti, attraverso la capacità di mitigazione climatica degli ambienti loggiati dei serramenti e dei vetri ad alte prestazioni. Gli edifici sono completamente rivestiti in legno ed i tetti in piode, pietra locale, che permette all'edificio di adattarsi all'ambiente e agli edifici tradizionali. In pianta l'aggregazione delle stanze ha consentito una distribuzione con corpi scala vetrati a coppie di ingressi, consentendo di sfruttare l'intervallo fra i corpi di fabbrica e animando la percorribilità trasversale dell'insieme.



copertura in piode



rivestimento esterno in legno



la struttura a blocchi permette una permeabilità visiva elevata

CAPITOLO 6

ANALISI DEL SITO E DELLO STATO DI FATTO

In questo capitolo viene presentato l'edificio oggetto di studi, esso è sito nella città di Sondrio, all'angolo tra via Fiume e via Parimbelli, nel centro della cittadina.

Verrà in seguito analizzato il funzionamento dell'edificio nelle condizioni attuali, con verifica delle trasmittanze e dei consumi così da poter studiare varie soluzioni per renderlo maggiormente performante, ridurre i consumi e l'impatto ambientale che purtroppo, data l'epoca in cui è stato costruito ed essendo altresì un edificio ALER, sono due fattori particolarmente gravanti sulla palazzina.

6.1 Morfologia della città di Sondrio

La città di Sondrio viene definita "città alpina" essa è una configurazione ambientale del tutto unica. Per comprendere tali aspetti occorre ripensare l'idea di "città", in relazione all'ambito montano, ed in special modo nel contesto "alpino". L'ambiente montano ha una sua civiltà che può definirsi completa e autonoma con caratteri di "montanità" nei quali non hanno alcun riscontro i principali caratteri costitutivi della civiltà "cittadina". La cultura montana è da intendersi, pertanto, in maniera fortemente differenziata da quella di città.

Il concetto di "città alpina" si basa sul popolo che si evolve per lungo tempo attraverso un nomadismo locale, e che acquisisce man mano piccoli stanziamenti come stazioni stagionali di differenti pratiche rurali.

Tuttavia la montagna ha inventato una sua forma di città, appunto la "città alpina", che, in differenti casi, ha assunto varie tipicità. Recentemente in ambito montano si sono sviluppate "città turistiche" che hanno stravolto quelle che un tempo erano "città alpine": infatti il modello urbanistico proprio degli insediamenti turistici è quello della metropoli, nel cui ambito vengono progettate le installazioni turistiche in montagna. Nel mondo alpino, assai prima dell'avvento dell'"età del turismo", si erano formati nuclei di "villaggi grossi" aventi funzione varia o di fiera mercantile o di nodo di attivazione di servizi comuni a molteplici villaggi sparsi. In taluni casi tali realizzazioni hanno assunto una configurazione particolare nell'adattarsi alla morfologia del sito in cui venivano a radicarsi.

Di volta in volta, le "città alpine" assumevano configurazioni tipiche distintive, talvolta anche con carattere di "unicità" e di "esclusività". Nel caso specifico della città di Sondrio, i caratteri che hanno permesso di definirla "città alpina" sono:

- l'aggregazione urbana ha sede in valle ma il sito si trova stretto tra ripidi versanti montani che impongono all'orizzonte stesso della "città" un paesaggio di verticalità del tutto assente in qualsiasi altra aggregazione urbana;
- i ripidi versanti montani s'innestano nel tessuto urbano che cresce al cospetto ed a misura delle strutturazioni rurali di tali pendii montani: la città stessa si è conformata in maniera funzionale alle pratiche di artificializzazione rurale del territorio che si sono tradotte nella trasformazione di tali scoscesi e ripidi versanti in vigneti, nei famosi vigneti "terrazzati" della Valtellina;
- tale "città alpina" non costituisce propriamente un territorio "intermedio" tra il mondo montano e il mondo "metropolitano": essa fa centro a sé, a servizio del mondo "montano", non a servizio del mondo "metropolitano";
- l'aspetto di "intermedietà" è caratteristico del territorio "terrazzato" che, in effetti, da un lato, si connette con un ambiente fortemente caratterizzato da "montanità" e, d'altro lato, si connette con un centro di servizi che è fortemente caratterizzato da alcuni aspetti "cittadini". È venuto così a crearsi un mondo caratterizzato da un ambiente "montano", rimasto tale in tutti i suoi caratteri più salienti, e congiuntamente da un ambiente "urbano";
- tale ambito così caratterizzato in maniera esclusiva da tale "città alpina" è incorniciato dall'alta montagna che, tra l'altro, costituisce una delle risorse rilevanti per la stessa vita cittadina: anzitutto quale grande risorsa idrica funzionale agli stessi "vigneti terrazzati"; poi come pascoli d'alta quota per l'attività d'alpeggio, di grande rilievo per l'allevamento del bestiame e per la produzione di formaggi, che costituiscono una delle risorse imprescindibili per le

fiere mercantili della “città alpina”. Nessuna regione ambientale trasformata artificialmente in territorio a vigneti intensivi può presentare la struttura urbana di “città alpina” quale è propria della Valtellina. Altre regioni a vigneto sono per lo più collinari, e hanno potuto fruire di tutt’altre risorse e hanno quindi avuto sorti diverse da quelle della città di Sondrio, Torna di grande rilievo, a fini culturali, il fatto che i vigneti terrazzati della Valtellina siano siti in una zona che è pienamente caratterizzata da tratti di montanità con spiccata verticalità dei versanti, andamento scosceso dei dossi, continuità con l’alta quota, clima con ampie escursioni e, insieme, da tratti urbanizzati in modo speciale che può considerarsi caratteristico esclusivamente della “città alpina”.

6.2 Piano di Governo del Territorio

Il Piano di Governo del Territorio vigente s’ispira ai principi e ai criteri di sostenibilità ambientale del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e del Piano Territoriale Regionale, dei quali rappresenta la declinazione alla scala locale, secondo criteri di coerenza e integrazione complessiva del sistema di governo del territorio.

Il Piano di Governo del Territorio è stato approvato con la Deliberazione di Consiglio Comunale n.40 del 06-06-2011 ed è in vigore dal 05/10/2011.

Dall’entrata in vigore del PGT, è stata riscontrata la necessità di procedere ad una sua parziale Revisione, al fine di aggiornare il Piano stesso, correggerne i piccoli errori materiali riscontrati in fase applicativa, apportare all’apparato normativo quelle semplificazioni, integrazioni e chiarimenti emersi sulla base dell’esperienza operativa dopo i primi anni di applicazione, prendere in considerazione alcune istanze pervenute da parte di privati, rivendendo inoltre alla luce dell’attuale situazione economica generale alcune previsioni del Documento di Piano, il tutto senza alterare l’impostazione complessiva originaria del Piano.

L’adozione di tale Revisione è avvenuta con DCC del 27-06-2014. (figura 6.1)

A partire dai principi generali gli obiettivi del PGT di Sondrio, sono i seguenti:

- Garantire rinnovate condizioni di centralità territoriale alla città di Sondrio mediante: la valorizzazione dei luoghi esterni all’area urbana, la riqualificazione diffusa, il rafforzamento delle sequenze urbane, la riconnessione dell’area urbana principale con le frazioni, il rafforzamento delle attività insediate caratterizzanti i diversi poli funzionali, il rafforzamento delle attività insediate caratterizzanti i diversi poli funzionali, il rafforzamento delle relazioni tra le attività insediate, il rafforzamento delle relazioni tra le attività e il paesaggio e l’ambiente, la tutela dei caratteri specifici dell’identità di Sondrio, il rafforzamento delle relazioni tra i luoghi dell’identità di Sondrio, l’utilizzo delle risorse presenti

- Rivedere il funzionamento urbano di Sondrio.

- Porre le condizioni per uno sviluppo sostenibile della città e del territorio: contenere il consumo di suolo da destinare all’urbanizzazione, agevolare interventi finalizzati alla bioedilizia o all’installazione di strutture e impianti per lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, ridurre la presenza delle auto nella zona urbana più centrale, rafforzare le connessioni pedonali e ciclabili tra l’area centrale e le aree periferiche, realizzare un sistema di parchi e di aree a verde.

Accanto al PGT dei servizi, vengono affiancate varie tavole dello studio del territorio, ambiti di trasformazione, studi geologici, carta dei tessuti consolidati e delle trasformazioni (figura 6.2) che, servono a delineare la situazione attuale presente in città, indicando i principali punti di forza e debolezza, per riuscire poi a realizzare un piano di governo del territorio atto ad ottimizzare le risorse presenti e a minimizzare le problematiche.

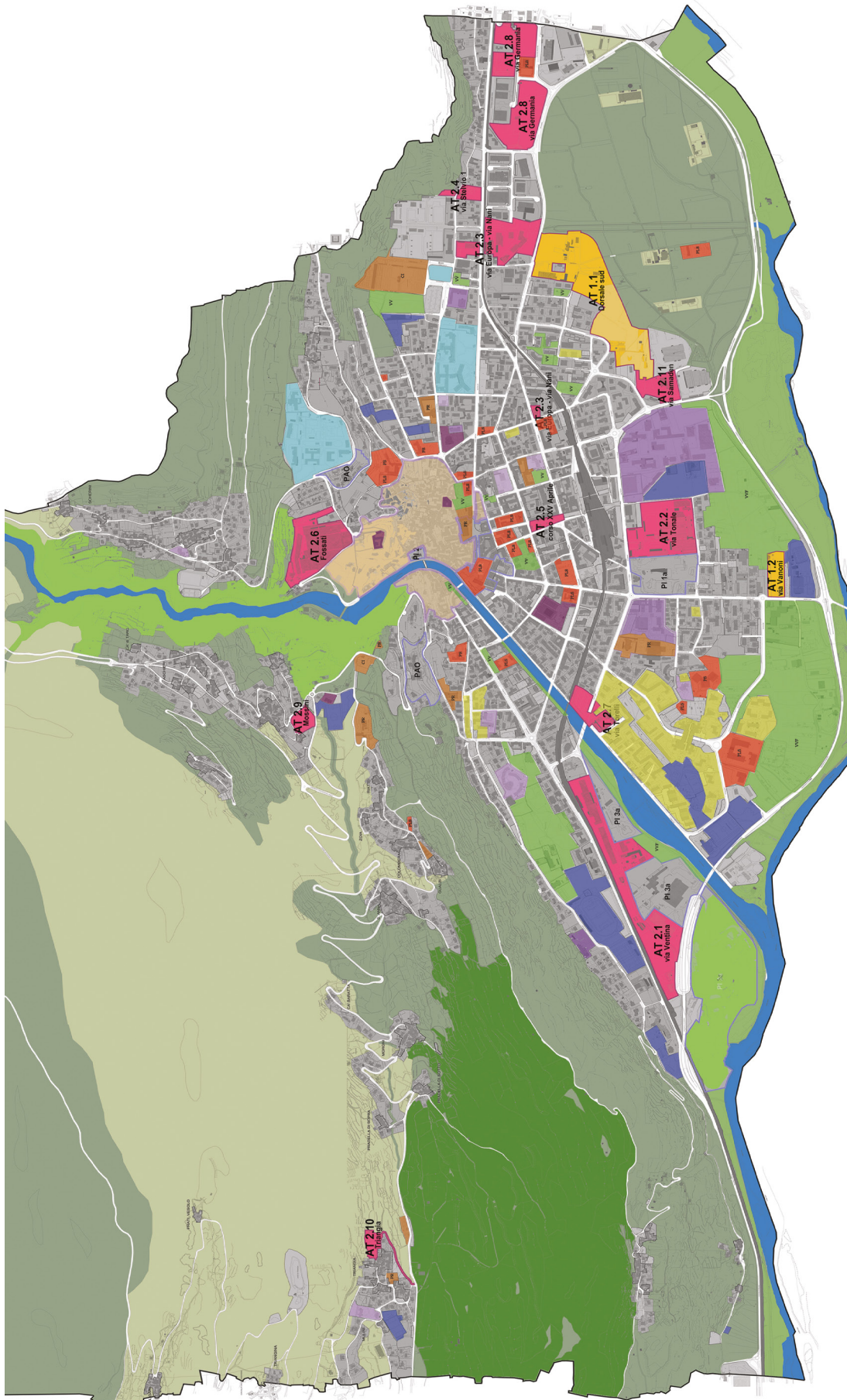


figura 6.1 PGT di Sondrio attualmente in vigore

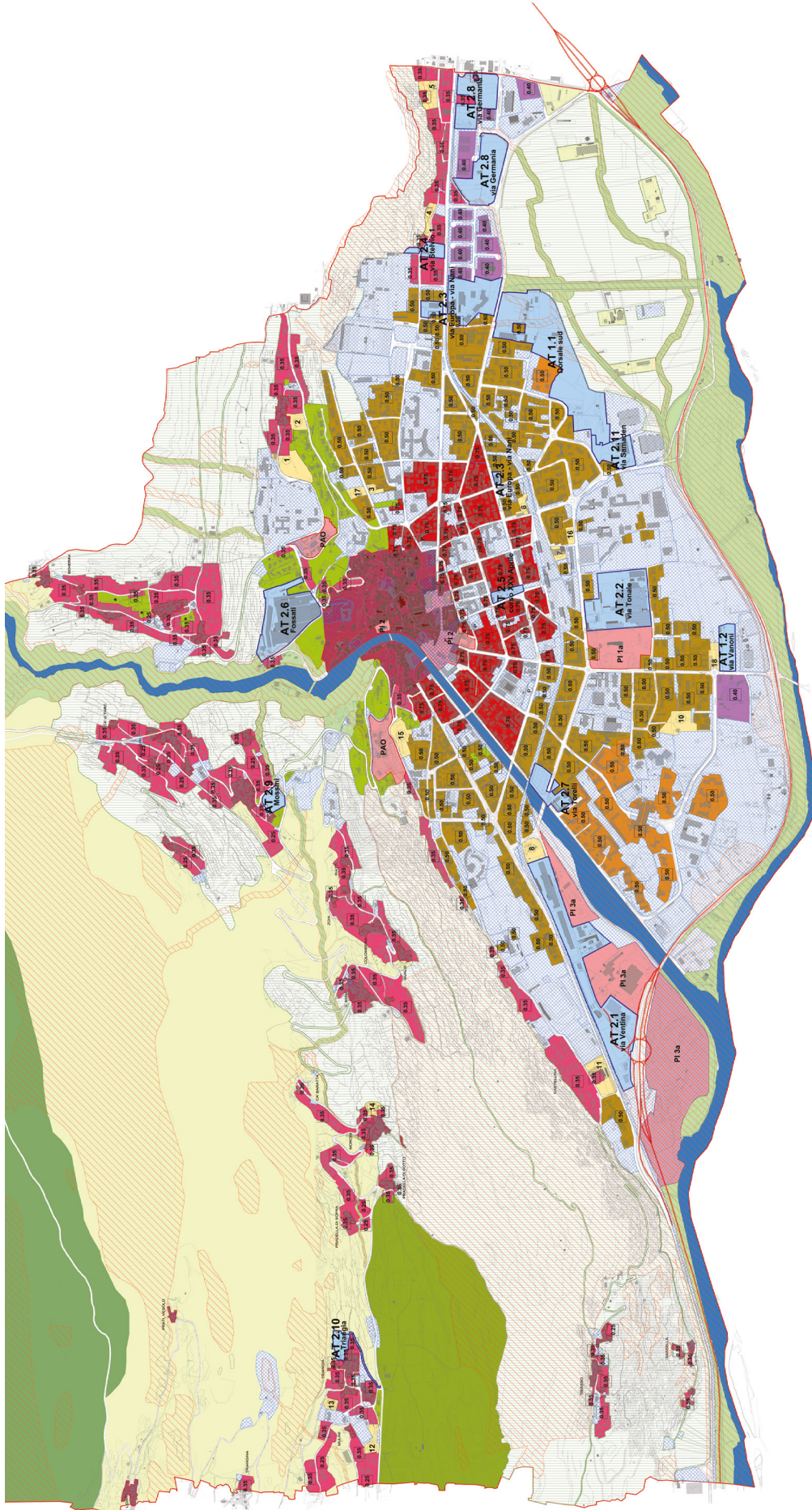


figura 6.2 PGT dei tessuti consolidati e delle trasformazioni

6.3 Situazione climatica a Sondrio

Sondrio rimane ai piedi della valle che costituisce il territorio valtellinese, altitudine 298m s.l.m.

coordinate 46°10' 9°50'

Il suo microclima rimane quindi più mite rispetto ai paesi del versante montano.

6.3.1 Temperatura e precipitazioni

Nella Tabella 6.1 vengono riportate le medie delle temperature (in °C) mensili e per decenni della città di Sondrio, dal 1971 al 2010.

Nella Tabella 6.2 vengono riportate le medie delle precipitazioni (in °mm) mensili e per decenni della città di Sondrio, dal 1971 al 2010.

Nella figura 6.3 e 6.4 vengono graficizzate le medie per decenni, si può quindi osservare che l'andamento durante i decenni ha subito solo lievi variazioni, le medie mostrano un clima caratterizzato da inverni freddi ed estati miti, le precipitazioni risultano scostanti durante l'anno.

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
1971	0,7	4,3	4,2	12,8	15,7	17,5	22,2	21,8	16,9	12,5	6	3,3
1972	1,6	5,4	9	11	14,7	18,1	20,7	19,7	13,7	11	6,1	1,9
1973	1,4	3,6	6,8	9,2	16	20,4	20,9	22,4	18,5	11,8	5,8	1,5
1974	3,6	5,4	8,8	11,8	15,6	17,7	21,4	22,2	17,4	7,9	6,1	3,9
1975	4,2	5,5	7,1	11,9	16,1	18,5	21,7	21,5	19,5	13,2	7	2,3
1976	3,7	5	7,2	12,3	17,2	21,4	23,5	18,6	15,1	12,8	7,4	2,5
1977	1,9	3,8	8,9	10,1	13,4	17,7	20	19,1	16,9	14,1	7	2
1978	2,5	3,1	9,6	9,3	11,6	17,7	19,8	23,4	17,4	11,9	8,4	3,1
1979	0,1	5,2	7,8	10,1	15,5	19,3	20,4	19,5	16,6	11,8	5,3	3,8
1980	0,5	5,2	8	10	14,4	17,5	19,1	22,2	19,4	11,4	6,9	2
1981	2	3,8	10,1	14,6	16	21,3	21,6	23,4	17,2	11,6	5,9	0,4
1982	1,5	3,7	7,6	12,8	17	21,5	23,8	21	20	12,6	8,6	3,6
1983	4,7	3	9,7	12,1	14,4	19,5	25,7	22,6	18,5	14,3	6,8	2,9
1984	3	3,8	7,5	12	13,2	19,7	22,6	21,7	16,5	12,6	7,8	3,7
1985	-2,1	2,6	6,1	11,7	15,2	17,9	22,6	20,7	18	13,2	4,5	3,1
1986	0,6	0,7	7,1	9,1	17,3	18,8	21,6	20,7	16,9	13,6	6,5	2,4
1987	1,5	3,7	5,4	12,7	14,4	18	23,5	22,7	22,3	13,4	8	4,4
1988	2,7	4	7,7	13,3	16,9	19,3	22,6	22	17,8	14,2	4	2,4
1989	1,6	5,1	10,8	11,1	17,6	19,3	23,1	22,4	18,8	12,2	6,1	1,8
1990	1,8	7,2	11,3	12,1	18,9	19,9	23,5	23,2	18,7	14,5	6,4	-1,2
1991	-0,4	-0,8	9,3	11,8	14,8	19,5	24	25	20,8	12	6,3	1,7
1992	1,9	5,6	9,2	11,9	18,3	18,7	22,4	24,6	17,8	10,9	7,7	2,5
1993	3	4,4	8,2	12,8	17,4	20,4	20,9	23,3	16,4	11,1	6	2,9
1994	4,1	4,5	12,7	12,1	16,8	20,3	24,9	23,1	17,3	12,1	9,3	4
1995	1,7	5	6,5	12,3	15,7	17,7	23,2	21	14,3	13,5	5,5	1,6
1996	1,9	1,8	6,9	12,7	15,7	20,5	20,6	20,1	14,9	12	6,4	2,3
1997	2	5,1	10,7	11,6	16	18,3	20,4	22	19,1	12,6	6,1	2
1998	1,8	6,2	8,8	10,6	16,9	20,3	21,4	22,4	16,7	11,1	3,3	0
1999	1,4	2,3	8,2	12,2	18	18,6	22	21,5	18,3	12,4	5	0,5
2000	0,5	5,2	9,6	12,9	19,1	22,3	21,1	23,1	19,1	13,7	7,2	3,7
2001	2,1	5,1	9,1	10,6	17,9	18,8	22,1	22,6	14,6	15	5,2	0,7
2002	1	5,9	10,6	13,6	16,1	20,6	20,5	20,1	16,1	12,8	8,1	3,6
2003	1,3	1	9,5	12,4	17,8	24,5	23,2	24,4	17	10,3	6,5	2,3
2004	0,9	3,6	7,3	11,9	15,2	20,7	21,5	21,5	18,6	14,1	6,3	2,1
2005	0,8	2,5	8,2	12,5	17,9	21,9	22,5	20,5	18,8	12,6	5,7	-1,6
2006	-1,8	1,8	7	13,2	17	21,6	25,1	19,9	20	14,1	7,6	2,1
2007	4,3	6,6	10,2	16,7	17,7	20,9	22,4	21,3	16,8	13,1	5,5	0,7
2008	2,7	5	8,6	11,6	17	20,6	21,7	22,1	16,7	13	6,5	1,6
2009	0,6	4	8,9	13,7	18,5	20,2	22,4	23,9	19	12,6	7,2	1,1
2010	0,2	2,9	8,1	12,6	15,4	20,5	24,1	21,4	17,3	11,4	7,1	-0,2

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
media '70	2,19	4,59	7,71	10,94	15,09	18,70	21,18	20,91	16,89	11,89	6,57	2,70
media '80	1,60	3,56	8,00	11,94	15,64	19,28	22,62	21,94	18,54	12,91	6,51	2,67
media '90	1,92	4,13	9,18	12,01	16,85	19,42	22,33	22,62	17,43	12,22	6,20	1,63
media '00	1,15	3,96	8,83	12,88	17,24	21,15	22,42	21,89	17,64	12,97	6,63	1,46

tabella 6.1 Temperature di Sondrio

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
1971	48,8	33,6	88,6	47,8	110	104,4	42,2	106	27,6	9	131	24
1972	19,8	37	72,4	53,8	82,4	139	115,6	58,4	113,5	29,2	20,6	40,2
1973	20,8	6,4	4	56,2	69,4	87	185	37	54,4	131,6	16,2	43,4
1974	13,8	64,4	41,6	53,2	73,8	144	71,8	127,6	111,6	58,2	79,8	7
1975	86,6	29,8	124,4	69	136,8	121,8	40,8	124	149,6	71,6	72,6	58
1976	2,8	24,4	4,6	68	49,8	32,4	67,8	81,5	269,2	248,6	114,4	37,2
1977	182,6	112,8	141	97,8	228	91,2	119,6	247,8	19,8	124,6	26,2	28,8
1978	117,8	84,4	37,6	59	124,6	115,6	149	83,2	16,6	82,8	11	77
1979	90,2	37,8	182,4	73,2	44,2	92,4	56,8	120,7	119,6	253,3	71,6	95,4
1980	18,2	16,8	41,8	3,6	83,2	95,6	108,2	38	17,4	269,6	43,5	4,4
1981	2,2	1	124,6	45,2	161,4	50,8	178,4	26	232,2	94,6	0	73,2
1982	61,6	7,8	63,4	9,8	99,6	81	61,6	167	98,8	122,4	129	89,8
1983	13,8	10	63	114,8	300,4	15,2	14,2	69,2	87	35	8,4	128,8
1984	9,4	37,8	86,4	60	224	78,4	8,2	53	134	113,4	59	51,2
1985	90	10	133,4	58,4	142,6	92,8	81	101,2	25	13,8	90,6	62,8
1986	38	61,8	33,2	251	105	28	21,2	146,6	44,8	9,4	35,2	4,2
1987	10	90	16,5	72	102,5	118	243,7	153	48,3	123	34,5	27
1988	72,4	55,2	42,6	40	152	143,2	46,8	86,2	59,8	193	5,4	35,2
1989	0	98	27,2	256,8	52,2	108,2	101,8	64,4	49,2	6,4	51,6	84,4
1990	24	30,6	4,8	113,2	60,8	168,1	57,2	43,6	59,2	129,8	92,4	43,8
1991	36	29,8	86,6	41,6	48	74,2	47,4	10,6	136,2	113	63,6	42,4
1992	23,8	17,4	75	132,2	65,2	188,8	119	94,6	133,7	183	47,4	126,2
1993	0	7,6	24,8	41,6	53,2	124	124,8	80	277,4	342,8	37,4	19,1
1994	174	42,8	21,6	55	116,8	60,2	161	119	250	28,4	118,6	35,4
1995	43	47,8	36,2	105,8	98,4	68,8	43,6	40,8	132,4	8,2	44,6	69,2
1996	85,6	14	22,6	24,8	98	9,03	114,8	168,6	20,6	121	253	59,2
1997	67,6	0	5,8	25	74,4	273	103	120,2	30,8	19,8	160,4	79,3
1998	36,6	23	0	172	43,6	105,8	139	54	169,8	146,4	16,2	2,2
1999	55,1	5,4	91,2	86,8	78	116,8	82,8	163	216,4	154	80	49,8
2000	0	5,6	58	147,4	107,4	70,6	217,8	122,3	97,4	285,4	372,8	41,2
2001	127,2	33,2	181	76,9	100,9	150,3	78,2	123,2	74,1	85,1	9,2	3,8
2002	13,7	65	65,5	28	231,9	86,4	71,6	95,5	47,1	75,9	472,3	31
2003	39	5	4	30	91	19	144	68	9	146	136	80
2004	12	51	79	55	82	34	91	59	26	168	86	41
2005	4	0	24	79	84	72,2	96,2	66	99	82,6	40,2	49,6
2006	53,5	66,8	67,3	74,8	62,4	34,1	84,3	113,7	71,6	63	25,8	93,2
2007	47,3	18,8	39,2	19	72,5	87,4	78,6	132,2	64,5	11,4	93,7	6,3
2008	95,1	33	26,7	152,1	120,9	120,6	190,7	78,4	133,1	109,2	160,2	134
2009	62,3	89,7	67,7	117,3	38,4	88,7	143,1	33,1	93,6	56,8	182,4	174,9
2010	26,4	69,7	36,8	75,4	211,8	81,4	57,4	141,8	177,2	143,5	186	116,1

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
media '70	64,8	47,84444	77,4	64,22222	102,1111	103,0889	94,28889	109,5778	97,98889	112,1	60,37778	45,66667
media '80	31,56	38,84	63,21	91,16	142,29	81,12	86,51	90,46	79,65	98,06	45,72	56,1
media '90	54,57	21,84	36,86	79,8	73,64	118,873	99,26	89,44	142,65	124,64	91,36	52,66
media '00	43,68182	39,8	59,01818	77,71818	109,3818	76,79091	113,9	93,92727	81,14545	111,5364	160,4182	70,1

tabella 6.2 Precipitazioni di Sondrio

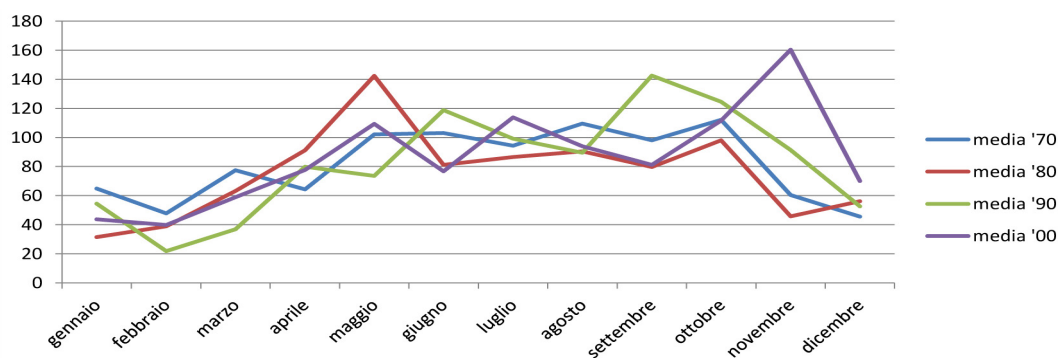


Figura 6.4 Precipitazione di Sondrio per decenni

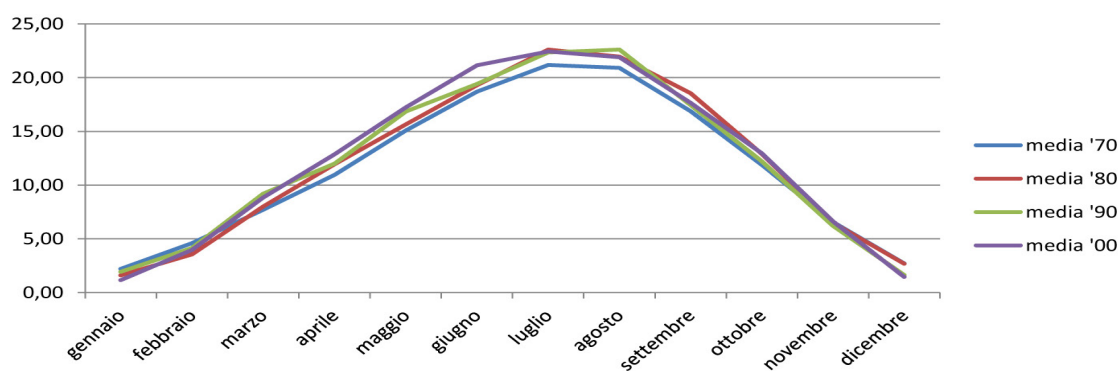


Figura 6.3 Temperature di Sondrio per decenni

6.3.4 Radiazione

Nella Tabella 6.3 è riportata la media della radiazione solare (valori in W/m^2) nella città di Sondrio dal 2005 ad oggi.

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
2005	---	539	665	776	908	919	957	810	672	429	343	293
2006	302	415	606	825	886	937	933	911	629	447	317	288
2007	330	464	664	822	883	1010	926	866	700	519	355	287
2008	290	473	460	829	808	934	960	849	718	504	357	278
2009	334	505	676	849	948	1028	948	818	710	546	329	281
2010	352	469	637	830	929	1008	930	870	748	449	324	252
2011	345	483	628	838	949	944	977	856	693	545	364	277
2012	328	464	639	800	971	990	965	826	654	495	343	298
2013	319	467	573	745	969	935	1016	905	736	474	345	265
2014	295	399	674	819	1019	1002	931	839	---	---	---	---

tabella 6.3 Radiazione nella città di Sondrio

6.3.5 Vento

Nella Tabella 6.4 è riportata la media della radiazione solare (valori in W/m^2) nella città di Sondrio dal 2004 ad oggi.

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
2004	---	---	2,9	4,2	4,9	5,7	4,5	3,9	3,2	1,5	1,7	0,7
2005	1,4	2,6	3,5	4,9	5,4	6,2	5,2	4,4	2,8	1,4	1	1,4
2006	0,9	1,3	4,6	5,5	6	7,3	6,9	4,6	2,8	1,8	2,5	1,3
2007	2,3	2,8	5	6,3	5,9	5,9	6,2	4,4	3,7	2,4	2,7	1,5
2008	1,6	2,1	5,1	4,7	5,2	4,9	4,9	4,2	3,1	2	2,1	1,7
2009	1,4	2,9	4,6	4,5	5	5,3	5,5	5	3,2	2,5	1,6	1,6
2010	1,6	1,8	4,2	5,2	4,8	5,2	6,1	4,5	2,9	1,6	1,6	1,8
2011	1,2	1,9	3,6	4,8	4,4	4,1	4,6	3,8	2,6	2	0,8	1,5
2012	1,7	1,9	3,1	4,2	5	4,5	4,4	5	2,6	1,8	1,2	1,3
2013	1,1	1,9	1,3	3,1	4,1	4,9	6	5,1	2,9	2,1	1,7	1,4
2014	1,5	2	2,8	4,4	5,3	4,6	4,1	4,4	---	---	---	---

tabella 6.4 Vento nella città di Sondrio

6.4 Analisi del quartiere: Via Fiume

La palazzina oggetto di studio è la numero 22 del complesso di case popolari costruito dalla Aler nel 1965, sito nella città di Sondrio, nella centrale via Fiume.(figura 6.5)

Esso è costituito da quattro edifici, speculari due a due.

La palazzina 22 (figura 6.6) è realizzata da sei piani fuori terra, cinque adibiti ad abitazioni, essi sono tutti uguali e formati da quattro appartamenti, mentre il piano terra è adibito a box e cantine.

In origine il quartiere era stato studiato per poter dare alloggio anche a persone meno benestanti, inserendole in un complesso costituito da zone verdi, luoghi pubblici di aggregazioni e confortevoli alloggi.

Oggi a causa del susseguirsi di passaggi di proprietà o affittuari e della mancata o limitata manutenzione le zone verdi sono pressochè assenti, l'esterno completamente asfaltato è stato adibito a parcheggi per gli abitanti e il tutto risulta essere abbastanza trascurato.

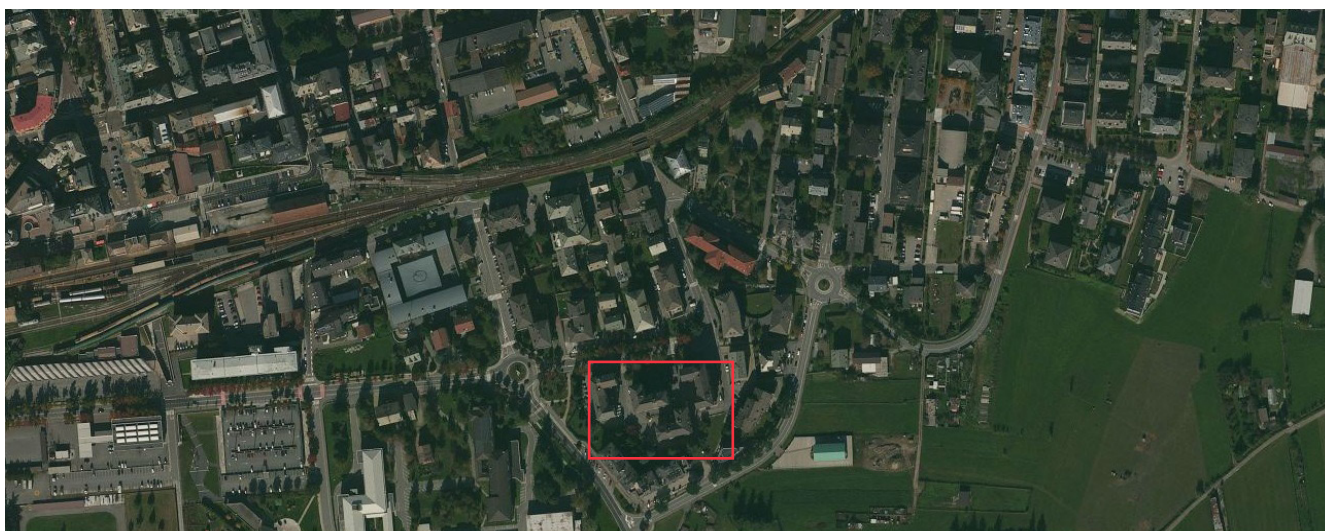


Figura 6.5 zona insediativa del complesso Aler, nel riquadro rosso viene messa in evidenza la palazzina oggetto di studio



Figura 6.6 vista della palazzina 22 dal parco antistante

6.5 Analisi stato di fatto edificio 22

Il primo approccio con l'edificio è stato fatto effettuando il sopralluogo per il rilievo fotografico, dopodichè grazie alla Aler ho potuto reperire e usufruire dei progetti depositati nei loro archivi. Al lotto si accede tramite via Fiume ma è presente anche un ingresso carrabile in via Tonale e un ingresso pedonale dal parco in via Tonale.

Il lotto confina a nord con via Tonale, a sud con via Donatori di sangue, a est con via Fiume ed a ovest con via Samaden.

Prima di entrare nel merito del lavoro di analisi, è necessario comprendere l'edificio attraverso una breve descrizione, operazione che ha costituito il primo step dell'attività di valutazione energetica.

La palazzina numero 22 risale all'anno 1965, è costituita da sei piani fuoriterra e presenta una distribuzione planimetrica abbastanza semplice e lineare a L rovesciata. Si può entrare nei piani residenziali dell'edificio attraverso due vani scala, ciascuno dei quali serve due appartamenti. I suddetti vani sono posti sul lato sud e sul lato est della palazzina. Il piano terra, è occupato da:

- 18 box
- 2 vani scala
- 2 vani ascensore
- 7 cantine
- 1 centrale termica
- centralina elettrica, tutti locali attualmente non riscaldati.

Il piano tipo, come si vede in figura 6.7, che caratterizza i restanti 5 piani d'elevato è costituito da:

- 2 appartamenti da 78.50m²
- 1 appartamento da 76.50m²
- 1 appartamento da 72.00m²
- 2 vani scala
- 2 vani ascensore

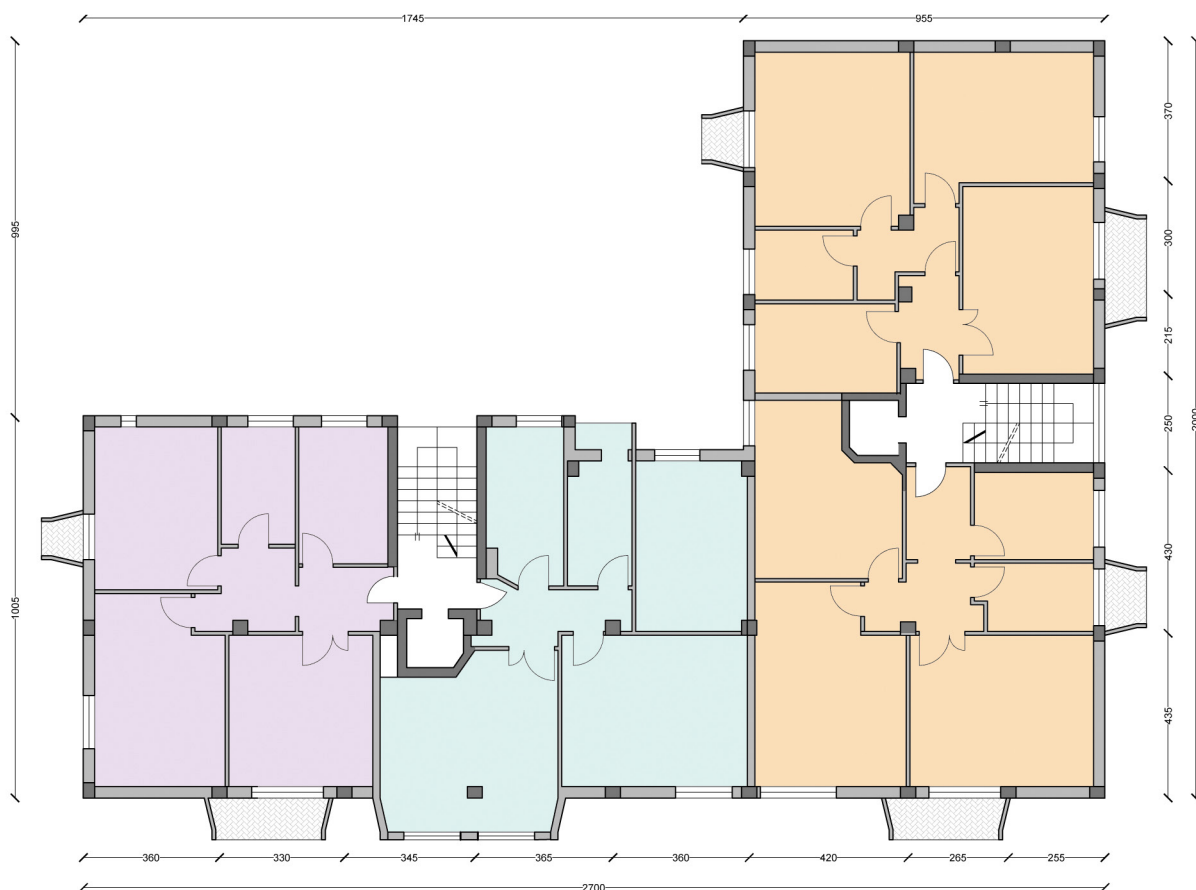


Figura 6.7 pianta piano tipo

Il vano scala del lato est arriva in copertura dove sono presenti 2 piccole stanze adibite a deposito.

Nel periodo costruttivo del complesso le principali tecniche costruttive utilizzate risultano essere: struttura portante in muratura o pietra per il solo piano terra adibito a box, telai in C.A. e misti per i restanti piani, i solai sono misti in latero cemento e spine in C.A., i tamponamenti sono invece in laterizio.

6.5.1 Valore limite della prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Quanto appena descritto costituisce il punto di partenza per lo studio delle performance energetiche dell'edificio ALER oggetto di studio soprattutto quando vi è la necessità di progettare interventi di riqualificazione finalizzati ad un riutilizzo dello stesso, che si preoccupino anche di ridurre l'impatto sull'ambiente in termini, ad esempio, di emissioni di anidride carbonica in atmosfera. L'analisi energetica si è basata sulla valutazione della superficie lorda disperdente dell'edificio e del volume lordo dello stesso, dati che hanno fornito le prime indicazioni utili sul possibile comportamento energetico dell'edificio. È stata calcolata una superficie disperdente di 1434.35 mq e un volume pari a 5143.86 mc, con un conseguente rapporto S/V di 0,27.

E' stato poi affrontato lo studio delle trasmittanze e dei fabbisogni richiesti dall'edificio allo stato attuale, è proseguita con l'esame dell'orientamento dell'edificio, che svolge un ruolo determinante nel comportamento dell'edificio poiché fornisce informazioni preziose sugli apporti energetici gratuiti.

Si è di seguito calcolato, come mostra la figura 6.8 l'EPLimit, in base ai valori di legge del 2010. L'EP limite dal dlgs 192/05, è definito come il valore di EPi che dovrebbe avere un appartamento identico nuovo, avente cioè stessa superficie e collocazione geografica. Le figure 6.9, 6.10 e 6.11 mostrano invece i limiti imposti dalla legge rispettivamente per il riscaldamento invernale, l'acqua calda sanitaria e il riscaldamento globale.

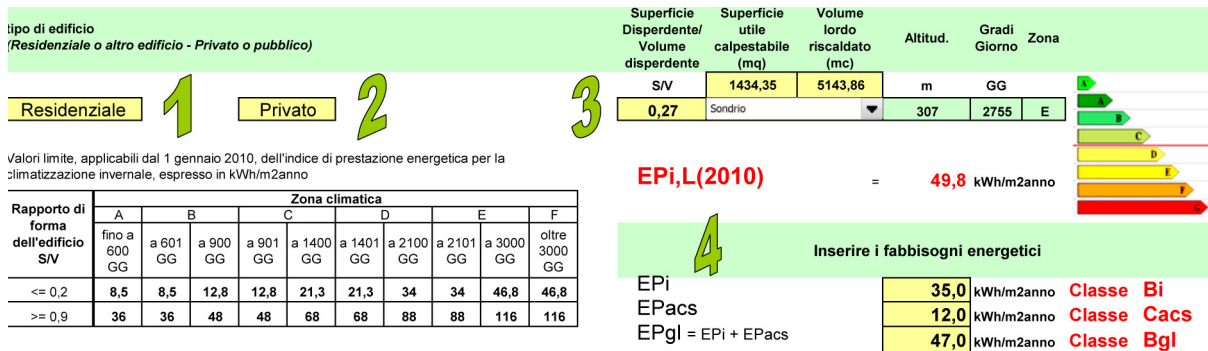


Figura 6.8 EP limite

classificazione prestazione energetica riscaldamento invernale

	classe Ai+	< 0,25 EPil (2010)	classe Ai	<12,5 kWh/m ² a
0,25 EPil (2010) ≤	classe Ai	< 0,50 EPil (2010)	classe Ai	<24,9 kWh/m ² a
0,50 EPil (2010) ≤	classe Bi	< 0,75 EPil (2010)	classe Bi	<37,4 kWh/m ² a
0,75 EPil (2010) ≤	classe Ci	< 1,00 EPil (2010)	classe Ci	<49,8 kWh/m ² a
1,00 EPil (2010) ≤	classe Di	< 1,25 EPil (2010)	classe Di	<62,3 kWh/m ² a
1,25 EPil (2010) ≤	classe Ei	< 1,75 EPil (2010)	classe Ei	<87,2 kWh/m ² a
1,75 EPil (2010) ≤	classe Fi	< 2,50 EPil (2010)	classe Fi	<124,5 kWh/m ² a
	classe Gi	≥ 2,50 EPil (2010)	classe Gi	> 124,5 kWh/m ² a

Figura 6.9 classificazione prestazione energetica riscaldamento invernale

		classificazione energetica acqua calda sanitaria		
	classe Aacs	<9 kWh/m ² a	classe Aacs	<9 kWh/m ² a
9 kWh/m ² a ≤	classe Bacs	<12 kWh/m ² a	classe Bacs	<12 kWh/m ² a
12 kWh/m ² a ≤	classe Cacs	<18 kWh/m ² a	classe Cacs	<18 kWh/m ² a
18 kWh/m ² a ≤	classe Dacs	<21 kWh/m ² a	classe Dacs	<21 kWh/m ² a
21 kWh/m ² a ≤	classe Eacs	<24 kWh/m ² a	classe Eacs	<24 kWh/m ² a
24 kWh/m ² a ≤	classe Facs	<30 kWh/m ² a	classe Facs	<30 kWh/m ² a
	classe Gacs	≥30 kWh/m ² a	classe Gacs	≥30 kWh/m ² a

Figura 6.10 classificazione energetica acqua calda sanitaria

		classe Agl+	< 0,25 EPil (2010)	+ 9 kWh/m ² a	
0,25 EPil (2010)	+	9 kWh/m ² a ≤	classe Agl	< 0,50 EPil (2010)	+ 9 kWh/m ² a
0,50 EPil (2010)	+	9 kWh/m ² a ≤	classe Bgl	< 0,75 EPil (2010)	+ 12 kWh/m ² a
0,75 EPil (2010)	+	12 kWh/m ² a ≤	classe Cgl	< 1,00 EPil (2010)	+ 18 kWh/m ² a
1,00 EPil (2010)	+	18 kWh/m ² a ≤	classe Dgl	< 1,25 EPil (2010)	+ 21 kWh/m ² a
1,25 EPil (2010)	+	21 kWh/m ² a ≤	classe Egl	< 1,75 EPil (2010)	+ 24 kWh/m ² a
1,75 EPil (2010)	+	24 kWh/m ² a ≤	classe Fgl	< 2,50 EPil (2010)	+ 30 kWh/m ² a
		classe Ggl	≥ 2,50 EPil (2010)	+ 30 kWh/m ² a	

classificazione prestazione energetica globale

classe Agl+	< 21,5 kWh/m ² a
classe Agl	< 33,9 kWh/m ² a
classe Bgl	< 49,4 kWh/m ² a
classe Cgl	< 67,8 kWh/m ² a
classe Dgl	< 83,3 kWh/m ² a
classe Egl	< 111,2 kWh/m ² a
classe Fgl	< 154,5 kWh/m ² a
classe Ggl	> 154,5 kWh/m ² a

Figura 6.11 classificazione energetica globale

l' EPI rappresenta l'energia che si consuma in un anno per riscaldare un metro quadro di appartamento, è espressa in kWh/m²a ed è l'indice che meglio permette di confrontare tra loro vari immobili, facendo riferimento alla prestazione di riscaldamento.

L'EPacs, indice energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria indica invece cosa si deve consumare in un anno per produrre l'acqua calda sanitaria, sempre riferita ad ogni metro quadro della casa. Il suo valore dipende in gran parte dal modo con cui essa viene prodotta, ossia se con caldaia autonoma, boiler a gas, boiler elettrico o altro. In genere il sistema meno efficiente che porta ad un valore di EPacs più alto è quello con boiler elettrico. La somma dei due indici cioè EPI+EPacs fornisce quello che nella Certificazione Energetica è chiamato EPgl indice energia primaria globale che non è altro che la somma degli altri due. E' importante rilevare che la collocazione in una delle classi energetiche da A a G, si fa con riferimento a quest'ultimo indice, l'EPgl. Per avere quindi un immobile in una classe "buona" occorre che siano efficienti sia il sistema edificio-impianto sul riscaldamento, sia il sistema di produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

Durante la riqualificazione energetica globale di un immobile esistente e conseguente richiesta delle detrazioni fiscali 55%-65%, è indispensabile il calcolo dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale dell'intero edificio e la sua verifica dei valori EPI limite più restrittivi come si evince dal calcolo mostrato in figura 6.12.

Le figure 6.13, 6.14, e 6.15 mostrano i limiti imposti dalla legge rispettivamente per il riscaldamento invernale, l'acqua calda sanitaria e il riscaldamento globale con la detrazione dal 55% al 65%.

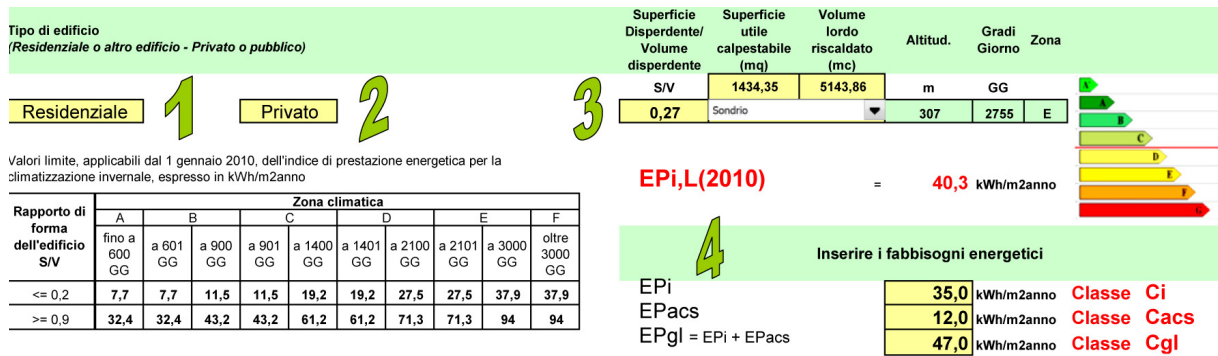


Figura 6.12 EP limite con la detrazione

classificazione prestazione energetica riscaldamento invernale

classe Ai+	< 0,25 EPil (2010)	classe Ai	< 10,1 kWh/m ² a	
0,25 EPil (2010) ≤	classe Ai	< 0,50 EPil (2010)	classe Ai	< 20,2 kWh/m ² a
0,50 EPil (2010) ≤	classe Bi	< 0,75 EPil (2010)	classe Bi	< 30,3 kWh/m ² a
0,75 EPil (2010) ≤	classe Ci	< 1,00 EPil (2010)	classe Ci	< 40,3 kWh/m ² a
1,00 EPil (2010) ≤	classe Di	< 1,25 EPil (2010)	classe Di	< 50,4 kWh/m ² a
1,25 EPil (2010) ≤	classe Ei	< 1,75 EPil (2010)	classe Ei	< 70,6 kWh/m ² a
1,75 EPil (2010) ≤	classe Fi	< 2,50 EPil (2010)	classe Fi	< 100,9 kWh/m ² a
classe Gi	≥ 2,50 EPil (2010)	classe Gi	> 100,9 kWh/m ² a	

Figura 6.13 classificazione prestazione energetica riscaldamento invernale

classificazione energetica acqua calda sanitaria

classe Aacs	< 9 kWh/m ² a	classe Aacs	< 9 kWh/m ² a	
9 kWh/m ² a ≤	classe Bacs	< 12 kWh/m ² a	classe Bacs	< 12 kWh/m ² a
12 kWh/m ² a ≤	classe Cacs	< 18 kWh/m ² a	classe Cacs	< 18 kWh/m ² a
18 kWh/m ² a ≤	classe Dacs	< 21 kWh/m ² a	classe Dacs	< 21 kWh/m ² a
21 kWh/m ² a ≤	classe Eacs	< 24 kWh/m ² a	classe Eacs	< 24 kWh/m ² a
24 kWh/m ² a ≤	classe Facs	< 30 kWh/m ² a	classe Facs	< 30 kWh/m ² a
classe Gacs	≥ 30 kWh/m ² a	classe Gacs	≥ 30 kWh/m ² a	

Figura 6.14 classificazione energetica acqua calda sanitaria

classe Agl+	< 0,25 EPil (2010)	+ 9 kWh/m ² a		
0,25 EPil (2010) +	9 kWh/m ² a ≤	classe Agl	< 0,50 EPil (2010)	+ 9 kWh/m ² a
0,50 EPil (2010) +	9 kWh/m ² a ≤	classe Bgl	< 0,75 EPil (2010)	+ 12 kWh/m ² a
0,75 EPil (2010) +	12 kWh/m ² a ≤	classe Cgl	< 1,00 EPil (2010)	+ 18 kWh/m ² a
1,00 EPil (2010) +	18 kWh/m ² a ≤	classe Dgl	< 1,25 EPil (2010)	+ 21 kWh/m ² a
1,25 EPil (2010) +	21 kWh/m ² a ≤	classe Egl	< 1,75 EPil (2010)	+ 24 kWh/m ² a
1,75 EPil (2010) +	24 kWh/m ² a ≤	classe Fgl	< 2,50 EPil (2010)	+ 30 kWh/m ² a
classe Ggl	≥ 2,50 EPil (2010)	+ 30 kWh/m ² a		

classificazione prestazione energetica globale

classe Agl+	< 19,1 kWh/m ² a
classe Agl	< 29,2 kWh/m ² a
classe Bgl	< 42,3 kWh/m ² a
classe Cgl	< 58,3 kWh/m ² a
classe Dgl	< 71,4 kWh/m ² a
classe Egl	< 94,6 kWh/m ² a
classe Fgl	< 130,9 kWh/m ² a
classe Ggl	> 130,9 kWh/m ² a

Figura 6.15 classificazione energetica globale

6.5.2 Trasmittanze

La trasmissione del calore avviene attraverso un corpo quando esso è sottoposto ad una differenza di temperatura. L'energia si trasferisce dal punto a temperatura maggiore al punto a temperatura minore. La schematizzazione che si applica alla trasmissione di calore si basa su tre meccanismi fondamentali la conduzione, la convezione e l'irraggiamento.

L'analisi rigorosa di questo fenomeno si basa su basi teoriche molto complesse, e quindi per rendere più agevole lo sviluppo dei calcoli si ipotizzano le seguenti condizioni:

- regime stazionario (flusso di calore costante nel tempo)
- parete piana di estensione infinita
- materiale componente perfettamente omogeneo ed isotropo
- le due facce esterne della parete sono considerate come superfici isoterme

La trasmittanza U (UNI EN ISO 6946) si definisce come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico limite e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati.

$$U = 1 / R_t$$

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

con:

R_{si} = resistenza superficiale interna;

R₁; R₂; ... R_n = resistenze termiche utili di ciascuno strato;

R_{se} = resistenza superficiale esterna.

$$R = d / \lambda$$

con:

d = spessore dello strato di materiale nel componente;

λ = conduttività termica utile calcolata secondo ISO/DIS 10456.2 oppure ricavata da valori tabulati.

Anche i serramenti devono essere studiati per valutare il loro coefficiente di trasmittanza, tanto più è performante quanto più sarà basso il suo valore di trasmittanza.

Al calcolo della trasmittanza concorrono più elementi dell'infisso, ma i principali sono il vetro e la struttura del telaio e delle ante si valutano quindi i valori di trasmittanza della struttura del telaio e delle ante, generalmente secondo calcoli in conformità alla norma EN 10077-2, si associano al calcolo della trasmittanza del vetro per poi determinare U_w, valore complessivo del serramento.

Per i fabbricati esistenti la normativa nazionale stabilisce oltre al limite dettato dalla zona climatica, un altro limite facoltativo massimo, più basso del precedente, che bisogna rispettare

se vogliono essere richieste agevolazioni fiscali correlate al risparmio energetico. I requisiti richiesti per accedere alla detrazione fiscale sono i medesimi per serramenti vetrati o porte di ingresso che siano a divisione di zone calde e zone fredde (no quindi serramenti di box o cantine ecc) e sono stati definiti dal Decreto del Ministro dello Sviluppo economico dell'11 marzo 2008 e successivamente modificati dal Decreto 26 gennaio 2010, figura 6.16.

zona climatica	limiti di trasmittanza termica delle chiusure trasparenti nel loro complesso (vetro + serramento) dal 01/01/2010 U_w (W/m ² K)		limiti di trasmittanza termica delle chiusure trasparenti nel loro complesso (vetro + serramento) dal 26/01/2010 con detrazione del 65% U_w (W/m ² K)	
	A	4,6		3,7
B	3,0		2,4	
C	2,6		2,1	
D	2,4		2	
E	2,2		1,8	
F	2,0		1,6	

Figura 6.16 limiti di trasmittanza dei serramenti

Di seguito vengono mostrate le trasmittanze relative alle superfici opache orizzontali e verticali, e le trasmittanze dei serramenti dell'edificio oggetto di studio come sono allo stato attuale.

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																		
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T		[sec]	86400																																																			
				Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W]	0,13																																																			
				Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W]	0,04																																																			
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]																																																
Rsi	<input checked="" type="checkbox"/> Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,130																																																
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	1,800		1000	1800		0,117	0,128	0,008																																																
2	<input type="checkbox"/> forato	0,080	0,350		840	750		0,124	0,647	0,229																																																
3	<input checked="" type="checkbox"/> aria	0,070	0,350				0,180	-	-	0,180																																																
4	<input type="checkbox"/> forato	0,120	0,800		840	1800		0,121	0,995	0,150																																																
5	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	1,800		1000	1800		0,117	0,138	0,022																																																
6	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																
Rse	<input checked="" type="checkbox"/> Aria Strato laminare esterno									0,040																																																
Spessore totale componente [cm]				30,00			Resistenza termica totale [m2K/W]				0,759																																															
RISULTATI																																																										
Regime periodico stabilizzato T = 24 ore						Regime stazionario																																																				
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]	0,500			Massa superficiale		Ms [kg/m2]	330																																																	
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]	7,80			Resistenza termica totale		Rt [m2K/W]	0,759																																																	
Trasmittanza termica periodica		 Yie [W/m2K]	0,659			Trasmittanza		U [W/m2K]	1,318																																																	
Ammettenza termica lato interno		Yii [W/m2K] , [h]	4,31		2,42		Conduttanza		C [W/m2K]	1,698																																																
Ammettenza termica lato esterno		Yee [W/m2K] , [h]	9,62		2,77		Capacità termica areica		Cta [kJ/m2K]	286																																																
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m2K]	67,4		105,5		Costante di tempo		τ [h]	60																																																
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m2K]	140,7		185,4																																																					
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																										
Parete disperdente		fsd [-]	0,440		-0,250																																																					
Parete interna		fsi [-]	0,362		-0,330																																																					
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																				
Indice potere fonoisolante		Rw (dB) [dB]	48,37																																																							
Rapporto tecnico UNI																																																										
<input checked="" type="radio"/>		Laboratori italiani																																																								
<input type="radio"/>		Formula CEN																																																								
Altre formule																																																										
<input type="radio"/>		Pareti monostrato																																																								
<input type="radio"/>		In laterizio alleggerito																																																								
<input type="radio"/>		In laterizio																																																								
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa																																																								
<input type="radio"/>		Pareti doppie																																																								
<input type="radio"/>		In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																								
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																								
<input type="radio"/>		Solai																																																								
<input type="radio"/>		Solai in laterocemento																																																								
Indice livello rumore da calpestio equivalente		Lnw,eq [dB]	-																																																							
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>			Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	0	0	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	1	1	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	Prestazioni Sufficienti Qualità prestazionale IV			
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																							
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																							
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																							
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																							
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																							
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																							
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																							
fa < 0,15	0	0	S > 12																																																							
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																							
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																							
0,40 <= fa < 0,60	1	1	8 >= S > 6																																																							
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																							

1) Scegliere il tipo di componente edilizio	2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)	24
Partizione verticale interna	Periodo delle variazioni termiche T	[sec] 86400
	Resistenza termica sup interna Rsi	[m2K/W] 0,13
	Resistenza termica sup esterna Rse	[m2K/W] 0,13

Descrizione degli strati	Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi Aria Strato laminare interno			1	2	3	4	5		0,130
1 <input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,900		1000	2400		0,102	0,148	0,017
2 <input type="checkbox"/> forato	0,120	0,350		840	750		0,124	0,971	0,343
3 <input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,900		840	1400		0,145	0,103	0,017
4 <input type="checkbox"/>							-	-	-
5 <input type="checkbox"/>							-	-	-
6 <input type="checkbox"/>							-	-	-
7 <input type="checkbox"/>							-	-	-
8 <input type="checkbox"/>							-	-	-
9 <input type="checkbox"/>							-	-	-
10 <input type="checkbox"/>							-	-	-
11 <input type="checkbox"/>							-	-	-
12 <input type="checkbox"/>							-	-	-
13 <input type="checkbox"/>							-	-	-
14 <input type="checkbox"/>							-	-	-
15 <input type="checkbox"/>							-	-	-
Rse Aria Strato laminare esterno									0,130

Spessore totale componente [cm] **15,00**

Resistenza termica totale [m2K/W] **0,636**

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato		T = 24 ore	Regime stazionario	
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]	0,766	Massa superficiale	Ms [kg/m2] 147
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ [h]	4,17	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W] 0,636
Trasmittanza termica periodica	Yie [W/m2K]	1,205	Trasmittanza	U [W/m2K] 1,572
Ammetenza termica lato interno	Yii [W/m2K], [h]	3,66	Conduttanza	C [W/m2K] 2,658
Ammetenza termica lato esterno	Yee [W/m2K], [h]	3,09	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K] 129
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]	55,2	Costante di tempo	τ [h] 23
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]	47,1		
Fattore di smorzamento superficiale interno				
Parete disperdente	fsd [-]	0,524		
Parete interna	fsi [-]	0,479		

Dati acustici	Stratigrafia del componente edilizio
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB] 41,35	
Rapporto tecnico UNI	
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN	
Altre formule	
<input type="radio"/> Pareti monostrato <input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa <input type="radio"/> Pareti doppie <input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso <input type="radio"/> Solai <input type="radio"/> Solai in laterocemento	
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB] -	

Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	0	0	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	1	1	6 >= S

Prestazioni Mediocri

Qualità prestazionale V

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24		
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400	
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,13	
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04	
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare interno								
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,020	1,800	1000	1800		0,166	0,121	0,011
2	<input type="checkbox"/>	pietra	0,250	2,300	860	2600		0,168	1,486	0,109
3	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,020	1,800	1000	1800		0,166	0,121	0,011
4	<input type="checkbox"/>							-	-	-
5	<input type="checkbox"/>							-	-	-
6	<input type="checkbox"/>							-	-	-
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-
Rse	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare esterno								
Spessore totale componente [cm]		29,00		Resistenza termica totale [m2K/W]		0,301				
RISULTATI										
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario				
T = 24 ore										
Fattore di decremento (attenuazione)		fd	[-]	0,379		Massa superficiale		Ms	[kg/m2]	722
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ	[h]	7,01		Resistenza termica totale		Rt	[m2K/W]	0,301
Trasmittanza termica periodica		Yie	[W/m2K]	1,260		Trasmittanza		U	[W/m2K]	3,323
Ammettenza termica lato interno		Yii	[W/m2K], [h]	5,77		Conduttanza		C	[W/m2K]	7,638
Ammettenza termica lato esterno		Yee	[W/m2K], [h]	11,60		Capacità termica areica		Cta	[kJ/m2K]	631
Capacità termica periodica lato interno		k1	[kJ/m2K]	88,7		Costante di tempo		τ	[h]	53
Capacità termica periodica lato esterno		k2	[kJ/m2K]	171,1						
Fattore di smorzamento superficiale interno										
Parete disperdente		fsd	[-]	0,250						
Parete interna		fsi	[-]	0,161						
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio				
Indice potere fonoisolante		Rw (dB)	[dB]	55,17						
Rapporto tecnico UNI										
<input checked="" type="radio"/>		Laboratori italiani								
<input type="radio"/>		Formula CEN								
Altre formule										
Pareti monostrato										
<input type="radio"/>		In laterizio alleggerito								
<input type="radio"/>		In laterizio								
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa								
Pareti doppie										
<input type="radio"/>		In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso								
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso								
Solai										
<input type="radio"/>		Solai in laterocemento								
Indice livello rumore da calpestio equivalente		Lnw,eq	[dB]	-						
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici										
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	Attenuazione		Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)		
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	fa < 0,15	0	0	0	S > 12		
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	0,15 <= fa < 0,30	0	0	0	12 >= S > 10		
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	0,30 <= fa < 0,40	1	0	0	10 >= S > 8		
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	0,40 <= fa < 0,60	0	1	1	8 >= S > 6		
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	0,60 <= fa	0	0	0	6 >= S		
				Prestazioni		Sufficienti				
				Qualità prestazionale		IV				

1) Scegliere il tipo di componente edilizio		2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)		24
Chiusura verticale		Periodo delle variazioni termiche T		[sec] 86400
		Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W] 0,13
		Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W] 0,04

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno			1						0,130
1	intonaco	0,020	1,800	2	1000	1800		0,166	0,121	0,011
2	cls armato	0,250	1,800	3	1000	2500		0,141	1,777	0,139
3	intonaco	0,020	1,800	4	1000	1800		0,166	0,121	0,011
4								-	-	-
5								-	-	-
6								-	-	-
7								-	-	-
8								-	-	-
9								-	-	-
10								-	-	-
11								-	-	-
12								-	-	-
13								-	-	-
14								-	-	-
15								-	-	-
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040
Spessore totale componente [cm]		29,00		Resistenza termica totale [m2K/W]		0,331				

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato		T = 24 ore	Regime stazionario	
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]	0,315	Massa superficiale	Ms [kg/m2] 697
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ [h]	8,04	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W] 0,331
Trasmittanza termica periodica	Yie [W/m2K]	0,952	Trasmittanza	U [W/m2K] 3,020
Ammetenza termica lato interno	Yii [W/m2K], [h]	5,70 0,87	Conduttanza	C [W/m2K] 6,207
Ammetenza termica lato esterno	Yee [W/m2K], [h]	11,13 1,69	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K] 697
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]	87,9 268,5	Costante di tempo	τ [h] 64
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]	164,1 268,5		
Fattore di smorzamento superficiale interno				
Parete disperdente	fsd [-]	0,259 -0,447		
Parete interna	fsi [-]	0,169 -0,551		

Dati acustici		Stratigrafia del componente edilizio	
Indice potere fonoisolante	Rw (dB) [dB]	54,86	
Rapporto tecnico UNI			
<input checked="" type="radio"/>	Laboratori italiani		
<input type="radio"/>	Formula CEN		
Altre formule			
<input type="radio"/>	Pareti monostrato		
<input type="radio"/>	In laterizio alleggerito		
<input type="radio"/>	In laterizio		
<input type="radio"/>	In blocchi di argilla espansa		
<input type="radio"/>	Pareti doppie		
<input type="radio"/>	In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso		
<input type="radio"/>	In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso		
<input type="radio"/>	Solai		
<input type="radio"/>	Solai in laterocemento		
Indice livello rumore da calpestio equivalente	Lnw,eq [dB]	-	

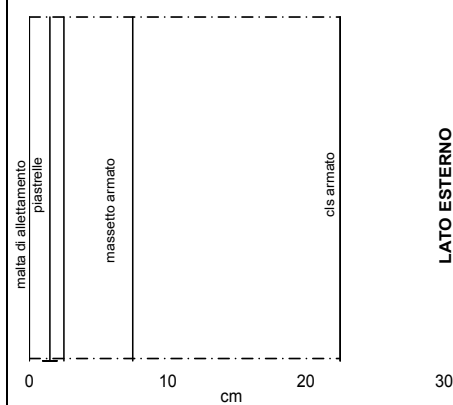
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	0	0	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	1	1	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	0	0	6 >= S

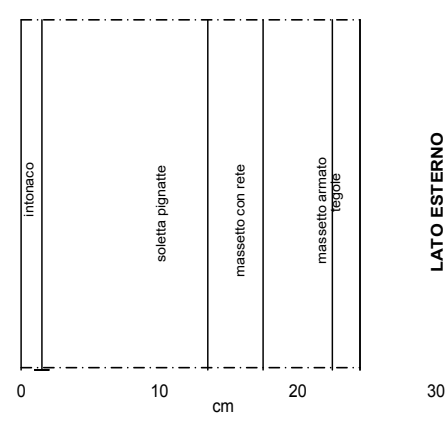
Prestazioni **Medie**
Qualità prestazionale **III**

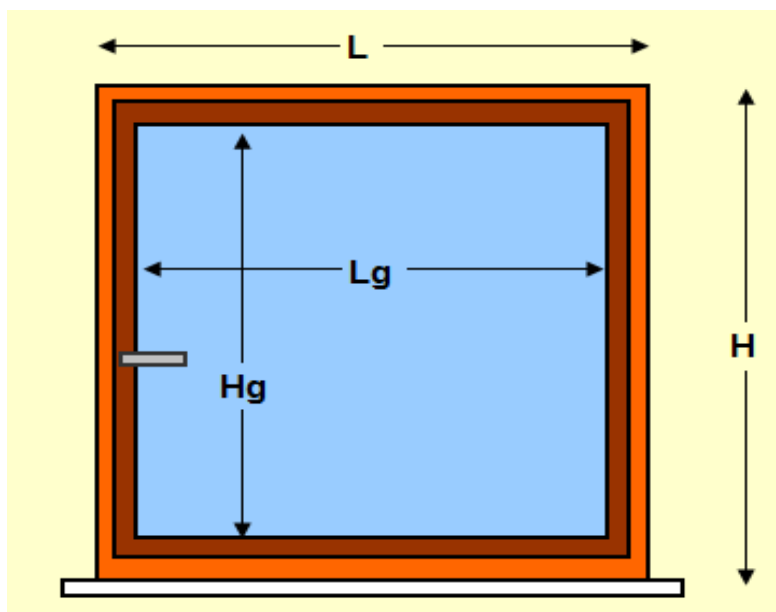
1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																						
Chiusura orizzontale (flusso discendente)				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																																					
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,17																																																					
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04																																																					
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]																																																				
Rsi	Aria	Strato laminare interno		1						0,170																																																				
1	<input type="checkbox"/>	piastrelle	0,015	1,300		840	2300		0,136	0,110	0,012																																																			
2	<input type="checkbox"/>	malta di allettamento	0,010	1,400		1000	2000		0,139	0,072	0,007																																																			
3	<input type="checkbox"/>	massetto armato	0,050	1,800		1000	2500		0,141	0,355	0,028																																																			
4	<input type="checkbox"/>	cls armato	0,150	1,800		1000	2500		0,141	1,066	0,083																																																			
5	<input type="checkbox"/>																																																													
6	<input type="checkbox"/>																																																													
7	<input type="checkbox"/>																																																													
8	<input type="checkbox"/>																																																													
9	<input type="checkbox"/>																																																													
10	<input type="checkbox"/>																																																													
11	<input type="checkbox"/>																																																													
12	<input type="checkbox"/>																																																													
13	<input type="checkbox"/>																																																													
14	<input type="checkbox"/>																																																													
15	<input type="checkbox"/>																																																													
Rse	Aria	terreno									0,250																																																			
Spessore totale componente [cm]		22,50		Resistenza termica totale [m2K/W]		0,550																																																								
RISULTATI																																																														
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																								
T = 24 ore																																																														
Fattore di decremento (attenuazione)			fd	[-]	0,196	Massa superficiale			Ms	[kg/m2]	555																																																			
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)			φ	[h]	7,85	Resistenza termica totale			Rt	[m2K/W]	0,550																																																			
Trasmittanza termica periodica			Yie	[W/m2K]	0,357	Trasmittanza			U	[W/m2K]	1,819																																																			
Ammettenza termica lato interno			Yii	[W/m2K], [h]	4,62	0,68	Conduttanza			C	[W/m2K]	7,705																																																		
Ammettenza termica lato esterno			Yee	[W/m2K], [h]	3,46	0,51	Capacità termica areica			Cta	[kJ/m2K]	549																																																		
Capacità termica periodica lato interno			k1	[kJ/m2K]	66,7	227,8	Costante di tempo			τ	[h]	84																																																		
Capacità termica periodica lato esterno			k2	[kJ/m2K]	50,6	255,5																																																								
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																														
Parete disperdente			fsd	[-]	0,214	0,411																																																								
Parete interna			fsi	[-]	0,175	0,374																																																								
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																								
Indice potere fonoisolante						Rw (dB)	[dB]	52,88																																																						
Rapporto tecnico UNI																																																														
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani																																																														
<input type="radio"/> Formula CEN																																																														
Altre formule																																																														
Pareti monostrato																																																														
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito																																																														
<input type="radio"/> In laterizio																																																														
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																														
Pareti doppie																																																														
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																														
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																														
Solai																																																														
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																														
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq	[dB]	-																																																						
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>			Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	0	0	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	1	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	1	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prestazioni</th> <th>Sufficienti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Qualità prestazionale</td> <td>IV</td> </tr> </tbody> </table>				Prestazioni	Sufficienti	Qualità prestazionale	IV
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																											
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																											
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																											
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																											
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																											
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																											
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																											
fa < 0,15	0	0	S > 12																																																											
0,15 <= fa < 0,30	1	0	12 >= S > 10																																																											
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																											
0,40 <= fa < 0,60	0	1	8 >= S > 6																																																											
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																											
Prestazioni	Sufficienti																																																													
Qualità prestazionale	IV																																																													



1) Scegliere il tipo di componente edilizio		2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)			24					
Chiusura orizzontale (flusso ascendente)		Periodo delle variazioni termiche T		[sec]	86400					
		Resistenza termica sup interna Rsi		[m ² K/W]	0,10					
		Resistenza termica sup esterna Rse		[m ² K/W]	0,04					
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m ³]	Resistenza termica aria [m ² K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m ² k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,100
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,900		1000	1800		0,117	0,128	0,017
2	<input type="checkbox"/> soletta pignatte	0,200	0,350		840	750		0,124	1,618	0,571
3	<input type="checkbox"/> strato cls + massetto	0,100	1,700		1000	2400		0,140	0,716	0,059
4	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,900		1000	1800		0,117	0,128	0,017
5	<input type="checkbox"/>							-	-	-
6	<input type="checkbox"/>							-	-	-
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040
Spessore totale componente [cm]		33,00			Resistenza termica totale [m ² K/W]			0,804		
RISULTATI										
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario				
T = 24 ore										
Fattore di decremento (attenuazione)		fd	[-]	0,398		Massa superficiale		Ms	[kg/m ²]	444
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ	[h]	9,04		Resistenza termica totale		Rt	[m ² K/W]	0,804
Trasmittanza termica periodica		Yie	[W/m ² K]	0,495		Trasmittanza		U	[W/m ² K]	1,244
Ammettenza termica lato interno		Yii	[W/m ² K], [h]	3,83 2,57		Conduttanza		C	[W/m ² K]	1,507
Ammettenza termica lato esterno		Yee	[W/m ² K], [h]	10,76 2,18		Capacità termica areica		Cta	[kJ/m ² K]	420
Capacità termica periodica lato interno		k1	[kJ/m ² K]	59,5 83,6		Costante di tempo		τ	[h]	94
Capacità termica periodica lato esterno		k2	[kJ/m ² K]	154,7 229,7						
Fattore di smorzamento superficiale interno										
Parete disperdente		fsd	[-]	0,617 -0,076						
Parete interna		fsi	[-]	0,568 -0,125						
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio				
Indice potere fonoisolante		Rw (dB)	[dB]	50,95						
Rapporto tecnico UNI										
<input checked="" type="radio"/>		Laboratori italiani								
<input type="radio"/>		Formula CEN								
Altre formule										
Pareti monostrato										
<input type="radio"/>		In laterizio alleggerito								
<input type="radio"/>		In laterizio								
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa								
Pareti doppie										
<input type="radio"/>		In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso								
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso								
Solai										
<input type="radio"/>		Solai in laterocemento								
Indice livello rumore da calpestio equivalente		Lnw,eq	[dB]	-						
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici										
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	Attenuazione		Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)		
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	fa < 0,15	0	0	0	S > 12		
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	0,15 <= fa < 0,30	0	0	0	12 >= S > 10		
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	0,30 <= fa < 0,40	1	1	1	10 >= S > 8		
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	0,40 <= fa < 0,60	0	0	0	8 >= S > 6		
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	0,60 <= fa	0	0	0	6 >= S		
				Prestazioni		Medie				
				Qualità prestazionale		III				

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																															
Chiusura orizzontale (flusso ascendente)				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																														
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,10																																														
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04																																														
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]																																													
Rsi	<input type="checkbox"/> Aria	Strato laminare interno																																																					
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,015	0,900	1000	2400		0,102	0,148	0,017																																													
2	<input type="checkbox"/>	soletta pignatte	0,120	0,700	840	750		0,175	0,686	0,171																																													
3	<input type="checkbox"/>	massetto con rete	0,040	1,800	1000	2500		0,141	0,284	0,022																																													
4	<input type="checkbox"/>	massetto armato	0,050	1,800	1000	2500		0,141	0,355	0,028																																													
5	<input type="checkbox"/>	tegole	0,020	0,720	1000	1800		0,105	0,191	0,028																																													
6	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																													
Rse	<input type="checkbox"/> Aria	Strato laminare esterno																																																					
Spessore totale componente [cm]		24,50		Resistenza termica totale [m2K/W]				0,406																																															
RISULTATI																																																							
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																	
T = 24 ore																																																							
Fattore di decremento (attenuazione)			fd [-]	0,553		Massa superficiale			Ms [kg/m2]	387																																													
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)			φ [h]	5,97		Resistenza termica totale			Rt [m2K/W]	0,406																																													
Trasmittanza termica periodica			Yie [W/m2K]	1,363		Trasmittanza			U [W/m2K]	2,464																																													
Ammettenza termica lato interno			Yii [W/m2K], [h]	4,49	1,82	Conduttanza			C [W/m2K]	3,761																																													
Ammettenza termica lato esterno			Yee [W/m2K], [h]	9,93	2,04	Capacità termica areica			Cta [kJ/m2K]	373																																													
Capacità termica periodica lato interno			k1 [kJ/m2K]	72,2	109,3	Costante di tempo			τ [h]	42																																													
Capacità termica periodica lato esterno			k2 [kJ/m2K]	146,9	202,9																																																		
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																							
Parete disperdente			fsd [-]	0,551	0,007																																																		
Parete interna			fsi [-]	0,475	-0,068																																																		
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																	
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]	49,75																																																
Rapporto tecnico UNI																																																							
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani																																																							
<input type="radio"/> Formula CEN																																																							
Altre formule																																																							
Pareti monostrato																																																							
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito																																																							
<input type="radio"/> In laterizio																																																							
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																							
Pareti doppie																																																							
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																							
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																							
Solai																																																							
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																							
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]	-																																																
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= Fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= Fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= Fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= Fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= Fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= Fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= Fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= Fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>				Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	0	0	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	1	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	1	6 >= S
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																				
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																				
12 >= S > 10	0,15 <= Fd < 0,30	buone	II																																																				
10 >= S > 8	0,30 <= Fd < 0,40	medie	III																																																				
8 >= S > 6	0,40 <= Fd < 0,60	sufficienti	IV																																																				
6 >= S	0,60 <= Fd	mediocri	V																																																				
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																				
fa < 0,15	0	0	S > 12																																																				
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																				
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																				
0,40 <= fa < 0,60	1	0	8 >= S > 6																																																				
0,60 <= fa	0	1	6 >= S																																																				
Prestazioni				Mediocri																																																			
Qualità prestazionale				V																																																			





Trasmittanza finestre a un'anta 70*220

Dati geometrici

L	0,7	m	Larghezza finestra
H	2,2	m	Altezza finestra
Lg	0,54	m	Larghezza vetrata
Hg	1,92	m	Altezza vetrata

Trasmittanze

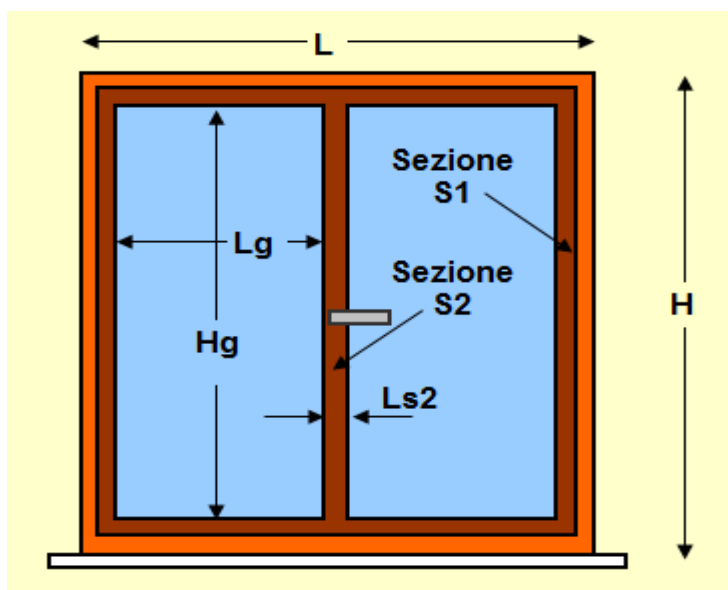
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Uf	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati

Ag	1,0368	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Af	0,5032	m ²	Area del telaio esterno
Lg	4,92	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,471273	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_W = (A_g U_g + A_f U_f + I_g \Psi_g) / (A_g + A_f)$$



Trasmittanza finestre a doppia anta 100*220

Dati geometrici			
L	1	m	Larghezza finestra
H	2,2	m	Altezza finestra
Lg	0,38	m	Larghezza vetrata
Hg	1,92	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	1,4592	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,5872	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,1536	m ²	Area della sezione centrale
Lg	9,2	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,464291	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_W = (A_g U_g + A_f U_{f_{S1}} + A_f U_{f_{S2}} + l_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

Trasmittanza finestre a doppia anta 120*140

Dati geometrici			
L	1,2	m	Larghezza finestra
H	1,4	m	Altezza finestra
Lg	0,48	m	Larghezza vetrata
Hg	1,2	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	1,15	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,43	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,10	m ²	Area della sezione centrale
Lg	0,72	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,48	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_w = (A_g U_g + A_f U_{fs1} + A_f U_{fs2} + l_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

Trasmittanza finestre a doppia anta 130*140

Dati geometrici			
L	1,3	m	Larghezza finestra
H	1,4	m	Altezza finestra
Lg	0,53	m	Larghezza vetrata
Hg	1,2	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	1,272	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,452	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,096	m ²	Area della sezione centrale
Lg	6,92	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,489231	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_w = (A_g U_g + A_f U_{fs1} + A_f U_{fs2} + l_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

Trasmittanza finestre a doppia anta 130*220

Dati geometrici			
L	1,3	m	Larghezza finestra
H	2,2	m	Altezza finestra
Lg	0,53	m	Larghezza vetrata
Hg	1,92	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	2,0352	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,6712	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,1536	m ²	Area della sezione centrale
Lg	9,8	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,498126	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_W = (A_g U_g + A_f U_{f_{S1}} + A_f U_{f_{S2}} + I_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

Trasmittanza finestre a doppia anta 150*140

Dati geometrici			
L	1,5	m	Larghezza finestra
H	1,4	m	Altezza finestra
Lg	0,63	m	Larghezza vetrata
Hg	1,2	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	1,512	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,492	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,096	m ²	Area della sezione centrale
Lg	7,32	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,504	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_W = (A_g U_g + A_f U_{f_{S1}} + A_f U_{f_{S2}} + I_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

Trasmittanza finestre a doppia anta 190*140

Dati geometrici			
L	1,9	m	Larghezza finestra
H	1,4	m	Altezza finestra
Lg	0,83	m	Larghezza vetrata
Hg	1,2	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	1,992	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,572	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,096	m ²	Area della sezione centrale
Lg	8,12	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,524211	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_W = (A_g U_g + A_f U_{f_{S1}} + A_f U_{f_{S2}} + I_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

Trasmittanza finestre a doppia anta 190*220

Dati geometrici			
L	1,9	m	Larghezza finestra
H	2,2	m	Altezza finestra
Lg	0,83	m	Larghezza vetrata
Hg	1,92	m	Altezza vetrata
Ls2	0,08	m	Larghezza montante centrale

Trasmittanze			
Ug	5,7	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del vetro
Ufs1	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nelle sezioni esterne S1
Ufs2	5	W/(m ² ·K)	Trasmittanza termica del telaio nella sezione centrale S2
Yg	0	W/(m ² ·K)	Trasmittanza lineare

Valori calcolati			
Ag	3,1872	m ²	Area complessiva delle superfici vetrate
Afs1	0,8392	m ²	Area del telaio esterno
Afs2	0,1536	m ²	Area della sezione centrale
Lg	11	m	Perimetro complessivo della superficie vetrata
Uw	5,533742	W/(m ² ·K)	Trasmittanza del serramento

Equazione utilizzata:

$$U_W = (A_g U_g + A_f U_{f_{S1}} + A_f U_{f_{S2}} + I_g \Psi_g) / (A_g + A_{fs1} + A_{fs2})$$

6.5.3 Studio delle ombre

Un buon metodo per ottenere un' approssimazione abbastanza reale del percorso solare, della luce e dell'ombreggiamento agente sul lotto, si può effettuare partendo dal modello 3D dell'ingombro dell'edificio che si vuole studiare e delle altre costruzioni limitrofe. Di seguito sarà illustrato grazie al programma Ecotect, il percorso apparente del sole in corrispondenza dei solstizi estivo e invernale (21 giugno e 21 dicembre) (figura 6.17). L'analisi è stata effettuata, in diverse

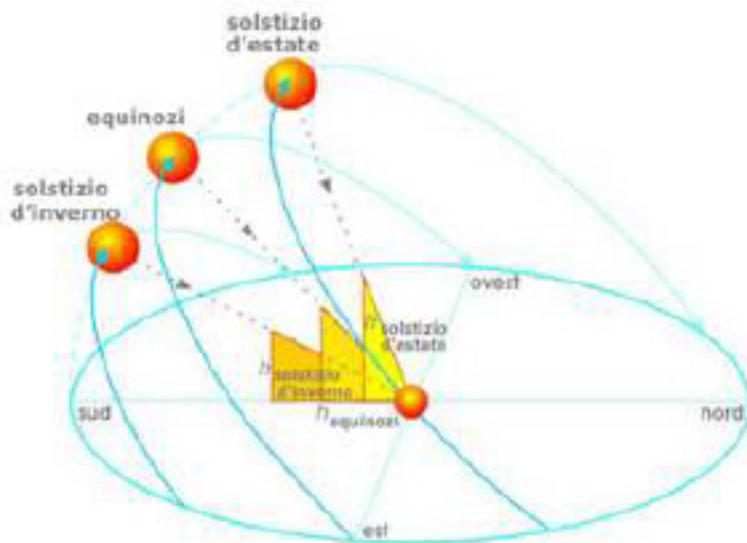


Figura 6.17 posizione del sole durante il solstizio invernale e estivo

ore della giornata, alle ore 9.00, 12.00 e 15.00.

Le figure 6.18 a 6.20 riguardano l'andamento del sole al 21 giugno, come si può notare l'edificio 22 non risente delle ombre create dagli altri edifici ed inoltre il lato a sud è sempre costantemente esposto alla radiazione solare.

Le figure 6.21 a 6.23 mostrano il percorso solare nel solstizio invernale, si nota che anche in questo caso l'edificio ha il lato sud costantemente esposto alla radiazione solare ma in inverno diventa un beneficio perchè da un buon apporto termico. Il lato a nord risulta sempre ombreggiato.

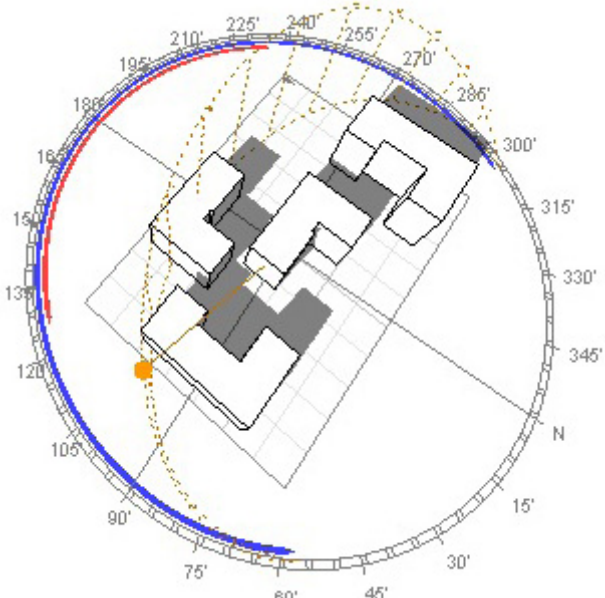


Figura 6.18 21 giugno ore 09:00

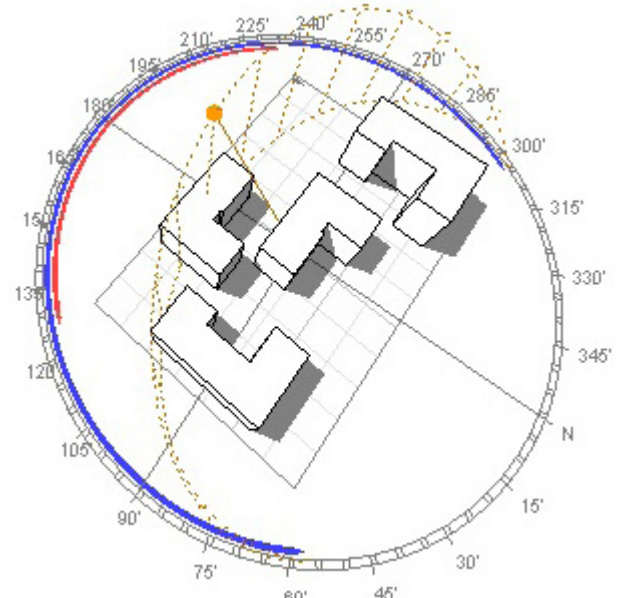


Figura 6.19 21 giugno ore 12:00

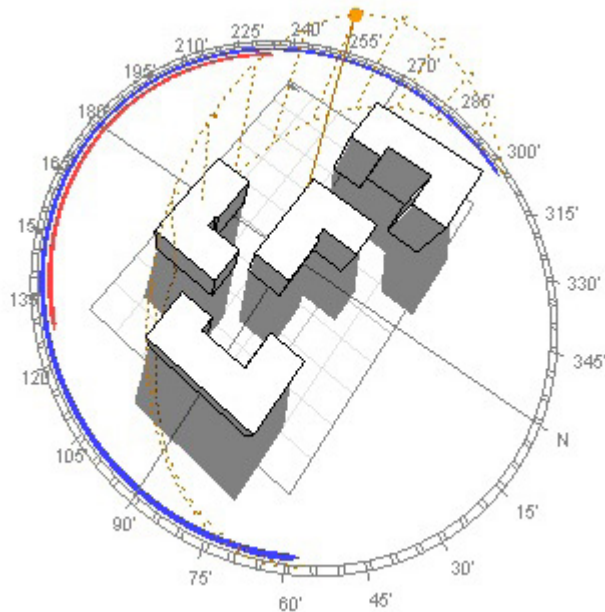


Figura 6.20 21 giugno ore 15:00

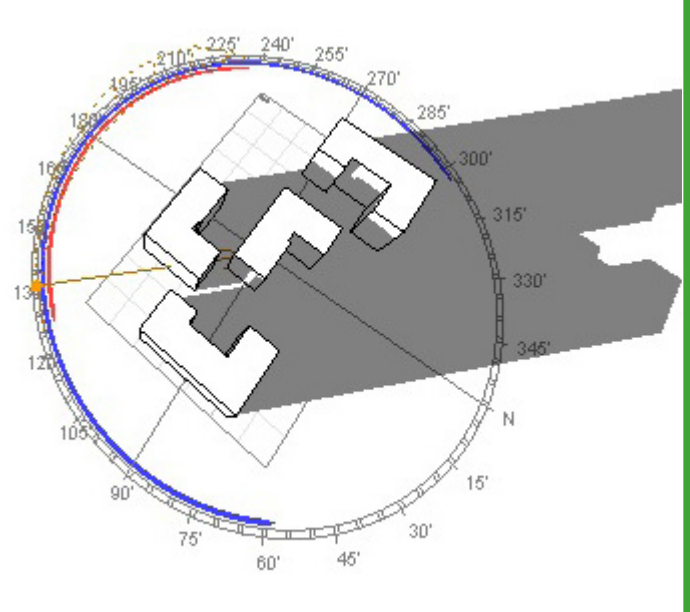


Figura 6.21 21 dicembre ore 09:00

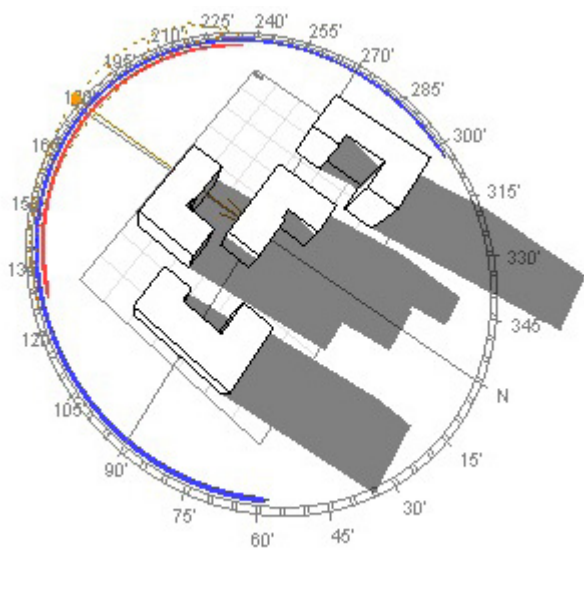


Figura 6.22 21 dicembre ore 12:00

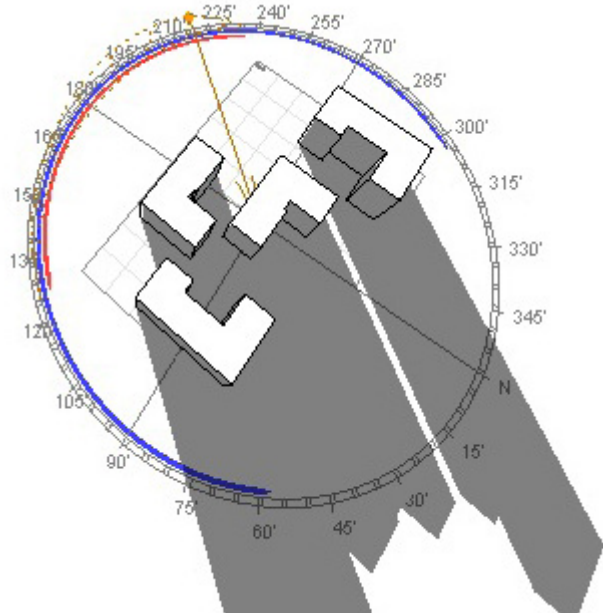


Figura 6.23 21 dicembre ore 15:00

6.5.4 Verifica del rapporto aeroilluminante

La normativa nazionale (Decreto Ministeriale 5 luglio 1975) stabilisce un Fattore Medio di Luce Diurna non inferiore al 2% e una superficie apribile non inferiore a 1/8 della superficie calpestabile.

Entrambi i fattori determinano il rapporto aeroilluminante che deve assicurare due condizioni: luce e ricambio d'aria sufficiente all'interno dei locali.

Per ogni tipologia di abitazione il rapporto aeroilluminante (ovvero il rapporto tra la superficie del pavimento e quella della finestre) non deve essere inferiore a 1/8.

Il fattore di luce diurna FDM per finestre verticali (a parete) e spazi di forma regolare con profondità, misurata perpendicolarmente al piano della parete finestrata, deve essere minore o uguale a 2,5 volte l'altezza dal pavimento al punto più alto della superficie trasparente dell'infisso e viene valutato con la seguente formula:

$$FLD_m = (A_f \times t \times \varepsilon \times \psi) / [A_{tot} \times (1 - r_m)]$$

A_f = l'area della superficie della finestra, escluso il telaio;

t = il fattore di trasmissione luminosa del vetro;

ε = il fattore finestra, rappresentativo della posizione di volta celeste vista dal baricentro della finestra ($\varepsilon = 1$ per finestra orizzontale, lucernario, senza ostruzioni; $\varepsilon = 0,5$ per finestra verticale senza ostruzione; $\varepsilon < 0,5$ per finestra verticale con ostruzione)

A_{tot} = l'area totale delle superfici che delimitano l'ambiente compreso la finestra;

r_m = il fattore medio ponderato di riflessione luminosa delle superfici che delimitano l'ambiente

$r_m = \sum r_i \cdot A_i / A_{tot}$; per il vetro il valore r è molto basso e pari a circa 0,07.

ψ = il fattore di riduzione del fattore finestra.

Caratteristiche palazzo 22:

$r_m = 0.6$ a 0.8

$t =$ vetro semplice 0.95

$\varepsilon = 0,5$ per finestra verticale senza ostruzione

$\psi = H_f/p$ (con p profondità della finestra)

Per il rapporto illuminante deve essere soddisfatto il rapporto $A_{finestra}/A_{pavimento} > 1/8 = 0.125$ per tutte le stanze principali, mentre per le stanze accessorie si richiede un rapporto $> 1/12 = 0.083$.

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A1

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	19.40	3.04	0.157	> 0.125
camera 1	19.92	2.66	0.134	> 0.125
camera 2	15.70	1.68	0.107	< 0.125
cucina	7.25	1.68	0.232	> 0.125
bagno	5.40	1.6	0.296	> 0.083

tab. 6.5 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento A1

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A2

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	17.07	2.08	0.122	< 0.125
camera 1	18.90	2.08	0.110	< 0.125
camera 2	16.95	1.68	0.099	< 0.125
cucina	8.80	1.68	0.191	> 0.125
bagno	4.80	1.68	0.350	> 0.083

tab. 6.6 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento A2

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO B1

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	20.79	4.20	0.202	> 0.125
camera 1	16.96	2.10	0.124	< 0.125
camera 2	13.16	1.68	0.128	> 0.125
cucina	8.20	1.68	0.205	> 0.125
bagno	5.60	1.12	0.200	> 0.083

tab. 6.7 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento B1

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO C1

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	15.20	3.04	0.200	> 0.125
camera 1	16.60	1.68	0.101	< 0.125
camera 2	13.98	1.60	0.117	< 0.125
cucina	8.50	1.68	0.198	> 0.125
bagno	6.00	1.68	0.280	> 0.125

tab. 6.8 verifica del rapporto aeroilluminante appartamento C1

Come si può notare dalle celle in rosso, sono molte le stanze in cui il rapporto aerante non è rispettato.

6.5.5 Analisi dei consumi energetici

La ALER ha provveduto a fornirmi i consumi di gasolio della palazzina dall'anno 2006 all'anno 2011 come indicato in tabella 6.5, dal sito asr Lombardia ho provveduto a stilare una media del costo del gasolio per riscaldamento in Lombardia dal 2006 al 2007, potendo così avere una stima indicativa del costo annuale sostenuto dagli inquilini per il riscaldamento.

anno	litri	costo unitario	costo totale
2006/2007	19.473	0.52 €/l	10.125,96 €/anno
2007/2008	23.841	0.58 €/l	13.827,78 €/anno
2008/2009	23.341	0.53 €/l	12.370,73 €/anno
2009/2010	24.669	0.50 €/l	12.334,5 €/anno
2010/2011	23.251	0.64 €/l	14.880,64 €/anno

tab. 6.9 consumi effettivi di gasolio dall'anno 2006 al 2011 e costo per il riscaldamento

6.5.6 Verifica delle prestazioni dell'edificio

Il programma DOCET, è uno strumento di simulazione di bilanci mensili per la certificazione energetica degli edifici residenziali esistenti, che permette di calcolare i seguenti indicatori prestazionali:

- Fabbisogno di energia netta per riscaldamento (Epi,invol), raffrescamento (Epe,invol);
- Fabbisogno di energia fornita per riscaldamento, acqua calda sanitaria e ausiliari elettrici;
- Indice di energia primaria per riscaldamento (EPI), per acqua calda sanitaria (EPacs) e globale (Epgl);
- Quantità di CO₂ prodotta;
- Risparmio economico ottenibile e tempo di ritorno degli investimenti ipotizzati;
- Classe energetica (da G ad A+)

Ho provveduto a stimare l'energia primaria netta consumata dalla palazzina, in modo da poter avere una classificazione energetica.

Come era prevedibile l'edificio è stato collocato nella fascia più bassa, questo a causa delle trasmittanze elevate che i pacchetti stratigrafici e i serramenti avevano già precedentemente mostrato.

Nella figura 6.24 è mostrato un estratto delle dispersioni dell'edificio, nel periodo di riscaldamento che, per la zona climatica E va dal 15 ottobre al 15 aprile. Le figure 6.25 e 6.26 mostrano la classe energetica stimata e i consumi per riscaldamento e acqua calda sanitaria.

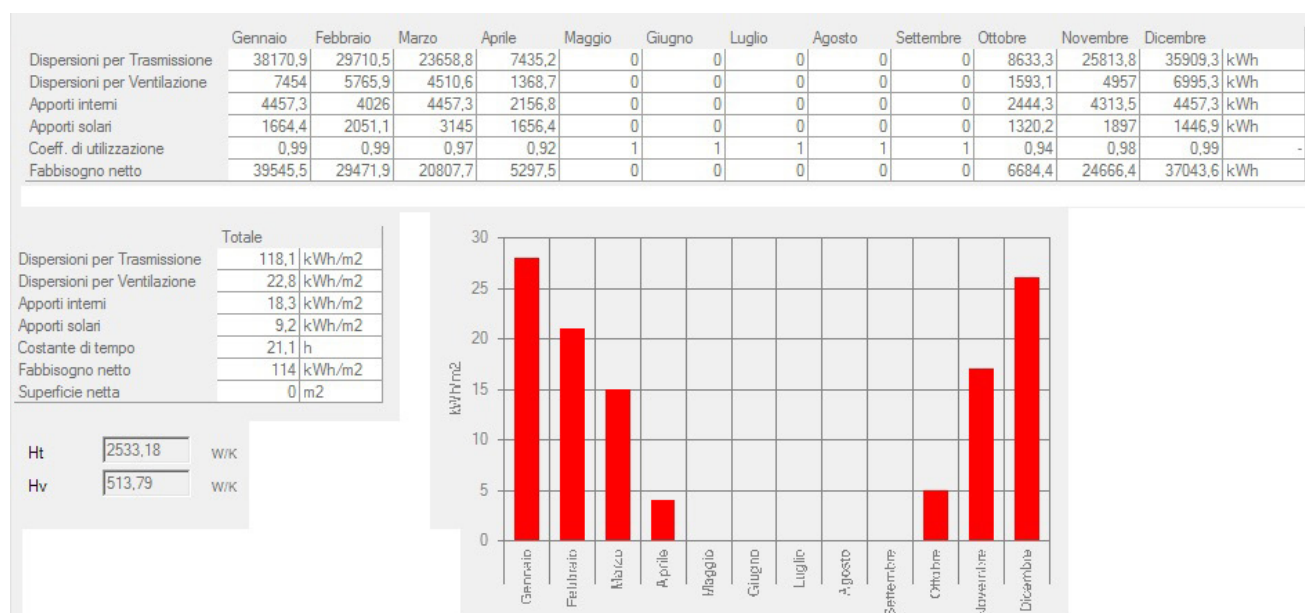


Figura 6.24 dispersioni dell'edificio

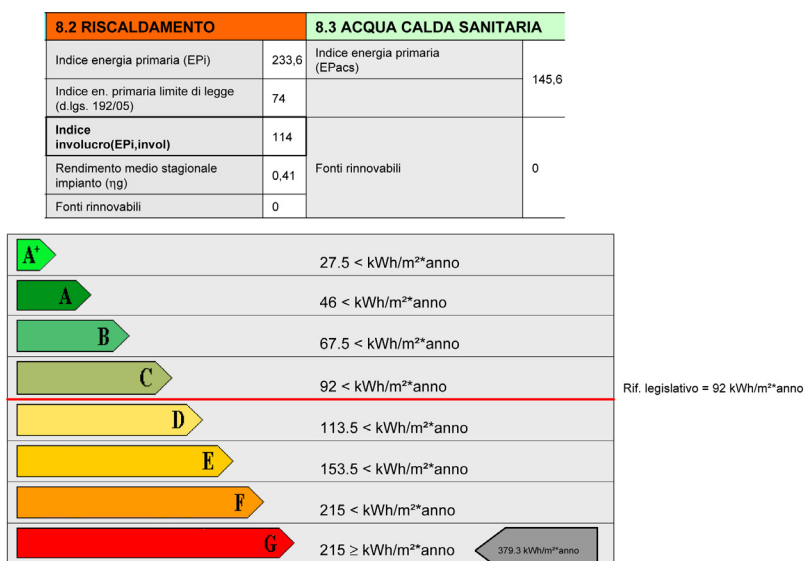


Figura 6.25 Classificazione dell'edificio

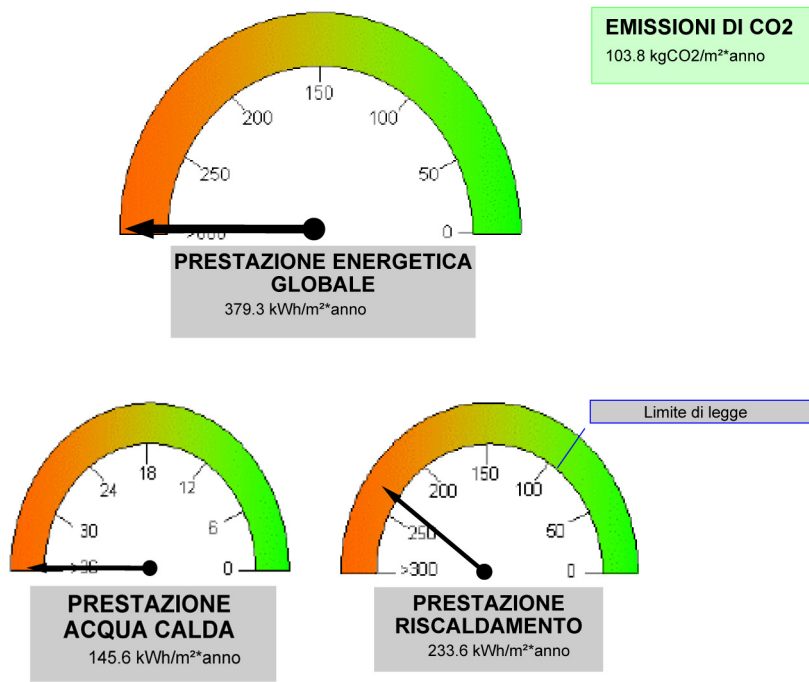


Figura 6.26 consumo per riscaldamento e acqua calda sanitaria

CAPITOLO 7

IPOTESI DI RIQUALIFICAZIONE

Tutti gli edifici possono avere una seconda vita e grazie alle agevolazioni sulle ristrutturazioni e le riqualificazioni, al giorno d'oggi non è più così difficile e dispendioso migliorare le prestazioni energetiche.

Vediamo quindi alcune ipotesi progettuali di miglioramento attuabili sulla palazzina 22 e il vantaggio che permetteranno di ottenere sia nella scalata alla classificazione energetica, sia in termini di risparmio economico.

7.1 Incentivi alla riqualificazione energetica

Legge Regionale n. 4 del 13 marzo 2012, pubblicata sul BURL n. 11 del 16 marzo 2012 (serie Supplementi), entrata in vigore il giorno successivo alla sua pubblicazione disciplina alcune azioni straordinarie e a tempo, finalizzate alla riqualificazione delle aree urbane, alla valorizzazione degli edifici esistenti e all'incremento dell'offerta di alloggi sociali.

L'obiettivo della legge, è anche quello di contribuire a rilanciare il settore edilizio. Le disposizioni dettate dalla LR n. 4 del 2012 risultano pertanto in linea con gli indirizzi strategici di contenimento del consumo di suolo e di promozione del recupero e della riqualificazione delle aree degradate e dismesse.

Inoltre la Legge di Stabilità 2014 ha prorogato l'agevolazione per la detrazione al 65% al 31 dicembre 2014 (30 giugno 2015 per i condomini). Nel 2015 la percentuale di detrazione scenderà al 50% (dal 1° luglio 2015 al 30 giugno 2016 per i condomini). Dal 2016 la percentuale scenderà al 36% (dal 1° luglio 2016 per i condomini).

L'agevolazione per la riqualificazione energetica, a differenza di quella per le ristrutturazioni, riservata ai soli edifici residenziali interessa i fabbricati esistenti di tutte le categorie catastali. Per tutti gli interventi agevolabili, esclusa l'installazione dei pannelli solari, l'edificio deve essere già dotato di impianto di riscaldamento, anche negli ambienti interessati dall'intervento. In caso di ristrutturazioni con demolizione e ricostruzione, si può usufruire della detrazione solo nel caso di fedele ricostruzione.

Gli interventi verso cui è possibile usufruire della detrazione sono:

- Interventi di riqualificazione globale su edifici esistenti: è detraibile il 65% delle spese sostenute per qualsiasi intervento, o insieme di interventi, che consentano di conseguire un fabbisogno annuo di energia per la climatizzazione invernale non superiore ai valori riportati nel DM 11 marzo 2008. L'indice di fabbisogno energetico da conseguire deve essere riferito all'intero edificio e non alle singole unità che lo compongono.

- Interventi sugli involucri degli edifici (strutture opache e infissi): è detraibile il 65% delle spese sostenute per interventi sull'involucro dell'edificio, riguardanti le strutture opache verticali, le strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti) e le finestre, comprensive di infissi, delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati, che consentano di ottenere una riduzione della trasmittanza termica U, in base ai valori indicati nel DM 11 marzo 2008.

- Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda: è detraibile il 65% delle spese sostenute per l'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università.

- Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale: è detraibile il 65% delle spese sostenute per la sostituzione integrale o parziale di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti dotati di caldaie a condensazione e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione, per la sostituzione di impianti di riscaldamento con pompe di calore ad alta efficienza e impianti geotermici a bassa entalpia. Il tetto massimo delle detrazioni è indicato in tabella

7.1



Tipologia di intervento	Tetto massimo di detrazione
Riqualificazione energetica globale.	100.000 euro (65% di 153.846,15 euro)
Interventi sull'involucro di edifici esistenti, riguardanti strutture opache orizzontali, verticali, finestre comprensive di infissi.	60.000 euro (65% di 92.307,69 euro)
Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda.	60.000 euro (65% di 92.307,69 euro)
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, integrale o parziale, con impianti dotati di caldaie a condensazione.	30.000 euro (65% di 46.153,84 euro)
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, integrale o parziale, con impianti dotati di caldaie a condensazione, con impianti con pompe di calore ad alta efficienza o con impianti geotermici a bassa entalpia.	30.000 euro (65% di 46.153,84 euro)
Interventi per il miglioramento, l'adeguamento antisismico e la messa in sicurezza degli edifici esistenti.	62.400 euro (65% di 96.000,00 euro)

tab 7.1 schema riassuntivo degli incentivi di riqualificazione

La riqualificazione energetica parte quindi dall'analisi dello stato di fatto, dalla verifica delle trasmittanze e dei consumi, si sviluppa tramite ipotesi progettuali in modo da poter arrivare, ad una miglior classe energetica che porta benefici non solo in termini economici, ma principalmente in termini di benessere fisico per le persone che risiedono e di benessere ambientale (figura 7.1)

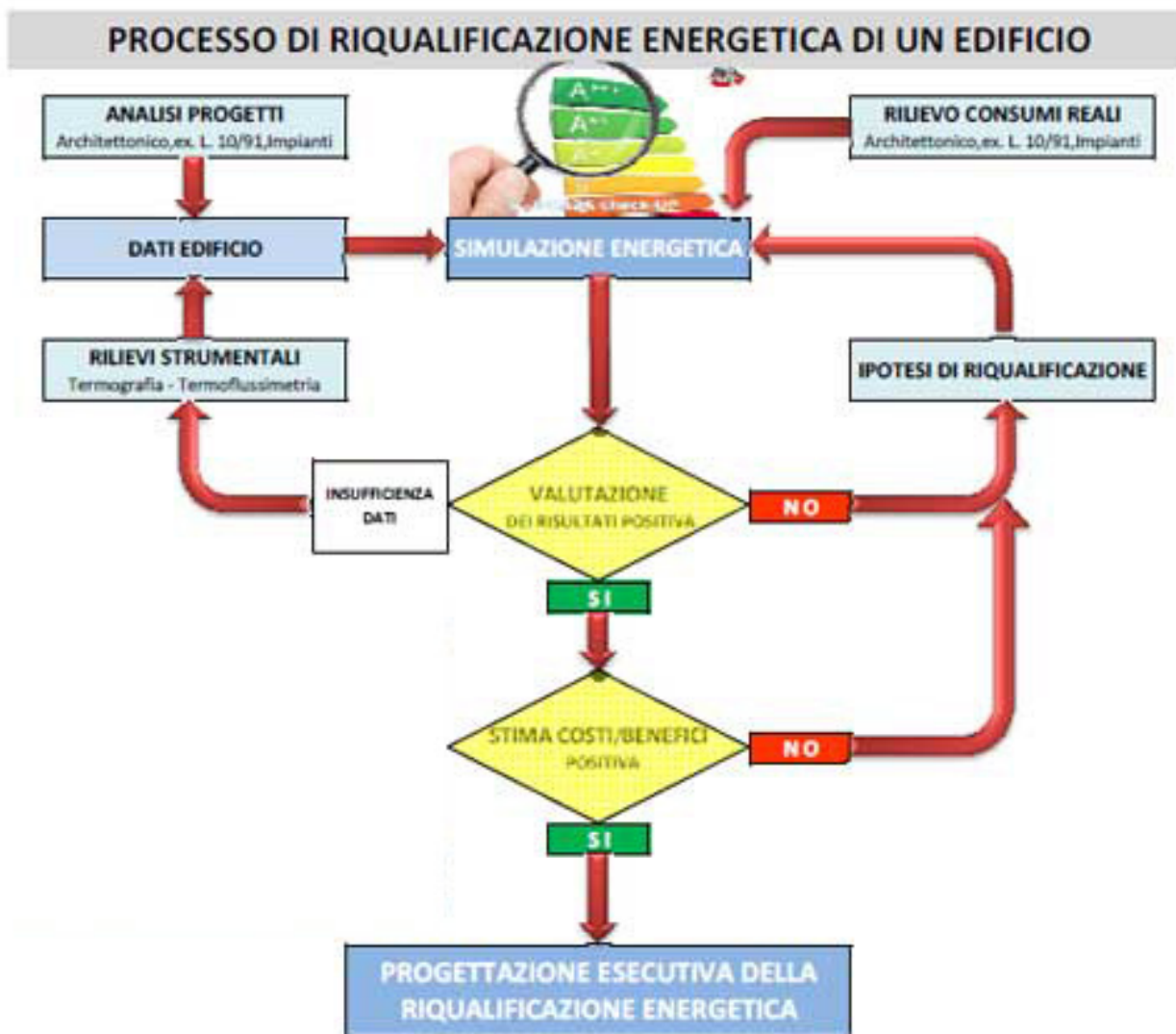


figura 7.1 schema riassuntivo di riqualificazione

7.2 Prime ipotesi progettuali di riqualificazione

Come si può vedere dalla figura 7.2, le principali perdite di calore sono causate dalle superfici a contatto con l'esterno, soprattutto le pareti perimetrali verticali.

Gli interventi di riduzione delle dispersioni termiche dall'involucro edilizio si identificano in azioni che devono aumentare la capacità dei materiali costituenti l'involucro stesso di trattenere il calore all'interno degli ambienti (o all'esterno durante l'estate), e consistono fondamentalmente nell'inserire strati di isolante oppure nella sostituzione dei serramenti, per questo motivo, come primo step per la riqualificazione ho deciso di provvedere ad isolare l'edificio, con un isolamento a cappotto sulla pareti perimetrali esterne, ho poi inserito un isolamento anche nei tramezzi che dividono ambienti riscaldati da ambienti non riscaldati, e sono state isolate anche le solette tra i box e gli appartamenti e quella tra il sottotetto e l'ultimo piano.



figura 7.2 percentuale di dispersione del calore

7.2.1 Isolamento a cappotto

L'isolerimento dell'isolante a cappotto, a differenza di quello installato sul lato interno, permette di non perdere superficie calpestabile nell'abitazione inoltre, elimina alcuni ponti termici (figura 7.3), riduce il rischio di formazione di condensa all'interno della parete senza l'utilizzo delle barriere a vapore, (che nella maggior parte dei casi vanno anche a limitare la traspirabilità della parete stessa), migliorando il flusso di vapore negli strati meno porosi del pacchetto edilizio che compone la parete

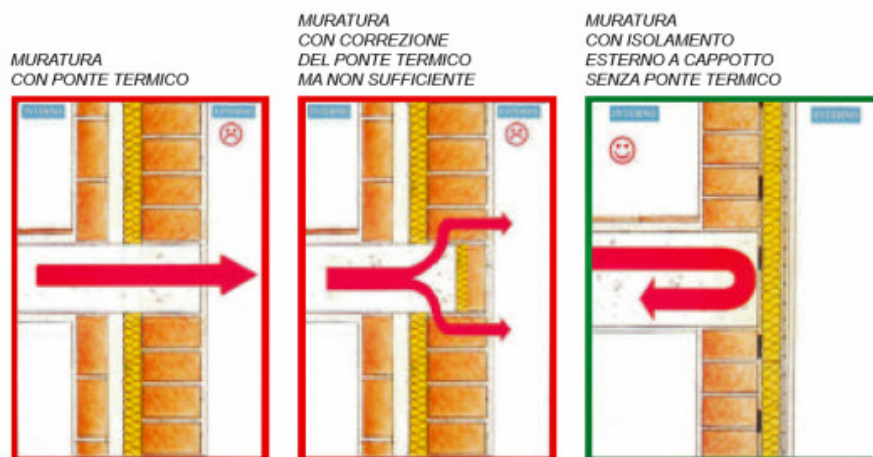


figura 7.3 riduzione dei ponti termici con l'uso di isolante a cappotto

ed evitando così il raggiungimento della pressione di saturazione, che porterebbe alla condensa; inoltre migliora l'inerzia termica, ovvero riduce la brusca variazione di temperatura, dipendente anche dal clima esterno.

Deve essere eseguito ad hoc, con materiali specifici che abbiano caratteristiche meccaniche e tecniche in grado di resistere agli agenti atmosferici e di essere posati facilmente in corrispondenza di punti critici dell'involucro edilizio, dove è maggiore la dispersione di calore, a causa di ponti termici.

I materiali più utilizzati oggi sono a base di EPS, ovvero polistirolo espanso, a volte con grafite, con spessori che si aggirano intorno ai 15-20 cm, ma anche sughero, schiume e fibra di legno. L'operazione, tecnicamente, consiste nel fissare prima dell'applicazione finale del rivestimento all'esterno delle pareti perimetrali, dei pannelli coibenti, utilizzando collanti e tasselli specifici. Una volta applicati, questi isolanti vengono rasati con una speciale colla ed armati con una rete in fibra di vetro.

Di contro il cappotto esterno è più costoso, modificalafacciata rendendola anche più delicata. Di seguito vengono mostrate le trasmittanze relative alle superfici opache orizzontali e verticali dopo l'inserimento dell'isolante a cappotto.

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24			
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400		
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m ² K/W]		0,13	
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m ² K/W]		0,04	
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m ³]	Resistenza termica aria [m ² K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m ² k/w]	
Rsi	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,130	
1	<input type="checkbox"/> intonaco per cappotto	0,020	0,700		1000	1000		0,139	0,144	0,029	
2	<input type="checkbox"/> isolante EPS	0,050	0,036		1480	35		0,138	0,362	1,389	
3	<input type="checkbox"/> pietra	0,250	2,300		860	2600		0,168	1,486	0,109	
4	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
5	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
6	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040	
Spessore totale componente [cm]		32,00		Resistenza termica totale [m ² K/W]				1,696			
RISULTATI											
Regime periodico stabilizzato T = 24 ore						Regime stazionario					
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]	0,292		Massa superficiale		Ms [kg/m ²]	672			
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]	7,89		Resistenza termica totale		Rt [m ² K/W]	1,696			
Trasmittanza termica periodica		Yie [W/m ² K]	0,172		Trasmittanza		U [W/m ² K]	0,590			
Ammettenza termica lato interno		Yii [W/m ² K], [h]	1,50 3,63		Conduttanza		C [W/m ² K]	0,655			
Ammettenza termica lato esterno		Yee [W/m ² K], [h]	12,48 1,67		Capacità termica areica		Cta [kJ/m ² K]	582			
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m ² K]	23,0 26,9		Costante di tempo		τ [h]	274			
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m ² K]	173,6 295,4								
Fattore di smorzamento superficiale interno											
Parete disperdente		fsd [-]	0,805 -0,623								
Parete interna		fsi [-]	0,783 -0,641								
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio					
Indice potere fonoisolante		Rw (dB) [dB]	54,54								
Rapporto tecnico UNI											
<input checked="" type="radio"/>		Laboratori italiani									
<input type="radio"/>		Formula CEN									
Altre formule											
<input type="radio"/>		Pareti monostrato									
<input type="radio"/>		In laterizio alleggerito									
<input type="radio"/>		In laterizio									
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa									
<input type="radio"/>		Pareti doppie									
<input type="radio"/>		In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso									
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso									
<input type="radio"/>		Solai									
<input type="radio"/>		Solai in laterocemento									
Indice livello rumore da calpestio equivalente		Lnw,eq [dB]	-								
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici											
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale		Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)			
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I		fa < 0,15	0	0	S > 12			
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II		0,15 <= fa < 0,30	1	0	12 >= S > 10			
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III		0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8			
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV		0,40 <= fa < 0,60	0	1	8 >= S > 6			
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V		0,60 <= fa	0	0	6 >= S			
Prestazioni					Sufficienti						
Qualità prestazionale					IV						

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24			
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]		86400	
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]		0,13	
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]		0,04	
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conductività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]	
Rsi	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,130	
1	<input type="checkbox"/> intonaco per cappotto	0,020	0,700		1000	1000		0,139	0,144	0,029	
2	<input type="checkbox"/> isolante EPS	0,100	0,036		1480	35		0,138	0,723	2,778	
3	<input type="checkbox"/> pietra	0,250	2,300		860	2600		0,168	1,486	0,109	
4	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
5	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
6	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040	
Spessore totale componente [cm]		37,00				Resistenza termica totale [m2K/W]				3,085	
RISULTATI											
Regime periodico stabilizzato T = 24 ore						Regime stazionario					
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]	0,279			Massa superficiale		Ms [kg/m2]	674		
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]	8,50			Resistenza termica totale		Rt [m2K/W]	3,085		
Trasmittanza termica periodica		 Yie [W/m2K]	0,091			Trasmittanza		U [W/m2K]	0,324		
Ammettenza termica lato interno		Yii [W/m2K], [h]	1,51		4,34		Conduttanza		C [W/m2K]	0,343	
Ammettenza termica lato esterno		Yee [W/m2K], [h]	12,49		1,66		Capacità termica areica		Cta [kJ/m2K]	584	
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m2K]	22,0		24,5		Costante di tempo		τ [h]	501	
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m2K]	172,9		294,8						
Fattore di smorzamento superficiale interno											
Parete disperdente		fsd [-]	0,804		-0,624						
Parete interna		fsi [-]	0,792		-0,635						
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio					
Indice potere fonoisolante		Rw (dB) [dB]	54,57								
Rapporto tecnico UNI											
<input checked="" type="radio"/>		Laboratori italiani									
<input type="radio"/>		Formula CEN									
Altre formule											
Pareti monostrato											
<input type="radio"/>		In laterizio alleggerito									
<input type="radio"/>		In laterizio									
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa									
Pareti doppie											
<input type="radio"/>		In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso									
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso									
Solai											
<input type="radio"/>		Solai in laterocemento									
Indice livello rumore da calpestio equivalente		Lnw,eq [dB]	-								
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici											
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale		Controllo attenuazione		Controllo Sfasamento		Sfasamento (h)		
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I		fa < 0,15	0	0	S > 12			
12 >= S > 10	0,15 <= Fd < 0,30	buone	II		0,15 <= fa < 0,30	1	0	12 >= S > 10			
10 >= S > 8	0,30 <= Fd < 0,40	medie	III		0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8			
8 >= S > 6	0,40 <= Fd < 0,60	sufficienti	IV		0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6			
6 >= S	0,60 <= Fd	mediocri	V		0,60 <= fa	0	0	6 >= S			
Prestazioni					Medie						
Qualità prestazionale					III						

1) Scegliere il tipo di componente edilizio		2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)		24
Chiusura verticale		Periodo delle variazioni termiche T		[sec] 86400
		Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W] 0,13
		Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W] 0,04

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conductività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno			1						0,130
1	intonaco per cappotto	0,020	0,700	2	1000	1000		0,139	0,144	0,029
2	isolante EPS	0,150	0,036	3	1480	35		0,138	1,085	4,167
3	pietra	0,250	2,300	4	860	2600		0,168	1,486	0,109
4								-	-	-
5								-	-	-
6								-	-	-
7								-	-	-
8								-	-	-
9								-	-	-
10								-	-	-
11								-	-	-
12								-	-	-
13								-	-	-
14								-	-	-
15								-	-	-
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040

Spessore totale componente [cm] **42,00**

Resistenza termica totale [m2K/W] **4,474**

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato		T = 24 ore	Regime stazionario	
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]	0,267	Massa superficiale	Ms [kg/m2] 675
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ [h]	9,38	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W] 4,474
Trasmittanza termica periodica	Yie [W/m2K]	0,060	Trasmittanza	U [W/m2K] 0,224
Ammetenza termica lato interno	Yii [W/m2K] , [h]	1,56 4,55	Conduttanza	C [W/m2K] 0,232
Ammetenza termica lato esterno	Yee [W/m2K] , [h]	12,49 1,66	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K] 587
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]	22,2 24,2	Costante di tempo	τ [h] 729
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]	172,6 294,5		
Fattore di smorzamento superficiale interno				
Parete disperdente	fsd [-]	0,797 -0,624		
Parete interna	fsi [-]	0,791 -0,632		

Dati acustici	Stratigrafia del componente edilizio
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB] 54,59	
Rapporto tecnico UNI	
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN	
Altre formule	
<input type="radio"/> Pareti monostrato <input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa <input type="radio"/> Pareti doppie <input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso <input type="radio"/> Solai <input type="radio"/> Solai in laterocemento	
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB] -	

Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

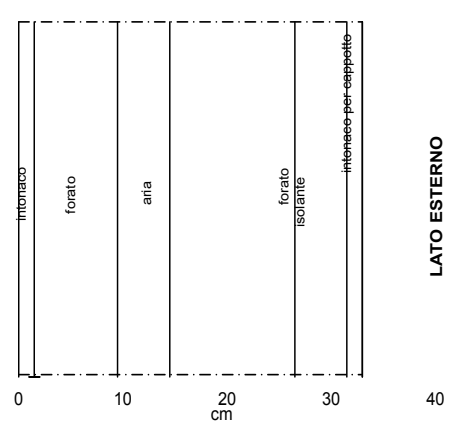
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	0	0	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	1	0	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	0	0	6 >= S

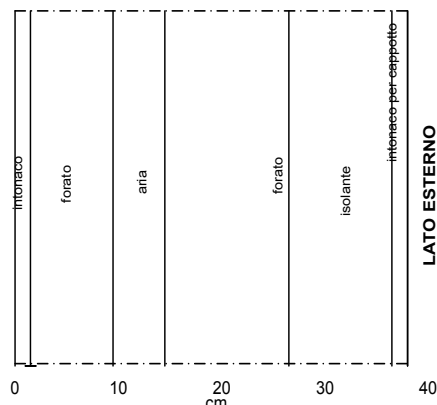
Prestazioni Medie
Qualità prestazionale III

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24					
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400				
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,13				
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04				
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]			
Rsi	Aria	Strato laminare interno		1	2	3	4	5		0,130			
1	<input type="checkbox"/>	intonaco per cappotto	0,020	0,700		1000	1000		0,139	0,144	0,029		
2	<input type="checkbox"/>	isolante EPS	0,200	0,036		1480	35		0,138	1,447	5,556		
3	<input type="checkbox"/>	pietra	0,250	2,300		860	2600		0,168	1,486	0,109		
4	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
5	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
6	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
7	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
8	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
9	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
10	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
11	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
12	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
13	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
14	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
15	<input type="checkbox"/>								-	-	-		
	Rse	Aria	Strato laminare esterno							0,040			
Spessore totale componente [cm]				47,00				Resistenza termica totale [m2K/W]				5,863	
RISULTATI													
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario							
T = 24 ore													
Fattore di decremento (attenuazione)			fd [-]	0,248		Massa superficiale			Ms [kg/m2]	677			
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)			φ [h]	10,51		Resistenza termica totale			Rt [m2K/W]	5,863			
Trasmittanza termica periodica			Yie [W/m2K]	0,042		Trasmittanza			U [W/m2K]	0,171			
Ammetenza termica lato interno			Yii [W/m2K], [h]	1,60 4,60		Conduttanza			C [W/m2K]	0,176			
Ammetenza termica lato esterno			Yee [W/m2K], [h]	12,49 1,66		Capacità termica areica			Cta [kJ/m2K]	589			
Capacità termica periodica lato interno			k1 [kJ/m2K]	22,4 24,2		Costante di tempo			τ [h]	960			
Capacità termica periodica lato esterno			k2 [kJ/m2K]	172,4 294,2									
Fattore di smorzamento superficiale interno													
Parete disperdente			fsd [-]	0,792 -0,624									
Parete interna			fsi [-]	0,788 -0,629									
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio							
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB]						54,61							
Rapporto tecnico UNI													
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN													
Altre formule													
Pareti monostrato													
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito													
<input type="radio"/> In laterizio													
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa													
Pareti doppie													
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso													
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso													
Solai													
<input type="radio"/> Solai in laterocemento													
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB]						-							
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici													
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)						
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	fa < 0,15	0	0	S > 12						
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	0,15 <= fa < 0,30	1	1	12 >= S > 10						
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8						
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6						
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	0,60 <= fa	0	0	6 >= S						
Prestazioni				Buone									
Qualità prestazionale				II									

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																			
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T		[sec]	86400																																																				
				Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W]	0,13																																																				
				Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W]	0,04																																																				
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]																																																	
Rsi	<input type="checkbox"/> Aria	Strato laminare interno		1	2	3	4	5		0,130																																																	
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,015	0,540		1000	1500		0,100	0,151	0,028																																																
2	<input type="checkbox"/>	forato	0,080	0,350		840	750		0,124	0,647	0,229																																																
3	<input checked="" type="checkbox"/>	aria	0,050					0,180	-	-	0,180																																																
4	<input type="checkbox"/>	forato	0,120	0,800		840	1800		0,121	0,995	0,150																																																
5	<input type="checkbox"/>	isolante	0,050	0,036		1480	35		0,138	0,362	1,389																																																
6	<input type="checkbox"/>	intonaco per cappotto	0,015	0,7		1000	1000		0,139	0,108	0,021																																																
7	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
8	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
9	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
10	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
11	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
12	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
13	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
14	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
15	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																
Rse	<input type="checkbox"/> Aria	Strato laminare esterno									0,040																																																
Spessore totale componente [cm]				33,00			Resistenza termica totale [m2K/W]				2,167																																																
RISULTATI																																																											
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																					
T = 24 ore																																																											
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]	0,141			Massa superficiale		Ms [kg/m2]	315																																																		
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]	9,41			Resistenza termica totale		Rt [m2K/W]	2,167																																																		
Trasmittanza termica periodica		Yie [W/m2K]	0,065			Trasmittanza		U [W/m2K]	0,462																																																		
Ammettenza termica lato interno		Yii [W/m2K], [h]	3,15		2,28		Conduttanza		C [W/m2K]			0,501																																															
Ammettenza termica lato esterno		Yee [W/m2K], [h]	1,33		3,79		Capacità termica areica		Cta [kJ/m2K]			272																																															
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m2K]	44,2		63,2		Costante di tempo		τ [h]			164																																															
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m2K]	19,1		20,1																																																						
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																											
Parete disperdente		fsd [-]	0,590		0,827																																																						
Parete interna		fsi [-]	0,582		0,819																																																						
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																					
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]	47,97																																																				
Rapporto tecnico UNI																																																											
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani																																																											
<input type="radio"/> Formula CEN																																																											
Altre formule																																																											
Pareti monostrato																																																											
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito																																																											
<input type="radio"/> In laterizio																																																											
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																											
Pareti doppie																																																											
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																											
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																											
Solai																																																											
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																											
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]	-																																																				
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>		Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	1	0	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prestazioni</th> <th>Medie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Qualità prestazionale</td> <td>III</td> </tr> </tbody> </table>		Prestazioni	Medie	Qualità prestazionale	III
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																								
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																								
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																								
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																								
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																								
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																								
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																								
fa < 0,15	1	0	S > 12																																																								
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																								
0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8																																																								
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6																																																								
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																								
Prestazioni	Medie																																																										
Qualità prestazionale	III																																																										



1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																														
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																																													
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]		0,13																																																												
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]		0,04																																																												
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]																																																												
Rsi	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare interno								0,130																																																												
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,015	0,540		1000	1500		0,100	0,151	0,028																																																											
2	<input type="checkbox"/>	forato	0,080	0,350		840	750		0,124	0,647	0,229																																																											
3	<input checked="" type="checkbox"/>	aria	0,050					0,180	-	-	0,180																																																											
4	<input type="checkbox"/>	forato	0,120	0,800		840	1800		0,121	0,995	0,150																																																											
5	<input type="checkbox"/>	isolante	0,100	0,036		1480	35		0,138	0,723	2,778																																																											
6	<input type="checkbox"/>	intonaco per cappotto	0,015	0,7		1000	1000		0,139	0,108	0,021																																																											
7	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
8	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
9	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
10	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
11	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
12	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
13	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
14	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
15	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																											
Rse	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare esterno									0,040																																																											
Spessore totale componente [cm]				38,00		Resistenza termica totale [m2K/W]				3,556																																																												
RISULTATI																																																																						
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																																
T = 24 ore																																																																						
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]	0,119			Massa superficiale		Ms [kg/m2]	317																																																													
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]	10,04			Resistenza termica totale		Rt [m2K/W]	3,556																																																													
Trasmittanza termica periodica		Yie [W/m2K]	0,034			Trasmittanza		U [W/m2K]	0,281																																																													
Ammetenza termica lato interno		Yii [W/m2K], [h]	3,15		2,28		Conduttanza		C [W/m2K]			0,295																																																										
Ammetenza termica lato esterno		Yee [W/m2K], [h]	1,25		4,68		Capacità termica areica		Cta [kJ/m2K]			275																																																										
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m2K]	43,8		62,5		Costante di tempo		τ [h]			271																																																										
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m2K]	17,6		18,1																																																																	
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																																						
Parete disperdente		fsd [-]	0,590		0,837																																																																	
Parete interna		fsi [-]	0,586		0,834																																																																	
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																																
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]	48,02																																																															
Rapporto tecnico UNI																																																																						
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN																																																																						
Altre formule																																																																						
Pareti monostrato																																																																						
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																																						
Pareti doppie																																																																						
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																																						
Solai																																																																						
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																																						
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]	-																																																															
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= Fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= Fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= Fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= Fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= Fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= Fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= Fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= Fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>				Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	1	0	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	1	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Prestazioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Buone</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Qualità prestazionale</th> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">II</td> </tr> </tbody> </table>			Prestazioni			Buone			Qualità prestazionale			II		
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																																			
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																																			
12 >= S > 10	0,15 <= Fd < 0,30	buone	II																																																																			
10 >= S > 8	0,30 <= Fd < 0,40	medie	III																																																																			
8 >= S > 6	0,40 <= Fd < 0,60	sufficienti	IV																																																																			
6 >= S	0,60 <= Fd	mediocri	V																																																																			
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																																			
fa < 0,15	1	0	S > 12																																																																			
0,15 <= fa < 0,30	0	1	12 >= S > 10																																																																			
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																																			
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6																																																																			
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																																			
Prestazioni																																																																						
Buone																																																																						
Qualità prestazionale																																																																						
II																																																																						



1) Scegliere il tipo di componente edilizio		2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)		24
Chiusura verticale		Periodo delle variazioni termiche T		[sec] 86400
		Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W] 0,13
		Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W] 0,04

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno			1						0,130
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,540	2	1000	1500		0,100	0,151	0,028
2	<input type="checkbox"/> forato	0,080	0,350		840	750		0,124	0,647	0,229
3	<input checked="" type="checkbox"/> aria	0,050					0,180	-	-	0,180
4	<input type="checkbox"/> forato	0,120	0,800		840	1800		0,121	0,995	0,150
5	<input type="checkbox"/> isolante	0,150	0,036		1480	35		0,138	1,085	4,167
6	<input type="checkbox"/> intonaco per cappotto	0,015	0,7		1000	1000		0,139	0,108	0,021
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040

Spessore totale componente [cm] **43,00**

Resistenza termica totale [m2K/W] **4,944**

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato		T = 24 ore	Regime stazionario	
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]	0,109	Massa superficiale	Ms [kg/m2] 319
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ [h]	10,91	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W] 4,944
Trasmittanza termica periodica	Yie [W/m2K]	0,022	Trasmittanza	U [W/m2K] 0,202
Ammettenza termica lato interno	Yii [W/m2K] , [h]	3,15	Conduttanza	C [W/m2K] 0,209
Ammettenza termica lato esterno	Yee [W/m2K] , [h]	1,28	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K] 277
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]	43,6	Costante di tempo	τ [h] 381
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]	17,8		
Fattore di smorzamento superficiale interno				
Parete disperdente	fsd [-]	0,591		
Parete interna	fsi [-]	0,588		

Dati acustici	Stratigrafia del componente edilizio
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB] 48,07	
Rapporto tecnico UNI	
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN	
Altre formule	
Pareti monostrato <input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa	
Pareti doppie <input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso	
Solai <input type="radio"/> Solai in laterocemento	
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB] -	

Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	1	0	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	0	1	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	0	0	6 >= S

Prestazioni Buone
Qualità prestazionale II

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24			
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]		86400	
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]		0,13	
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]		0,04	
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]	
Rsi	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare interno								0,130	
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,015	0,540		1000	1500	0,100	0,151	0,028	
2	<input type="checkbox"/>	forato	0,080	0,350		840	750	0,124	0,647	0,229	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	aria	0,050				0,180	-	-	0,180	
4	<input type="checkbox"/>	forato	0,120	0,800		840	1800	0,121	0,995	0,150	
5	<input type="checkbox"/>	isolante	0,200	0,036		1480	35	0,138	1,447	5,556	
6	<input type="checkbox"/>	intonaco per cappotto	0,015	0,7		1000	1000	0,139	0,108	0,021	
7	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
8	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
Rse	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare esterno								0,040	
Spessore totale componente [cm]				48,00		Resistenza termica totale [m2K/W]				6,333	
RISULTATI											
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario					
T = 24 ore											
Fattore di decremento (attenuazione)		fd	[-]	0,098		Massa superficiale		Ms	[kg/m2]	321	
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ	[h]	12,04		Resistenza termica totale		Rt	[m2K/W]	6,333	
Trasmittanza termica periodica		Yie	[W/m2K]	0,016		Trasmittanza		U	[W/m2K]	0,158	
Ammettenza termica lato interno		Yii	[W/m2K], [h]	3,15		Conduttanza		C	[W/m2K]	0,162	
Ammettenza termica lato esterno		Yee	[W/m2K], [h]	1,32		Capacità termica areica		Cta	[kJ/m2K]	280	
Capacità termica periodica lato interno		k1	[kJ/m2K]	43,5		Costante di tempo		τ	[h]	492	
Capacità termica periodica lato esterno		k2	[kJ/m2K]	18,2							
Fattore di smorzamento superficiale interno											
Parete disperdente		fsd	[-]	0,591							
Parete interna		fsi	[-]	0,589							
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio					
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]					
						48,12					
Rapporto tecnico UNI											
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani											
<input type="radio"/> Formula CEN											
Altre formule											
Pareti monostrato											
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito											
<input type="radio"/> In laterizio											
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa											
Pareti doppie											
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso											
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso											
Solai											
<input type="radio"/> Solai in laterocemento											
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]					
						-					
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici											
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	Attenuazione		Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)			
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	fa < 0,15	1	1	S > 12				
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10				
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8				
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6				
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	0,60 <= fa	0	0	6 >= S				
				Prestazioni		Ottime					
				Qualità prestazionale		I					

Nelle pagine precedenti si può osservare la trasmittanza ottenuta con l'ipotesi progettuale dell'inserimento di uno strato di isolante in EPS, spessore da 5cm a 20cm, applicato a cap-potto esterno. La trasmittanza per la parete verticale del piano terra, in pietra va da un valore pari a 0.68 W/m²k per 5 cm di isolante al valore di 0.17 W/m²k per 20cm di isolante mentre la trasmittanza per la parete verticale in muratura va da un valore pari a 0.46 W/m²k per 5 cm di isolante al valore di 0.16 W/m²k per 20cm di isolante.

7.2.2 Isolamento e facciata ventilata

La soluzione tecnologica a facciata ventilata identifica sistemi di pareti perimetrali caratterizzate dalla presenza di un'intercapedine d'aria: la parete è isolata termicamente ed acusticamente mediante pannelli isolanti applicati sul lato esterno del paramento murario e fissati ad esso con appositi tasselli. Gli elementi di finitura esterna sono distanziati dall'isolante tramite un sistema di profili metallici e staffe, direttamente ancorati al paramento murario retrostante. L'intercapedine consente il passaggio d'aria determinato da un effetto camino naturale. La facciata ventilata risulta indicata anche per interventi su edifici esistenti di cui si preveda la riqualificazione architettonica dell'edificio, ottimizzandone allo stesso tempo la prestazione energetica.

I vantaggi che questa soluzione architettonica apporta sono:

- Lo schermo esterno ventilato protegge la struttura muraria dall'azione diretta degli agenti atmosferici.
- Il posizionamento dello strato coibente continuo a copertura della parete muraria garantisce una diminuzione della dispersione termica eliminando la presenza di ponti termici e discontinuità di isolamento in corrispondenza di travi e pilastri di bordo.
- La compensazione dell'umidità e l'isolamento sono assicurati in maniera ottimale, sia d'estate che d'inverno, anche a fronte di caratteristiche sfavorevoli del fabbricato.
- La parete esterna solitamente non ha bisogno di un particolare pretrattamento e non è necessario che la parte esterna sia intonacata.
- Ogni rivestimento di protezione dagli agenti atmosferici reagisce al clima e all'umidità con variazioni dimensionali. Un corretto ancoraggio permette di compensare la dilatazione e il ritiro del rivestimento, senza che si trasmettano sollecitazioni alla struttura.
- La riflessione dei rumori esterni tende diminuire grazie alla realizzazione a strati di paramento, intercapedine e isolante, che determinano un certo assorbimento acustico. Ciò dipende, ovviamente, dalle caratteristiche di riflessione, assorbimento e trasmissione acustica dei materiali impiegati, nonché dal loro dimensionamento, spessore e posizionamento.
- Le facciate ventilate possono anche compensare grosse tolleranze della muratura dell'edificio, come si è spesso verificato nel risanamento e nella riqualificazione di vecchi edifici.
- Il rivestimento soddisfa gli standard antincendio dei regolamenti edilizi, sia come materiale da costruzione, che come componente per edilizia, in corrispondenza alle altezze prescritte.
- Protezione ottimale contro gli urti e i colpi sia delle superfici piane che degli angoli e degli spigoli della facciata, a seconda della tipologia di materiale impiegato per il rivestimento.
- L'isolamento termico può essere realizzato in modo variabile secondo i diversi regolamenti previsti in materia e le diverse esigenze specifiche di ogni edificio grazie anche alla facilità di posa in opera.
- L'uso di materiali asciutti permette di disporre di valori fissi per il calcolo del punto di rugiada e per il ricavo dello spessore della coibentazione termica.
- I rivestimenti delle facciate ventilate non richiedono il rinnovo della tinteggiatura esterna, che porta con sé i problemi di diffusione dell'umidità.
- I pannelli possono essere facilmente sostituiti con pannelli della stessa tonalità e superficie. Inoltre è possibile prevedere sistemi di aggancio per vasche per fiori e la creazione di un vano tecnico per l'alloggiamento di impianti e canalizzazioni.
- L'andamento delle fughe può essere progettato in maniera decorativa a seconda del reticolo, del colore dei pannelli e della costruzione. In questo modo è possibile anche effettuare la correzione estetica del fabbricato.

La facciata ventilata consente di migliorare la prestazione energetica estiva grazie all'intercapedine ventilata che allontana il calore in eccesso derivante dalla radiazione solare. In inverno l'aria dell'intercapedine è più calda di quella esterna e si crea così un moto convettivo che mantiene asciutte le pareti interne dell'intercapedine in particolare l'isolante sul quale potrebbe formarsi condensa. (Figura 7.4)

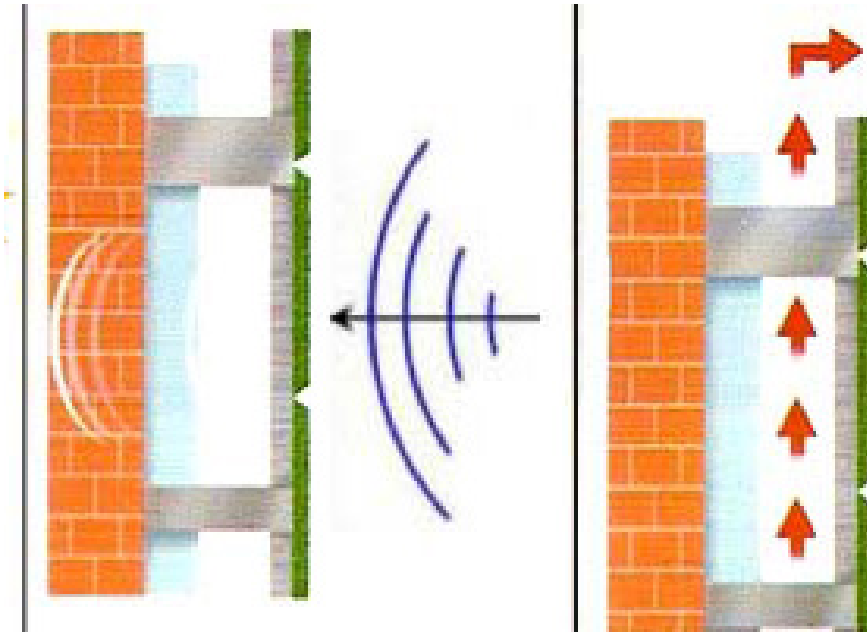
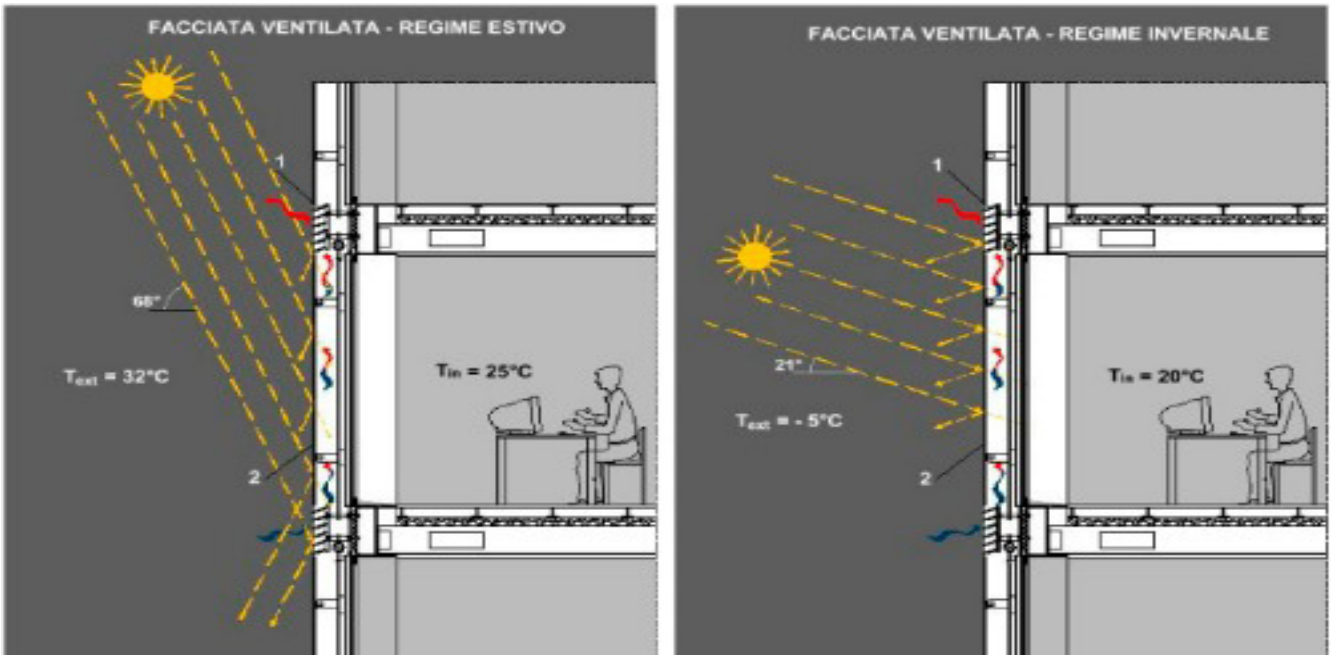


figura 7.4 funzionamento della facciata ventilata

1) Scegliere il tipo di componente edilizio		2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)		24
Chiusura verticale		Periodo delle variazioni termiche T		[sec] 86400
		Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W] 0,13
		Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W] 0,04

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	$\xi = s/d$ [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno			1						0,130
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,540	2	1000	1500		0,100	0,151	0,028
2	<input type="checkbox"/> forato	0,080	0,350	3	840	750		0,124	0,647	0,229
3	<input checked="" type="checkbox"/> aria	0,050		4			0,180	-	-	0,180
4	<input type="checkbox"/> forato	0,120	0,800	5	840	1800		0,121	0,995	0,150
5	<input type="checkbox"/> isolante	0,050	0,036	6	1480	35		0,138	0,362	1,389
6	<input checked="" type="checkbox"/> ventilazione	0,100		7			0,180	-	-	0,180
7	<input type="checkbox"/> rivestimento	0,030	0,920	8	1880	315		0,207	0,145	0,033
8	<input type="checkbox"/>			9				-	-	-
9	<input type="checkbox"/>			10				-	-	-
10	<input type="checkbox"/>			11				-	-	-
11	<input type="checkbox"/>			12				-	-	-
12	<input type="checkbox"/>			13				-	-	-
13	<input type="checkbox"/>			14				-	-	-
14	<input type="checkbox"/>			15				-	-	-
15	<input type="checkbox"/>			Rse	Aria Strato laminare esterno					0,040

Spessore totale componente [cm] **44,50**

Resistenza termica totale [m2K/W] **2,358**

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato		T = 24 ore	Regime stazionario	
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]	0,136	Massa superficiale	Ms [kg/m2] 310
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	ϕ [h]	9,54	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W] 2,358
Trasmittanza termica periodica	[Yie] [W/m2K]	0,058	Trasmittanza	U [W/m2K] 0,424
Ammettenza termica lato interno	Yii [W/m2K] , [h]	3,15 2,28	Conduttanza	C [W/m2K] 0,457
Ammettenza termica lato esterno	Yee [W/m2K] , [h]	1,45 4,14	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K] 275
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]	44,1 63,1	Costante di tempo	τ [h] 180
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]	20,6 21,6		
Fattore di smorzamento superficiale interno				
Parete disperdente	fsd [-]	0,590 0,812		
Parete interna	fsi [-]	0,583 0,805		

Dati acustici	Stratigrafia del componente edilizio
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB] 47,82	
Rapporto tecnico UNI	
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN	
Altre formule	
Pareti monostrato <input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa Pareti doppie <input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso Solai <input type="radio"/> Solai in laterocemento	
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB] -	

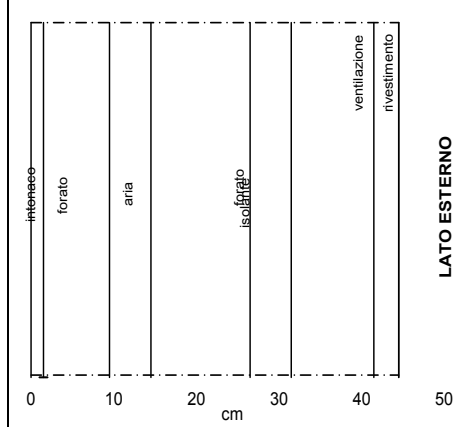
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	1	0	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	0	0	6 >= S

Prestazioni Medie
Qualità prestazionale III

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																							
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																																						
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,13																																																						
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04																																																						
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]																																																					
Rsi	Aria	Strato laminare interno		1	2	3	4	5		0,130																																																					
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,015	0,540		1000	1500		0,100	0,151	0,028																																																				
2	<input type="checkbox"/>	forato	0,080	0,350		840	750		0,124	0,647	0,229																																																				
3	<input checked="" type="checkbox"/>	aria	0,050					0,180	-	-	0,180																																																				
4	<input type="checkbox"/>	forato	0,120	0,800		840	1800		0,121	0,995	0,150																																																				
5	<input type="checkbox"/>	isolante	0,050	0,036		1480	35		0,138	0,362	1,389																																																				
6	<input checked="" type="checkbox"/>	ventilazione	0,100					0,180	-	-	0,180																																																				
7	<input type="checkbox"/>	rivestimento	0,030	0,920		1880	315		0,207	0,145	0,033																																																				
8	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
9	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
10	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
11	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
12	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
13	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
14	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
15	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																				
	Rse	Aria	Strato laminare esterno								0,040																																																				
Spessore totale componente [cm]				44,50				Resistenza termica totale [m2K/W]				2,358																																																			
RISULTATI																																																															
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																									
T = 24 ore																																																															
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]				0,136		Massa superficiale		Ms [kg/m2]	310																																																				
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]				9,54		Resistenza termica totale		Rt [m2K/W]	2,358																																																				
Trasmittanza termica periodica		Yie [W/m2K]				0,058		Trasmittanza		U [W/m2K]	0,424																																																				
Ammetenza termica lato interno		Yii [W/m2K], [h]				3,15 2,28		Conduttanza		C [W/m2K]	0,457																																																				
Ammetenza termica lato esterno		Yee [W/m2K], [h]				1,45 4,14		Capacità termica areica		Cta [kJ/m2K]	275																																																				
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m2K]				44,1 63,1		Costante di tempo		τ [h]	180																																																				
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m2K]				20,6 21,6																																																									
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																															
Parete disperdente		fsd [-]				0,590 0,812																																																									
Parete interna		fsi [-]				0,583 0,805																																																									
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																									
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]	47,82																																																								
Rapporto tecnico UNI																																																															
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani																																																															
<input type="radio"/> Formula CEN																																																															
Altre formule																																																															
Pareti monostrato																																																															
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito																																																															
<input type="radio"/> In laterizio																																																															
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																															
Pareti doppie																																																															
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																															
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																															
Solai																																																															
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																															
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]	-																																																								
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>				Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	1	0	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prestazioni</th> <th>Medie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Qualità prestazionale</td> <td>III</td> </tr> </tbody> </table>				Prestazioni	Medie	Qualità prestazionale	III
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																												
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																												
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																												
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																												
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																												
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																												
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																												
fa < 0,15	1	0	S > 12																																																												
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																												
0,30 <= fa < 0,40	0	1	10 >= S > 8																																																												
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6																																																												
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																												
Prestazioni	Medie																																																														
Qualità prestazionale	III																																																														



1) Scegliere il tipo di componente edilizio		2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)		24
Chiusura verticale		Periodo delle variazioni termiche T		[sec] 86400
		Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W] 0,13
		Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W] 0,04

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno			1						0,130
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,540	2	1000	1500		0,100	0,151	0,028
2	<input type="checkbox"/> forato	0,080	0,350	3	840	750		0,124	0,647	0,229
3	<input checked="" type="checkbox"/> aria	0,050		4			0,180	-	-	0,180
4	<input type="checkbox"/> forato	0,120	0,800	5	840	1800		0,121	0,995	0,150
5	<input type="checkbox"/> isolante	0,150	0,036	6	1480	35		0,138	1,085	4,167
6	<input checked="" type="checkbox"/> ventilazione	0,100		7			0,180	-	-	0,180
7	<input type="checkbox"/> rivestimento	0,030	0,920	8	1880	315		0,207	0,145	0,033
8	<input type="checkbox"/>			9				-	-	-
9	<input type="checkbox"/>			10				-	-	-
10	<input type="checkbox"/>			11				-	-	-
11	<input type="checkbox"/>			12				-	-	-
12	<input type="checkbox"/>			13				-	-	-
13	<input type="checkbox"/>			14				-	-	-
14	<input type="checkbox"/>			15				-	-	-
15	<input type="checkbox"/>			Rse	Aria Strato laminare esterno					0,040

Spessore totale componente [cm] **54,50**

Resistenza termica totale [m2K/W] **5,136**

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato		T = 24 ore	Regime stazionario	
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]	0,107	Massa superficiale	Ms [kg/m2] 313
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ [h]	11,11	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W] 5,136
Trasmittanza termica periodica	Yie [W/m2K]	0,021	Trasmittanza	U [W/m2K] 0,195
Ammettenza termica lato interno	Yii [W/m2K], [h]	3,15 2,28	Conduttanza	C [W/m2K] 0,201
Ammettenza termica lato esterno	Yee [W/m2K], [h]	1,46 5,04	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K] 280
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]	43,6 62,2	Costante di tempo	τ [h] 399
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]	20,2 20,6		
Fattore di smorzamento superficiale interno				
Parete disperdente	fsd [-]	0,591 0,811		
Parete interna	fsi [-]	0,588 0,809		

Dati acustici	Stratigrafia del componente edilizio
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB] 47,92	
Rapporto tecnico UNI	
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN	
Altre formule	
Pareti monostrato <input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa	
Pareti doppie <input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso	
Solai <input type="radio"/> Solai in laterocemento	
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB] -	

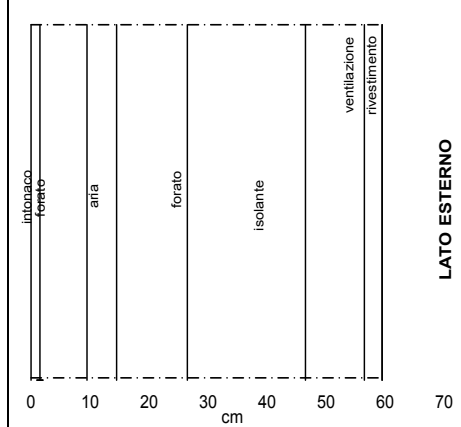
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	1	0	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	0	1	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	0	0	6 >= S

Prestazioni Buone
Qualità prestazionale II

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24			
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T		[sec]	86400				
				Resistenza termica sup interna Rsi		[m2K/W]	0,13				
				Resistenza termica sup esterna Rse		[m2K/W]	0,04				
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]	
Rsi	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare interno		1	2	3	4	5		0,130	
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,015	0,540		1000	1500		0,100	0,151	
2	<input type="checkbox"/>	forato	0,080	0,350		840	750		0,124	0,647	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	aria	0,050					0,180	-	0,180	
4	<input type="checkbox"/>	forato	0,120	0,800		840	1800		0,121	0,995	
5	<input type="checkbox"/>	isolante	0,200	0,036		1480	35		0,138	1,447	
6	<input checked="" type="checkbox"/>	ventilazione	0,100					0,180	-	0,180	
7	<input checked="" type="checkbox"/>	rivestimento	0,030	0,920		1880	315		0,207	0,145	
8	<input type="checkbox"/>								-	-	
9	<input type="checkbox"/>								-	-	
10	<input type="checkbox"/>								-	-	
11	<input type="checkbox"/>								-	-	
12	<input type="checkbox"/>								-	-	
13	<input type="checkbox"/>								-	-	
14	<input type="checkbox"/>								-	-	
15	<input type="checkbox"/>								-	-	
Rse	<input checked="" type="checkbox"/> Aria	Strato laminare esterno								0,040	
Spessore totale componente [cm]				59,50			Resistenza termica totale [m2K/W]				6,525
RISULTATI											
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario					
T = 24 ore											
Fattore di decremento (attenuazione)		fd [-]			0,097	Massa superficiale		Ms [kg/m2]	315		
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ [h]			12,26	Resistenza termica totale		Rt [m2K/W]	6,525		
Trasmittanza termica periodica		Yie [W/m2K]			0,015	Trasmittanza		U [W/m2K]	0,153		
Ammetenza termica lato interno		Yii [W/m2K], [h]			3,15	2,28	Conduttanza		C [W/m2K]	0,157	
Ammetenza termica lato esterno		Yee [W/m2K], [h]			1,49	5,10	Capacità termica areica		Cta [kJ/m2K]	282	
Capacità termica periodica lato interno		k1 [kJ/m2K]			43,5	62,1	Costante di tempo		τ [h]	512	
Capacità termica periodica lato esterno		k2 [kJ/m2K]			20,6	20,9					
Fattore di smorzamento superficiale interno											
Parete disperdente		fsd [-]			0,591	0,806					
Parete interna		fsi [-]			0,589	0,806					
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio					
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]	47,96				
Rapporto tecnico UNI											
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani											
<input type="radio"/> Formula CEN											
Altre formule											
Pareti monostrato											
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito											
<input type="radio"/> In laterizio											
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa											
Pareti doppie											
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso											
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso											
Solai											
<input type="radio"/> Solai in laterocemento											
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]	-				
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici											
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	Controllo attenuazione		Controllo Sfasamento		Sfasamento (h)			
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	fa < 0,15	1	1	S > 12				
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10				
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8				
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6				
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	0,60 <= fa	0	0	6 >= S				
				Prestazioni		Ottime					
				Qualità prestazionale		I					



Nelle pagine precedenti si può osservare la trasmittanza ottenuta con l'ipotesi progettuale dell'inserimento di uno strato di isolante in EPS, spessore da 5cm a 20cm, applicato a cappotto esterno con la parete ventilata. La trasmittanza per la parete verticale in muratura va da un valore pari a $0.42 \text{ W/m}^2\text{k}$ per 5 cm di isolante al valore di $0.15 \text{ W/m}^2\text{k}$ per 20 cm di isolante. Si nota che per la muratura tradizionale in muratura non si hanno, in termini di trasmittanza, dei miglioramenti che facciano propendere le scelte progettuali verso la parete ventilata, inoltre il maggior spessore che lo strato di 10cm di aria comporta sulla stratigrafia influenzerebbe negativamente il fattore di luce diurna; per queste motivazioni ho optato per la classica parete con cappotto esterno e senza lo strato di ventilazione.

Nella pagina seguente è inserito lo schema relativo alla parete verticale interna tra elementi riscaldati e non riscaldati, (parete del vano scale).

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24			
Chiusura verticale				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400		
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,13		
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04		
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]	
Rsi	Aria	Strato laminare interno		1	2	3	4	5		0,130	
1	<input type="checkbox"/>	intonaco	0,020	1,800		1000	1800		0,166	0,121	0,011
2	<input type="checkbox"/>	cls armato	0,250	1,800		1000	2500		0,141	1,777	0,139
3	<input type="checkbox"/>	isolante EPS	0,150	0,036		1480	35		0,138	1,085	4,167
4	<input type="checkbox"/>	intonaco per cappotto	0,015	0,700		1000	1000		0,139	0,108	0,021
5	<input type="checkbox"/>								-	-	-
6	<input type="checkbox"/>								-	-	-
7	<input type="checkbox"/>								-	-	-
8	<input type="checkbox"/>								-	-	-
9	<input type="checkbox"/>								-	-	-
10	<input type="checkbox"/>								-	-	-
11	<input type="checkbox"/>								-	-	-
12	<input type="checkbox"/>								-	-	-
13	<input type="checkbox"/>								-	-	-
14	<input type="checkbox"/>								-	-	-
15	<input type="checkbox"/>								-	-	-
Rse	Aria	Strato laminare esterno									0,040
Spessore totale componente [cm]			43,50			Resistenza termica totale [m2K/W]			4,508		
RISULTATI											
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario					
T = 24 ore											
Fattore di decremento (attenuazione)		fd	[-]	0,096		Massa superficiale		Ms	[kg/m2]	681	
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ	[h]	11,05		Resistenza termica totale		Rt	[m2K/W]	4,508	
Trasmittanza termica periodica		Yie	[W/m2K]	0,021		Trasmittanza		U	[W/m2K]	0,222	
Ammetenza termica lato interno		Yii	[W/m2K], [h]	5,70		Conduttanza		C	[W/m2K]	0,231	
Ammetenza termica lato esterno		Yee	[W/m2K], [h]	1,28		Capacità termica areica		Cta	[kJ/m2K]	684	
Capacità termica periodica lato interno		k1	[kJ/m2K]	78,7		Costante di tempo		τ	[h]	856	
Capacità termica periodica lato esterno		k2	[kJ/m2K]	17,8							
Fattore di smorzamento superficiale interno											
Parete disperdente		fsd	[-]	0,259							
Parete interna		fsi	[-]	0,256							
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio					
Indice potere fonoisolante		Rw (dB)	[dB]	54,67							
Rapporto tecnico UNI											
<input checked="" type="radio"/>		Laboratori italiani									
<input type="radio"/>		Formula CEN									
Altre formule											
Pareti monostrato											
<input type="radio"/>		In laterizio alleggerito									
<input type="radio"/>		In laterizio									
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa									
Pareti doppie											
<input type="radio"/>		In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso									
<input type="radio"/>		In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso									
Solai											
<input type="radio"/>		Solai in laterocemento									
Indice livello rumore da calpestio equivalente		Lnw,eq	[dB]	-							
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici											
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	Controllo attenuazione		Controllo Sfasamento		Sfasamento (h)			
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	1	0	0	0	S > 12			
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	0	1	1	1	12 >= S > 10			
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	0	0	0	0	10 >= S > 8			
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	0	0	0	0	8 >= S > 6			
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	0	0	0	0	6 >= S			
				Prestazioni		Buone					
				Qualità prestazionale		II					

7.2.3 Isolamento tetto

Il tetto esercita una profonda influenza sul benessere dello spazio abitativo sottostante che si esprime non solo in valori di temperatura, umidità, luminosità, ma anche in termini formali, materici e funzionali; queste prestazioni non sono quantificabili con valori matematici, è per tutti questi motivi che, nelle mie ipotesi progettuali ho deciso di studiare il completo rifacimento del tetto. La copertura esistente era in laterocemento, non isolata e non ventilata, non aveva mai subito ristrutturazioni ed essendo molto esposta sia alle precipitazioni invernali nevose (che data la zona geografica risultano essere notevoli), sia alle precipitazioni piovose che al cospicuo irraggiamento solare ho ritenuto opportuno provvedere alla sostituzione con una nuova copertura.

Sono presenti tre tipi di nuove coperture, sempre costituite da tetti piani rovesci (figura 7.5)

- il tetto piano praticabile, utilizzato sia nella parte centrale dell'edificio, dove sono stati posati i pannelli per il solare termico, sia nella grande terrazza pubblica, sia nelle terrazze dei due loft.

- la copertura non praticabile, del vano scala/ascensore est.

- la copertura non praticabile dei due appartamenti integrata dalla copertura leggera inclinata e costituita da pannelli sandwich.

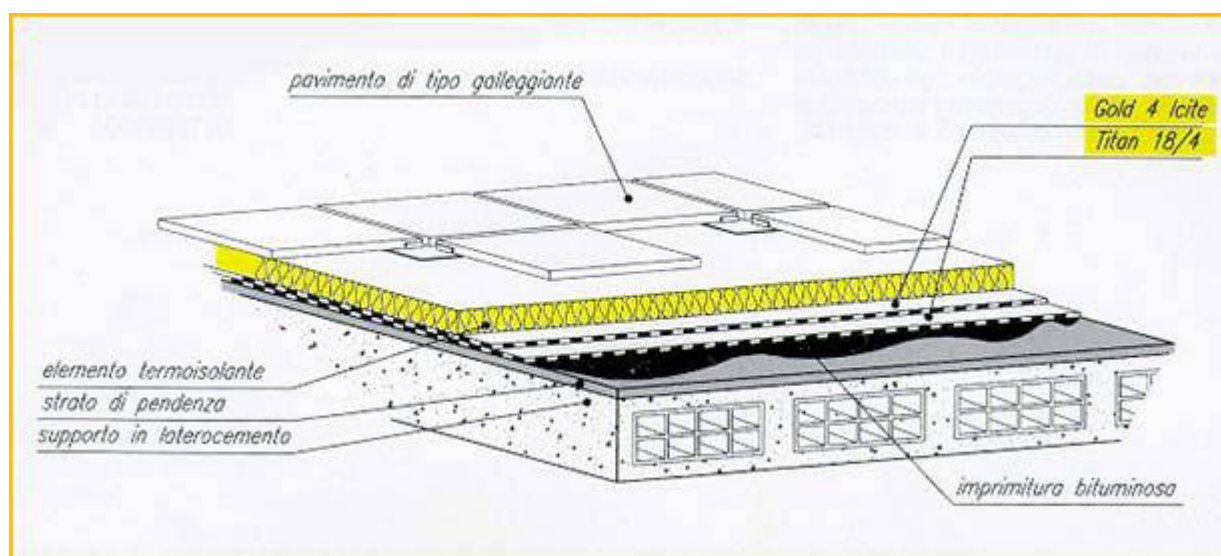


figura 7.5 stratigrafia tetto piano rovescio

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																						
Chiusura orizzontale (flusso ascendente)				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																																					
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,10																																																					
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04																																																					
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]																																																				
Rsi	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,100																																																				
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,900		1000	1800		0,117	0,128	0,017																																																				
2	<input type="checkbox"/> soletta cls armato	0,200	1,800		1000	2500		0,141	1,421	0,111																																																				
3	<input type="checkbox"/> isolante acustico	0,005	0,045		1700	110		0,081	0,061	0,111																																																				
4	<input type="checkbox"/> tenuta all'acqua	0,050	0,170		1470	600		0,073	0,687	0,294																																																				
5	<input type="checkbox"/> isolante EPS	0,100	0,036		1480	35		0,138	0,723	2,778																																																				
6	<input type="checkbox"/> lapillo vulcanico	0,050	0,044		1500	90		0,095	0,528	1,136																																																				
7	<input type="checkbox"/>																																																													
8	<input type="checkbox"/>																																																													
9	<input type="checkbox"/>																																																													
10	<input type="checkbox"/>																																																													
11	<input type="checkbox"/>																																																													
12	<input type="checkbox"/>																																																													
13	<input type="checkbox"/>																																																													
14	<input type="checkbox"/>																																																													
15	<input type="checkbox"/>																																																													
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040																																																				
Spessore totale componente [cm]				42,00		Resistenza termica totale [m2K/W]				4,587																																																				
RISULTATI																																																														
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																								
T = 24 ore																																																														
Fattore di decremento (attenuazione)			fd [-]	0,112		Massa superficiale			Ms [kg/m2]	566																																																				
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)			φ [h]	12,69		Resistenza termica totale			Rt [m2K/W]	4,587																																																				
Trasmittanza termica periodica			Yie [W/m2K]	0,024		Trasmittanza			U [W/m2K]	0,218																																																				
Ammetenza termica lato interno			Yii [W/m2K], [h]	6,64 0,96		Conduttanza			C [W/m2K]	0,225																																																				
Ammetenza termica lato esterno			Yee [W/m2K], [h]	0,53 3,36		Capacità termica areica			Cta [kJ/m2K]	584																																																				
Capacità termica periodica lato interno			k1 [kJ/m2K]	91,6 233,3		Costante di tempo			τ [h]	744																																																				
Capacità termica periodica lato esterno			k2 [kJ/m2K]	7,5 8,1																																																										
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																														
Parete disperdente			fsd [-]	0,336 0,947																																																										
Parete interna			fsi [-]	0,334 0,946																																																										
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																								
Indice potere fonoisolante						Rw (dB) [dB]																																																								
						53,05																																																								
Rapporto tecnico UNI																																																														
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani																																																														
<input type="radio"/> Formula CEN																																																														
Altre formule																																																														
Pareti monostrato																																																														
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito																																																														
<input type="radio"/> In laterizio																																																														
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																														
Pareti doppie																																																														
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																														
<input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																														
Solai																																																														
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																														
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq [dB]																																																								
						-																																																								
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>			Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	1	1	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> </tbody> </table>				Prestazioni	Qualità prestazionale	ottime	I
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																											
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																											
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																											
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																											
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																											
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																											
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																											
fa < 0,15	1	1	S > 12																																																											
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																											
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																											
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6																																																											
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																											
Prestazioni	Qualità prestazionale																																																													
ottime	I																																																													

1) Scegliere il tipo di componente edilizio	2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)	24
Chiusura orizzontale (flusso ascendente)		Periodo delle variazioni termiche T [sec] 86400
		Resistenza termica sup interna Rsi [m2K/W] 0,10
		Resistenza termica sup esterna Rse [m2K/W] 0,04

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi	Aria Strato laminare interno			1			5			0,100
1	intonaco	0,015	0,900	2	1000	1800		0,117	0,128	0,017
2	soletta pignatta	0,200	0,350	3	840	750		0,124	1,618	0,571
3	strato cls	0,040	1,600	4	1000	2300		0,138	0,289	0,025
4	isolante acustico	0,005	0,045	5	1700	110		0,081	0,061	0,111
5	massetto	0,040	1,800	6	1000	2500		0,141	0,284	0,022
6	tenuta all'acqua	0,005	0,170	7	1470	600		0,073	0,069	0,029
7	isolante EPS	0,100	0,036	8	1480	35		0,138	0,723	2,778
8	piastrelloni in legno	0,020	0,130	9	1600	500		0,067	0,299	0,154
9				10				-	-	-
10				11				-	-	-
11				12				-	-	-
12				13				-	-	-
13				14				-	-	-
14				15				-	-	-
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040

Spessore totale componente [cm] **42,50**

Resistenza termica totale [m2K/W] **3,847**

RISULTATI

Regime periodico stabilizzato				Regime stazionario			
T = 24 ore							
Fattore di decremento (attenuazione)	fd [-]		0,063	Massa superficiale	Ms [kg/m2]		386
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ [h]		13,36	Resistenza termica totale	Rt [m2K/W]		3,847
Trasmittanza termica periodica	Yie [W/m2K]		0,016	Trasmittanza	U [W/m2K]		0,260
Ammettenza termica lato interno	Yii [W/m2K], [h]		3,83	Conduttanza	C [W/m2K]		0,270
Ammettenza termica lato esterno	Yee [W/m2K], [h]		1,27	Capacità termica areica	Cta [kJ/m2K]		372
Capacità termica periodica lato interno	k1 [kJ/m2K]		52,8	Costante di tempo	τ [h]		397
Capacità termica periodica lato esterno	k2 [kJ/m2K]		17,5				
Fattore di smorzamento superficiale interno							
Parete disperdente	fsd [-]		0,617				
Parete interna	fsi [-]		0,616				

Dati acustici	Stratigrafia del componente edilizio
Indice potere fonoisolante Rw (dB) [dB] 49,73	
Rapporto tecnico UNI	
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN	
Altre formule	
Pareti monostrato <input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa Pareti doppie <input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso Solai <input type="radio"/> Solai in laterocemento	
Indice livello rumore da calpestio equivalente Lnw,eq [dB] -	

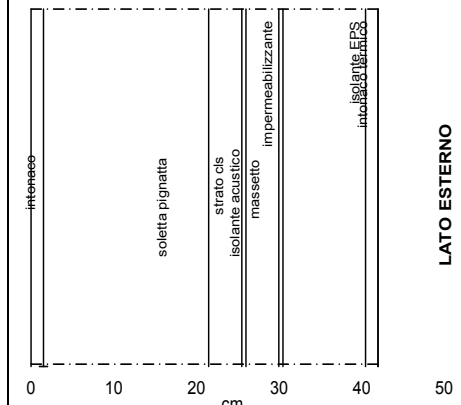
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V

Attenuazione	Controllo attenuazione	Sfasamento	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)
fa < 0,15	1	1	1	S > 12
0,15 <= fa < 0,30	0	0	0	12 >= S > 10
0,30 <= fa < 0,40	0	0	0	10 >= S > 8
0,40 <= fa < 0,60	0	0	0	8 >= S > 6
0,60 <= fa	0	0	0	6 >= S

Prestazioni **Ottime**
Qualità prestazionale **I**

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24			
Chiusura orizzontale (flusso ascendente)				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400		
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]	0,10		
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]	0,04		
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]	
Rsi	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,100	
1	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,900		1000	1800		0,117	0,128	0,017	
2	<input type="checkbox"/> soletta pignatta	0,200	0,350		840	750		0,124	1,618	0,571	
3	<input type="checkbox"/> strato cls	0,040	1,600		1000	2300		0,138	0,289	0,025	
4	<input type="checkbox"/> isolante acustico	0,005	0,045		1700	110		0,081	0,061	0,111	
5	<input type="checkbox"/> massetto	0,040	1,800		1000	2500		0,141	0,284	0,022	
6	<input type="checkbox"/> impermeabilizzante	0,005	0,170		1470	600		0,073	0,069	0,029	
7	<input type="checkbox"/> isolante EPS	0,100	0,036		1480	35		0,138	0,723	2,778	
8	<input type="checkbox"/> intonaco termico	0,015	0,090		840	720		0,064	0,234	0,167	
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-	
Rse	Aria Strato laminare esterno									0,040	
Spessore totale componente [cm]		42,00				Resistenza termica totale [m2K/W]		3,860			
RISULTATI											
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario					
T = 24 ore											
Fattore di decremento (attenuazione)	fd	[-]	0,063			Massa superficiale	Ms	[kg/m2]	387		
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)	φ	[h]	13,17			Resistenza termica totale	Rt	[m2K/W]	3,860		
Trasmittanza termica periodica	Yie	[W/m2K]	0,016			Trasmittanza	U	[W/m2K]	0,259		
Ammettenza termica lato interno	Yii	[W/m2K], [h]	3,83		2,55	Conduttanza	C	[W/m2K]	0,269		
Ammettenza termica lato esterno	Yee	[W/m2K], [h]	0,82		4,08	Capacità termica areica	Cta	[kJ/m2K]	365		
Capacità termica periodica lato interno	k1	[kJ/m2K]	52,8		71,5	Costante di tempo	τ	[h]	391		
Capacità termica periodica lato esterno	k2	[kJ/m2K]	11,3		11,6						
Fattore di smorzamento superficiale interno											
Parete disperdente	fsd	[-]	0,617		0,918						
Parete interna	fsi	[-]	0,616		0,918						
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio					
Indice potere fonoisolante						Rw (dB)	[dB]	49,75			
Rapporto tecnico UNI											
<input checked="" type="radio"/>	Laboratori italiani										
<input type="radio"/>	Formula CEN										
Altre formule											
Pareti monostrato											
<input type="radio"/>	In laterizio alleggerito										
<input type="radio"/>	In laterizio										
<input type="radio"/>	In blocchi di argilla espansa										
Pareti doppie											
<input type="radio"/>	In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso										
<input type="radio"/>	In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso										
Solai											
<input type="radio"/>	Solai in laterocemento										
Indice livello rumore da calpestio equivalente						Lnw,eq	[dB]	-			
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici											
				Controllo attenuazione		Controllo Sfasamento		Sfasamento (h)			
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	1	0	1	0	S > 12			
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	0	0	0	0	12 ≧ S > 10			
12 ≧ S > 10	0,15 ≤ Fd < 0,30	buone	II	0	0	0	0	10 ≧ S > 8			
10 ≧ S > 8	0,30 ≤ Fd < 0,40	medie	III	0	0	0	0	8 ≧ S > 6			
8 ≧ S > 6	0,40 ≤ Fd < 0,60	sufficienti	IV	0	0	0	0	6 ≧ S			
6 ≧ S	0,60 ≤ Fd	mediocri	V								
Prestazioni						Ottime					
Qualità prestazionale						I					

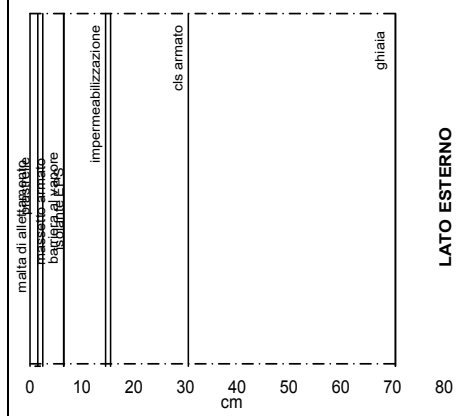


7.2.4 Isolamento soletta controterra e su spazi aperti

Dal punto di vista tecnologico, l'isolamento dei solai contro terra o su vespaio comporta l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio. Dovendo l'isolante sopportare il peso del massetto soprastante, armato con rete elettrosaldata, a protezione dell'isolante stesso e a supporto della soprastante pavimentazione, esso dovrà avere una resistenza meccanica idonea a tale finalità.

L'ipotesi progettuale riguardante il piano terra, prevede di ristrutturare e cambiare destinazione d'uso, in quanto a causa della limitata distanza dei pilastri i box non sono mai stati utilizzati, si è quindi ipotizzato di isolare con 8 cm di isolante EPS in modo da garantire ottime prestazioni e un buon confort a tutti i fruitori dello spazio social.

1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																						
Chiusura orizzontale (flusso discendente)				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																																					
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m ² K/W]	0,17																																																					
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m ² K/W]	0,04																																																					
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conductività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m ³]	Resistenza termica aria [m ² K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m ² k/w]																																																				
Rsi	Aria	Strato laminare interno		1	2	3	4	5		0,170																																																				
1	<input type="checkbox"/>	piastrelle	0,015	1,300		840	2300		0,136	0,110	0,012																																																			
2	<input type="checkbox"/>	malta di allettamento	0,010	1,400		1000	2000		0,139	0,072	0,007																																																			
3	<input type="checkbox"/>	massetto armato	0,040	1,600		1000	2500		0,133	0,302	0,025																																																			
4	<input type="checkbox"/>	barriera al vapore	0,001	0,170		1470	600		0,073	0,014	0,006																																																			
5	<input type="checkbox"/>	isolante EPS	0,080	0,036		1480	35		0,195	0,138	2,222																																																			
6	<input type="checkbox"/>	impermeabilizzazione	0,010	0,170		1470	600		0,117	0,085	0,059																																																			
7	<input type="checkbox"/>	cls armato	0,150	1,800		1000	2500		0,141	1,066	0,083																																																			
8	<input type="checkbox"/>	ghiaia	0,400	2,200		1500	900		0,212	1,889	0,182																																																			
9	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
10	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
11	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
12	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
13	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
14	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
15	<input type="checkbox"/>								-	-	-																																																			
Rse	Aria	terreno									0,250																																																			
Spessore totale componente [cm]			70,60			Resistenza termica totale [m ² K/W]			3,016																																																					
RISULTATI																																																														
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																								
T = 24 ore																																																														
Fattore di decremento (attenuazione)		fd	[-]	0,030		Massa superficiale		Ms	[kg/m ²]	899																																																				
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)		φ	[h]	17,85		Resistenza termica totale		Rt	[m ² K/W]	3,016																																																				
Trasmittanza termica periodica		Yie	[W/m ² K]	0,010		Trasmittanza		U	[W/m ² K]	0,332																																																				
Ammettenza termica lato interno		Yii	[W/m ² K], [h]	4,60		Conduttanza		C	[W/m ² K]	0,385																																																				
Ammettenza termica lato esterno		Yee	[W/m ² K], [h]	3,31		Capacità termica areica		Cta	[kJ/m ² K]	1078																																																				
Capacità termica periodica lato interno		k1	[kJ/m ² K]	63,2		Costante di tempo		τ	[h]	903																																																				
Capacità termica periodica lato esterno		k2	[kJ/m ² K]	45,5																																																										
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																														
Parete disperdente		fsd	[-]	0,218																																																										
Parete interna		fsi	[-]	0,218																																																										
Dati acustici				Stratigrafia del componente edilizio																																																										
Indice potere fonoisolante				Rw (dB)	[dB]	57,07																																																								
Rapporto tecnico UNI																																																														
<input checked="" type="radio"/>				Laboratori italiani																																																										
<input type="radio"/>				Formula CEN																																																										
Altre formule																																																														
Pareti monostrato																																																														
<input type="radio"/>				In laterizio alleggerito																																																										
<input type="radio"/>				In laterizio																																																										
<input type="radio"/>				In blocchi di argilla espansa																																																										
Pareti doppie																																																														
<input type="radio"/>				In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso																																																										
<input type="radio"/>				In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																										
Solai																																																														
<input type="radio"/>				Solai in laterocemento																																																										
Indice livello rumore da calpestio equivalente				Lnw,eq	[dB]	-																																																								
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>				Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	1	1	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ottime</td> <td>I</td> </tr> </tbody> </table>			Prestazioni	Qualità prestazionale	Ottime	I
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																											
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																											
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																											
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																											
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																											
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																											
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																											
fa < 0,15	1	1	S > 12																																																											
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																											
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																											
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6																																																											
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																											
Prestazioni	Qualità prestazionale																																																													
Ottime	I																																																													



1) Scegliere il tipo di componente edilizio				2) Scegliere il periodo delle variazioni termiche (<= 24 ore)				24																																																						
Chiusura orizzontale (flusso discendente)				Periodo delle variazioni termiche T				[sec]	86400																																																					
				Resistenza termica sup interna Rsi				[m2K/W]		0,17																																																				
				Resistenza termica sup esterna Rse				[m2K/W]		0,04																																																				
Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (λ) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/kgK]	Densità (ρ) [kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (δ) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2k/w]																																																				
Rsi	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,170																																																				
1	<input type="checkbox"/> piastrelle	0,015	1,300		840	2300		0,136	0,110	0,012																																																				
2	<input type="checkbox"/> malta di allettamento	0,010	1,400		1000	2000		0,139	0,072	0,007																																																				
3	<input type="checkbox"/> massetto armato	0,040	1,600		1000	2500		0,133	0,302	0,025																																																				
4	<input type="checkbox"/> barriera al vapore	0,001	0,170		1470	600		0,073	0,014	0,006																																																				
5	<input type="checkbox"/> strato cls	0,040	1,600		1000	2300		0,195	0,138	0,025																																																				
6	<input type="checkbox"/> soletta pignatte	0,200	0,700		840	600		0,117	1,709	0,286																																																				
7	<input type="checkbox"/> isolante EPS	0,100	0,036		1480	35		0,138	0,723	2,778																																																				
8	<input type="checkbox"/> intonaco	0,015	0,700		1000	1000		0,139	0,108	0,021																																																				
9	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
10	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
11	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
12	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
13	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
14	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
15	<input type="checkbox"/>							-	-	-																																																				
Rse	Aria aria									0,040																																																				
Spessore totale componente [cm]				42,10		Resistenza termica totale [m2K/W]				3,369																																																				
RISULTATI																																																														
Regime periodico stabilizzato						Regime stazionario																																																								
T = 24 ore																																																														
Fattore di decremento (attenuazione)			fd [-]	0,086		Massa superficiale			Ms [kg/m2]	386																																																				
Ritardo fattore di decremento (sfasamento)			φ [h]	12,12		Resistenza termica totale			Rt [m2K/W]	3,369																																																				
Trasmittanza termica periodica			Yie [W/m2K]	0,025		Trasmittanza			U [W/m2K]	0,297																																																				
Ammetenza termica lato interno			Yii [W/m2K] , [h]	4,53 1,00		Conduttanza			C [W/m2K]	0,317																																																				
Ammetenza termica lato esterno			Yee [W/m2K] , [h]	1,25 4,69		Capacità termica areica			Cta [kJ/m2K]	363																																																				
Capacità termica periodica lato interno			k1 [kJ/m2K]	62,6 193,4		Costante di tempo			τ [h]	340																																																				
Capacità termica periodica lato esterno			k2 [kJ/m2K]	17,3 18,4																																																										
Fattore di smorzamento superficiale interno																																																														
Parete disperdente			fsd [-]	0,230 0,787																																																										
Parete interna			fsi [-]	0,226 0,786																																																										
Dati acustici						Stratigrafia del componente edilizio																																																								
Indice potere fonoisolante			Rw (dB) [dB]	49,72																																																										
Rapporto tecnico UNI																																																														
<input checked="" type="radio"/> Laboratori italiani <input type="radio"/> Formula CEN																																																														
Altre formule																																																														
Pareti monostrato																																																														
<input type="radio"/> In laterizio alleggerito <input type="radio"/> In laterizio <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa																																																														
Pareti doppie																																																														
<input type="radio"/> In laterizio, interc. > 5 cm con materiale fibroso <input type="radio"/> In blocchi di argilla espansa, interc. senza materiale fibroso																																																														
Solai																																																														
<input type="radio"/> Solai in laterocemento																																																														
Indice livello rumore da calpestio equivalente			Lnw,eq [dB]	-																																																										
Prestazione Energetica Estiva - Metodo dei parametri qualitativi secondo Linee Guida Nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sfasamento (ore)</th> <th>Attenuazione</th> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità Prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S > 12</td> <td>Fd < 0,15</td> <td>ottime</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>12 >= S > 10</td> <td>0,15 <= fd < 0,30</td> <td>buone</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>10 >= S > 8</td> <td>0,30 <= fd < 0,40</td> <td>medie</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>8 >= S > 6</td> <td>0,40 <= fd < 0,60</td> <td>sufficienti</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>6 >= S</td> <td>0,60 <= fd</td> <td>mediocri</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>				Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale	S > 12	Fd < 0,15	ottime	I	12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II	10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III	8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV	6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attenuazione</th> <th>Controllo attenuazione</th> <th>Controllo Sfasamento</th> <th>Sfasamento (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fa < 0,15</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>S > 12</td> </tr> <tr> <td>0,15 <= fa < 0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>12 >= S > 10</td> </tr> <tr> <td>0,30 <= fa < 0,40</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10 >= S > 8</td> </tr> <tr> <td>0,40 <= fa < 0,60</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8 >= S > 6</td> </tr> <tr> <td>0,60 <= fa</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6 >= S</td> </tr> </tbody> </table>			Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)	fa < 0,15	1	1	S > 12	0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10	0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8	0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6	0,60 <= fa	0	0	6 >= S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prestazioni</th> <th>Qualità prestazionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ottime</td> <td>I</td> </tr> </tbody> </table>				Prestazioni	Qualità prestazionale	Ottime	I
Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità Prestazionale																																																											
S > 12	Fd < 0,15	ottime	I																																																											
12 >= S > 10	0,15 <= fd < 0,30	buone	II																																																											
10 >= S > 8	0,30 <= fd < 0,40	medie	III																																																											
8 >= S > 6	0,40 <= fd < 0,60	sufficienti	IV																																																											
6 >= S	0,60 <= fd	mediocri	V																																																											
Attenuazione	Controllo attenuazione	Controllo Sfasamento	Sfasamento (h)																																																											
fa < 0,15	1	1	S > 12																																																											
0,15 <= fa < 0,30	0	0	12 >= S > 10																																																											
0,30 <= fa < 0,40	0	0	10 >= S > 8																																																											
0,40 <= fa < 0,60	0	0	8 >= S > 6																																																											
0,60 <= fa	0	0	6 >= S																																																											
Prestazioni	Qualità prestazionale																																																													
Ottime	I																																																													

7.2.5 Miglioramento serramenti

Le finestre presenti nei vecchi edifici italiani, come visto precedentemente nel capitolo 6, sono spesso dei punti deboli in termini di efficienza energetica dell'involucro. E' proprio attraverso i vetri, spesso sottili e monostrato, che avviene il grosso della dispersione termica. Altro elemento disperdente sono i vecchi serramenti, (nella palazzina oggetto di studio in legno), spesso deformati a tal punto da non garantire più la tenuta all'aria e all'acqua necessarie per un buon livello di comfort degli ambienti interni.

Sapendo che l'energia in un qualsiasi corpo si trasferisce dal punto con temperatura maggiore al punto a temperatura minore (figura 7.7, 7.8), e che, la trasmittanza è il parametro

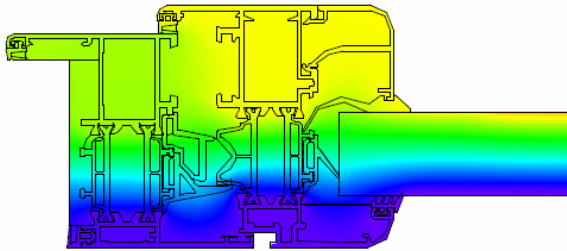


figura 7.7 flusso di calore nel serramento

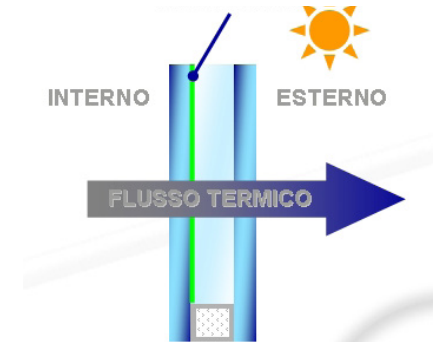


figura 7.8 flusso di calore nel serramento

che meglio esprime questo concetto in quanto definisce la capacità isolante di un elemento, si può dedurre che i serramenti devono possedere una trasmittanza termica adeguata. In inverno devono impedire la dispersione del calore verso l'esterno, rendendo più omogenea la temperatura degli ambienti, riducendo la formazione di condensa ed evitando la sensazione di freddo in prossimità di finestre e porte-finestre. Contribuendo di conseguenza a ridurre i consumi per il riscaldamento.

In estate invece la protezione termica è inversamente proporzionale al Fattore solare (g) e al valore di U, la quantità di energia solare che penetra in un locale può essere limitata mediante l'utilizzo di vetrate ad elevato assorbimento energetico o ad elevata riflessione energetica. Molta attenzione va posta all'effetto serra che potrebbe crearsi nel periodo estivo, che causa il riscaldamento incontrollato dei locali, che potrebbe portare ad un'aumento dei consumi di

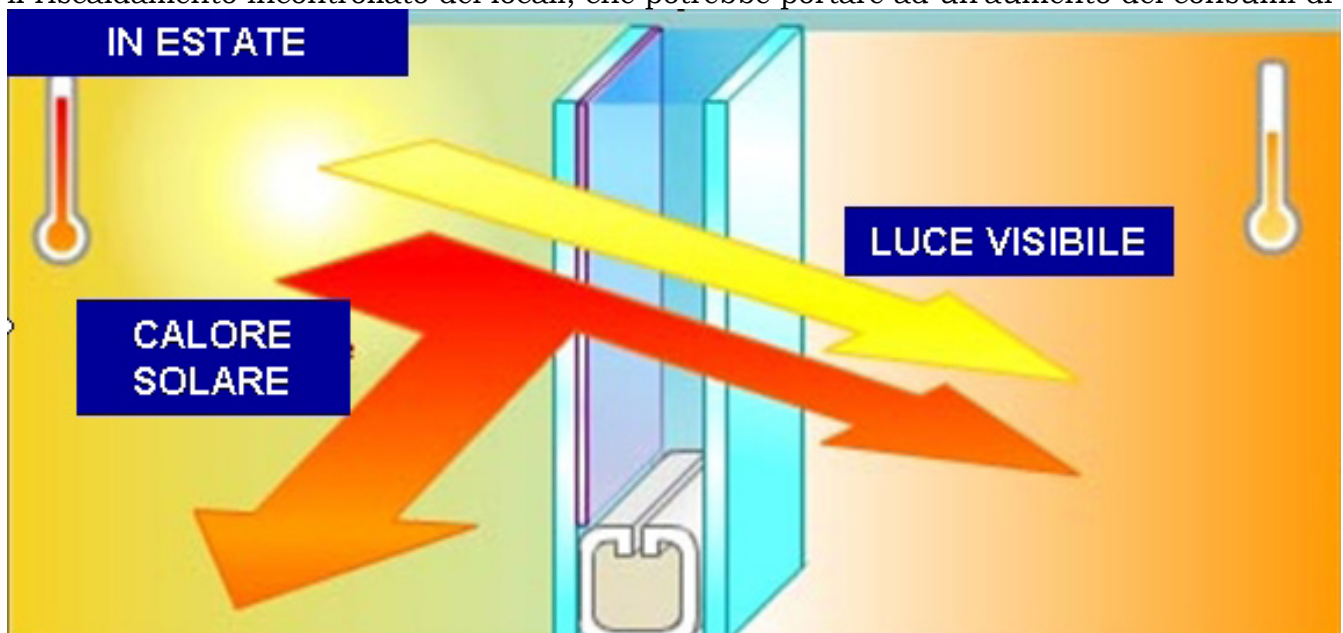


figura 7.9 flusso di calore nel serramento nel periodo estivo

energia per la relativa climatizzazione.(figura 7.9)

Il tipo di intervento migliorativo è stato definito in seguito ad una attenta analisi dello stato di fatto dell'immobile. I vecchi serramenti erano così inefficienti che la sola sostituzione delle finestre costituisce già di per se, un intervento che migliora sostanzialmente l'efficienza energetica complessiva dell'involucro. L'intervento deve essere ovviamente adeguato, anche dal punto di vista estetico, è stato quindi ipotizzato un'intervento che non modifichi in modo sostanziale l'aspetto dell'edificio: in questo caso l'ipotetica sostituzione degli infissi è stata effet-

tuata scegliendo nuovi infissi che abbiano caratteristiche estetiche simili a quelli da sostituire. Io ho ipotizzato la sostituzione dell'infisso con uno a triplo vetro (vetrocamera). Questo tipo di intervento aumenta considerevolmente la capacità isolante dell'infisso. Si può infatti ottenere un risparmio energetico del 15-20% rispetto al vetro singolo. Il costo dell'intervento è stimabile in circa 400 euro/m² di infisso.

Il vetrocamera è costituito da tre vetri accoppiati tramite un telaio, che fa da distanziatore e da elemento sigillante. L'intercapedine, cioè lo spazio tra i vetri, viene disidratata (per evitare che l'umidità presente all'interno possa formare condensa tra i due vetri) e riempita con aria o con gas nobili (argon, kryton, xenon) che ne aumentano il potere isolante. Ma attenzione, lo spessore della camera d'aria non è direttamente proporzionale al potere isolante. Infatti all'aumentare dello spessore della camera d'aria, il potere isolante cresce fino ad un certo punto, ma quando la distanza tra le due lastre è tale da consentire l'innescarsi di moti d'aria facilitando quindi il passaggio di calore, il potere isolante diminuisce notevolmente. Il potere isolante della vetrata può essere aumentato con l'utilizzo di vetri bassoemissivi o con pellicole a controllo solare.

Di seguito vengono mostrate le trasmittanze relative ai serramenti dopo l'ipotesi di sostituzione con telaio in PVC, avente trasmittanza pari a 1.8W/m²K e vetro triplo con intercapedine di argon la cui trasmittanza è pari a 0.8 W/m²K, inoltre la trasmittanza termica lineare riferita ai distanziatori dei vetri tripli è pari a 0,08 W/m²K vetro triplo basso emissivo a gas su telaio in legno o pvc.

Num.	Larghezza	Altezza	Num. Ante	Finestra / Porta-Finestra	Uf (telaio) W/mK	Ug (vetro) W/mK	Uw (compless.) W/mK	Flusso di calore in Watt
1	1600	25000	2	PF	1,300	0,600	0,858	686,45
2	1600	1200	2	F	1,300	0,600	0,984	37,79
3	1600	1500	2	F	1,300	0,600	0,957	45,94
4	2000	2500	2	PF	1,300	0,600	0,902	90,18
5	2000	1500	2	F	1,300	0,600	0,917	55,04
6	2000	1200	2	F	1,300	0,600	0,947	45,45
7	3000	1500	3	F	1,300	0,600	0,913	82,18
8	3000	1200	3	F	1,300	0,600	0,943	67,89
9	3000	25000	3	PF	1,300	0,600	0,804	1205,80
10	2400	25000	2	PF	1,300	0,600	0,777	932,03
11	2500	1200	2	F	1,300	0,600	0,917	55,02
12	3800	1200	4	F	1,300	0,600	0,949	86,51

Valore Uw medio = 0,812

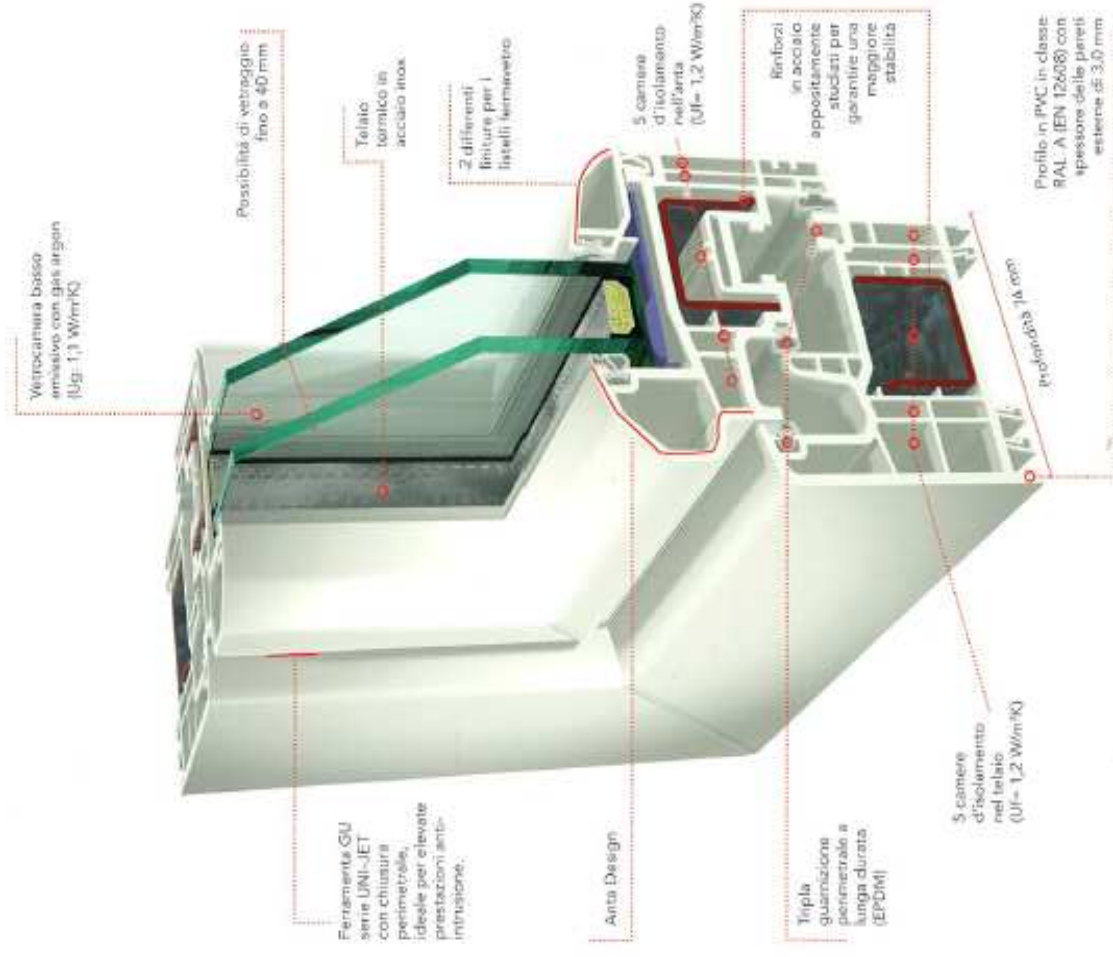
tab 7.2 trasmittanze relative ai nuovi serramenti installati

Utilizzando vetri tripli con intercapedine di argon e serramenti in PVC le trasmittanze dei serramenti risultano essere tutte sotto i limiti necessari per richiedere la detrazione fiscale del 65%, si nota quindi che la spesa necessaria per i lavori di ristrutturazione e riqualificazione viene facilmente ammortizzata nel corso degli anni.

Nella pagina accanto è riportata la scheda tecnica del serramento in PVC.

Sistema Gold S7000 IQ

$U_w = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



DOTAZIONI STANDARD

PROFILO PVC

- 1 Profilo in classe RAL A (EN 12608) specifico per le zone a clima severo (S)
- 2 Triplice guarnizione di tenuta EPDM (1 telaio/2 anta)
- 3 Profilo a giunto aperto (MD) con 5 camere anta/telaio
- 4 PROFONDITÀ telaio: 74 mm anta: classic 74 mm design 84,5 mm
- 5 2 possibili fermavetro

VETRO

- 1 STANDARD 6-18-4 con gas argon (95%) (basso emissivo con camera invisibile) ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)
- SICUREZZA 33.1-16-33.1 con gas argon (95%) (basso emissivo con camera invisibile) ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

- 2 Possibilità di vetraggio fino a 40 mm
- 3 Distanziatore termico Warm Edge a richiesta

RINFORZI

- 1 Presenti lungo tutto il perimetro dell'anta e del telaio.
- 2 In metallo zincato (con trattamento anticorrosivo) con spessore variabile da 1,5 mm a 2,0 mm a seconda della struttura.

FERRAMENTA

- 1 Rotolo
- 2 Trattamento anti-corrosivo
- 3 Dotazione standard Apertura anta rivolta a due livelli Microventilazione Meccanismo anti falsa manovra Ferramenta a nastro anti-effrazione di 1° livello: • chiusura perimetrale con guarnizione invisibile (a filo) con maniglia a scatto • dotazione di serratura Meyer, Siga, Spackling, Asta leva per anta secondaria con chiusura perimetrale sui tre lati Portata carichi: 130 KG Regolazione tridimensionale, cerniere Ferramenta "a scomparsa" a richiesta
- 4

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

- 1 Trasmissione termica del nodo $U_f = 1,90 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ UNI EN 10077/1
- 2 Trasmissione termica serramento $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ con vetrata standard 4-16-4 ($U_g = 1,10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ con vetrata 4-16-4-16-4 ($U_g = 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)
- 3 Permeabilità all'aria CLASSE 4 (min 1-MAX 4) UNI EN 12207
- 4 Tenuta all'acqua CLASSE 9A (min 1 - MAX 9) UNI EN 12208
- 5 Resistenza ai carichi del vento C5/B5 (mm A1 - MAX C5) UNI EN 12210
- 6 Reazione al fuoco CLASSE 1
- 7 Isolamento acustico da 34 (1-4) dB fino a 45 (2-6) dB UNI EN ISO 717-1

7.3 Ipotesi impiantistiche

L'edificio anche all'analisi impiantistica si è rivelato vetusto e per niente conforme alle nuove regole di risparmio energetico, la caldaia a gasolio grava notevolmente sulle spese da sostenere, è per questo che si è deciso di sostituire la vecchia caldaia con un impianto nuovo, costituito da una caldaia a condensazione in metano con impianto centralizzato, si è inoltre pensato di installare l'impianto di solare termico in copertura per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento, abbinato al fotovoltaico.

7.3.1 Riscaldamento radiante

Tra i metodi per riscaldare i vari ambienti in una casa, quello a pannelli radianti a pavimento è sicuramente tra i più vantaggiosi, sotto tutti gli aspetti, non ultimo quello economico. L'omogeneità nella distribuzione della temperatura in tutto l'ambiente è sicuramente l'aspetto che più interessa, a livello di comfort abitativo, e che rende questo sistema nettamente superiore rispetto ai normali sistemi convettivi come mostrato in figura 7.10.

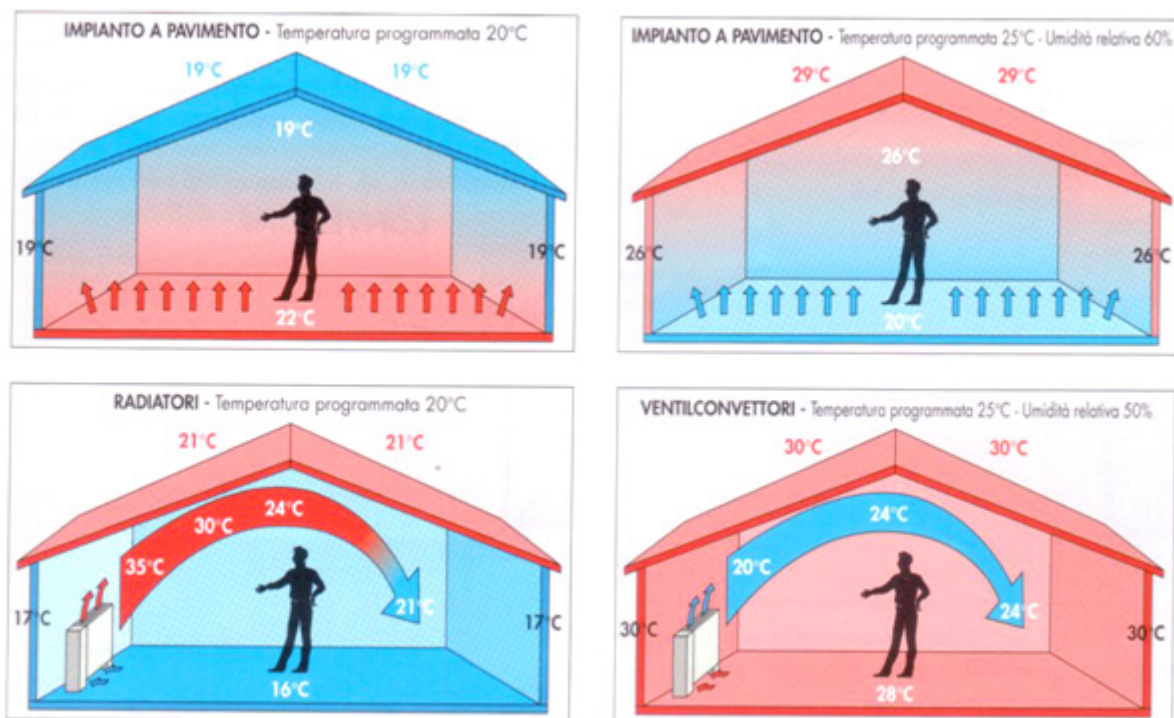


figura 7.10 schema di distribuzione del calore

La temperatura superficiale del pavimento varia dai 24-25 °C in inverno, ai 21-22 °C in estate, per cui, essendo la normale temperatura del piede all'incirca di 26-27 °C, non vi può essere in nessun caso alcuno scambio significativo tra pavimento e piede, quindi il comfort è assicurato in ogni caso.

Le serpentine vengono realizzate con tubazioni più leggere e affidabili, la coibentazione è efficiente e la gestione elettronica ottimizza il rendimento termico.

Si prospettano quindi dei costi nel medio lungo termine sicuramente inferiori, e le bollette di chi ha una casa con pannelli radianti a pavimento ne sono una dimostrazione.

Ovviamente ci sono anche alcuni nei:

- il costo di installazione è superiore rispetto ad un sistema di riscaldamento tradizionale;
- il pavimento deve essere realizzato in materiali conduttivi e alcuni rivestimenti non sono indicati;
- in caso di guasto alle serpentine oppure nel caso si desideri modificare l'impianto occorre rimuovere la porzione di pavimentazione interessata.

Il pavimento radiante può essere anche una valida alternativa in fase di raffrescamento, evitando i famosi getti d'aria fredda.



figura 7.11 schema di funzionamento dell'impianto solare termico

Il Solare Termico è una tecnologia che permette la conversione diretta dell'energia solare in energia termica (calore) come mostrato in figura 7.11.

Nel ramo residenziale viene utilizzato l'impianto a bassa temperatura, fino a 120 gradi centigradi e il calore ricavato può essere usato per:

- riscaldamento dell'acqua sanitaria ad uso domestico, alberghiero e ospedaliero.
- riscaldamento dell'acqua delle docce.
- riscaldamento degli ambienti.
- riscaldamento dell'acqua per processi a bassa temperatura.
- rinfrescamento degli ambienti

Un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria o per il riscaldamento domestico è generalmente costituito da:

- un collettore solare
- il circuito solare all'interno del quale circola un fluido termovettore
- un accumulatore.

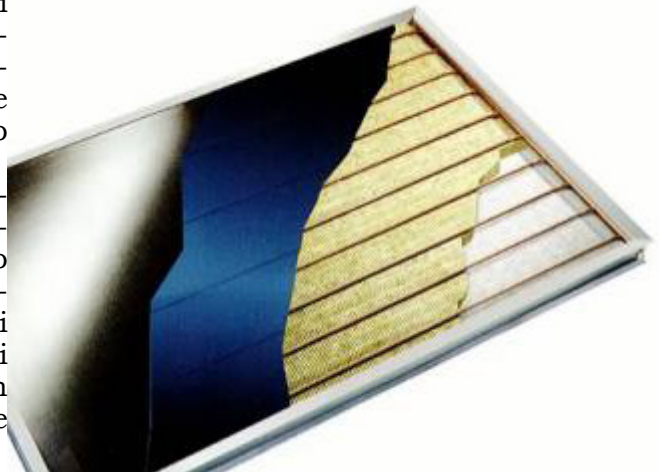
Il collettore solare consiste in una piastra captante che grazie alla sua geometria e alle proprietà della sua superficie, assorbe energia solare e la converte in calore (conversione foto-termica). Tale energia viene poi inviata ad un fluido termovettore che circola all'interno del collettore stesso.

Il fluido che attraversa il collettore è generalmente un liquido antigelo non tossico, a base di glicolo propilenico. Il fluido termovettore è incanalato nel circuito solare che generalmente è costituito da condotte in rame. Tramite il circuito solare il fluido termovettore viene veicolato fino all'accumulatore il quale si occuperà di immagazzinare più energia termica possibile al fine di poterla usare successivamente al momento del bisogno.

Esistono tre principali tipologie di collettori solari: piani; sottovuoto; a concentrazione. I primi si possono suddividere in due ulteriori categorie: piani vetrati e piani scoperti. Per questo edificio ho ipotizzato l'uso di un collettore piano sottovuoto (figura 7.12) a circolazione forzata, in modo da poter inserire la caldaia nella centrale termica posta al piano terra e di creare una rete di distribuzione tramite pompe.

La resa di un sistema solare termico dipende da vari fattori: condizioni climatiche locali, area e tipo di collettore solare, carico termico, ecc.. Ad esempio la disponibilità di radiazione solare in Europa varia da 830 a 1.660 kWh/mq, nello specifico, a Sondrio si hanno 1353 kWh/mq annuo. Per un certo carico di acqua calda, il contributo atteso da un sistema solare aumenta a seconda della quantità di energia solare disponibile. Anche la temperatura ambiente ha un'influenza notevole sulla resa del sistema. Di conseguenza le prestazioni di un impianto possono variare molto in funzione della zona di installazione, si stima quindi che per soddisfare la richiesta di acqua calda sanitaria a Sondrio servano 0.8 m² di pannello a persona.

Un importante fattore, che deriva dall'installazione del solare termico è il vantaggio ambientale che si ottiene. Esso può essere valutato tramite l'emissione di CO₂, con i pannelli solari non si ha nessuna emissione di CO₂ né di altri inquinanti atmosferici come le polveri, gli ossidi di azoto e ossidi di zolfo, si ha quindi non solo un'effettivo risparmio energetico ma anche un miglioramento ambientale.



Il costo di un impianto solare termico dipende dal sistema utilizzato e dalla dimensione dell'impianto, quindi dal fabbisogno di acqua calda, latitudine (Nord o Sud Italia), insolazione, della tecnologia utilizzata (a circolazione naturale o a circolazione forzata con serbatoio posizionato all'interno dell'abitazione) e della facilità di installazione (su tetto o superficie più o meno accessibile) come detto fino ad ora.

In sintesi i parametri per valutare il costo dell'impianto solare termico sono:

- la superficie installata e/o il numero dei pannelli solari
- la capacità del serbatoio di accumulo per l'acqua calda
- la potenza e il tipo della caldaia (caldaia tradizionale o caldaia a condensazione) in caso di sostituzione.

Il prezzo di un impianto, tutto compreso, va dai 700 ai 1.000 euro a m² di collettori installati. I costi scendono all'aumentare della superficie, quindi per l'installazione condominiale si ha l'ulteriore vantaggio della grande superficie.

Grazie agli incentivi statali e al basso costo di manutenzione l'impianto può essere ammortizzato in circa 5 anni.

7.3.3 Il fotovoltaico

Per valutare il grado di diffusione degli impianti fotovoltaici sul territorio della provincia di Sondrio, sono stati presi in esame i dati relativi ai vari Bandi di finanziamento attivati a livello regionale e i dati relativi agli impianti che hanno beneficiato della tariffa incentivante del Conto Energia.

Attraverso i finanziamenti regionali sono stati realizzati 21 impianti, per una potenza di piccolo complessiva installata di circa 67 kW. Le opportunità offerte dalle nuove tariffe del Conto Energia hanno permesso invece di installare ulteriori 39 impianti per un totale di 418 kWp (dato relativo solo agli impianti già in esercizio ad aprile 2008 e quindi non alle domande complessivamente presentate al Gestore dei Servizi Energetici). Gli impianti più significativi sono stati realizzati nei Comuni di Tirano (72 kWp), Teglio (58 kWp), Cino (50 kWp) e Tovo di Sant'Agata (49 kWp).

Complessivamente risultano attualmente installati in provincia di Sondrio 60 impianti fotovoltaici per una potenza totale di 485 kWp.

Risulta quindi evidente che il fotovoltaico è un impianto su cui la provincia sta puntando molto, ed è proprio per questo motivo che, avendo a disposizione due coperture non oscurate da ombre, si è pensato di installare dei pannelli che lavorassero in parallelo con gli altri impianti dell'edificio.

Il fotovoltaico è basato sulla trasformazione diretta dell'energia solare in energia elettrica attraverso l'effetto fotovoltaico ossia la proprietà di alcuni materiali semiconduttori di generare elettricità quando vengono colpiti dalla radiazione luminosa.

Il silicio è il materiale base per la cella fotovoltaica esso è in grado di produrre circa 1.5 Watt in corrente continua. Il collegamento di più celle crea il modulo, più moduli sono collegati in serie o in parallelo, maggiore sarà la potenza elettrica che si potrà recuperare, arrivando fino a migliaia di Kwatt.

Alla base di tutta la struttura c'è l'inverter, necessario per trasformare la corrente continua generata in corrente alternata e cioè utilizzabile per gli usi quotidiani.

I moduli sono inseriti in strutture, fisse o che ruotano per seguire il sole, l'orientamento migliore per le strutture fisse è quello rivolto a sud.

In Italia l'orientamento migliore è 30/35° C

Ogni kW di picco richiede circa 8-10 m² di moduli.

7.3.4 Caldaia a condensazione a metano

Una caldaia convenzionale rilascia nell'atmosfera fumi di scarico ad una temperatura superiore ai 140/160° C. Essi contengono una quantità elevata di calore sotto forma di vapore acqueo, che è un prodotto della combustione.

Una caldaia a condensazione è in grado di recuperare ed utilizzare tale calore per il riscaldamento; il suo scambiatore di calore è progettato appositamente per abbassare in modo opportuno la temperatura dei fumi di scarico ed ottenere la condensazione del vapore acqueo, che avviene intorno ai 55° C. Il calore liberato dalla condensazione viene ceduto all'impianto, che dunque dovrà assorbire meno calore per raggiungere la temperatura di mandata, risparmiando in tal modo sui consumi di gas. Il calore di condensazione del gas metano è circa l'11% della sua energia termica totale, quindi l'entità del risparmio è notevole.

Per sfruttare al meglio la condensazione è necessaria una bassa temperatura del circuito di riscaldamento, che dovrebbe essere regolata in funzione del carico termico (ad esempio per mezzo di una centralina climatica dotata di sonda esterna). Le massime temperature nel circuito di riscaldamento non dovrebbero comunque superare i 75°/55°C.

7.4 Il sociale e la comunità

Il dibattito relativo al Social Housing è sempre più acceso e si va caratterizzando sempre più per l'aspetto non solo pratico e di aggregazione ma anche economico della gestione dei fondi relativi.

Prendendo ad esempio la nuova costruzione di Via Cenni a Milano, con il progetto Cenni di cambiamento, basato sull'aspetto della gestione e della creazione di una comunità sociale, il progetto prevede infatti un vero e proprio programma di accompagnamento sociale, anticipato da alcuni incontri volti a sensibilizzare i candidati nei confronti dell'housing sociale e della gestione di attività collaborative, e che ha visto come oggetto dei primi incontri l'attivazione di gruppi di interesse su temi concreti, come il trasloco e l'acquisto di mobili, incentivando la proattività e coinvolgendo gli inquilini nel partecipare alla gestione di queste prime attività collaborative. Parallelamente è stato realizzato un percorso per far emergere valori e interessi condivisi, che saranno tradotti poi in attività concrete che ricadano anche sugli spazi comuni a disposizione. Successivamente sono stati eletti degli organi di rappresentanza della comunità e realizzato un Patto di Convivenza che rappresenti gli inquilini ed i loro valori.

Per facilitare questo intento è stata data particolare rilevanza alla progettazione e distribuzione degli spazi comuni, concepiti come una serie di percorsi e luoghi che si articolano in modo da essere fruibili nei diversi momenti della giornata e da diverse tipologie di abitanti. Il progetto nasce dal concetto di comunità e come questa possa essere sviluppata e consolidata anche in un contesto urbanistico monofunzionale e con una presenza limitata di poli aggreganti. Si

basa su un'idea di mixed development e sulla considerazione che ad una varietà da un punto di vista tipologico degli alloggi corrisponde una varietà da un punto di vista sociale.

Il valore dello spazio pubblico come terreno su cui costruire delle relazioni è alla base della proposta per via Cenni: uno spazio verde, simbolo della sostenibilità intesa non solo come obiettivo da perseguire, ma anche valore culturale da condividere ed elemento di aggregazione e sviluppo.

Gli spazi sociali insediati sono: gli spazi ricreativi polifunzionali, i laboratori creativi per giovani (ristoart, zona wifi, sala prove, condividere libri e riviste, spazio di formazione), i centri bambini e genitori (mamme di giorno, far giocare i bambini, scambio oggetti, gas) spazi destinati in modo esclusivo, o comunque prevalente, ai residenti (portineria bdt interna di condominio), dove possono organizzare delle attività per produrre un beneficio riconosciuto dalla comunità (zone per il compostaggio) per esempio il verde comune, la lavanderia, il living room, servizi di carattere commerciale o pubblico, piccole attività produttive come la zona falegnameria/ utensileria, car e bike sharing, sportello per immigrati.

CAPITOLO 8

IL PROGETTO

In questo periodo di saturazione dei terreni e di difficoltà economica è molto importante salvaguardare il patrimonio edilizio esistente, riqualificarlo e valorizzando rendendogli degno valore.

Dopo aver eseguito lo studio dello stato di fatto in cui vige il fabbricato ed aver dimostrato le carenti caratteristiche energetiche, sono qui di seguito rappresentate le scelte progettuali adottate tra tutte le ipotesi fatte, in modo tale da poter rendere la palazzina non solo esteticamente più attraente per gli inquilini e per gli abitanti ma anche energeticamente vantaggiosa, si mostrerà infatti che le spese necessarie per il miglioramento della classe energetica saranno facilmente ammortizzate nel corso di pochi anni e successivamente si avrà un enorme guadagno economico e ambientale.

Il lotto dove è inserita la palazzina 22 è costituito da 4 edifici, in origine tutti di proprietà della Aler, con il tempo gli appartamenti di due palazzi sono stati venduti a privati cittadini, si è pensato quindi di studiare una tipologia edilizia non prettamente legata alla casa popolare con affitto a basso costo, bensì ad una possibile vendita diretta o affitto a cittadini anche con uno standard più elevato, questo è stato possibile grazie alla buona contestualizzazione del lotto, sito nella zona centrale di Sondrio, dove sono presenti numerosi uffici e sedi di lavoro, inoltre la zona risulta anche essere ben collegata alle principali vie di comunicazioni stradali e ferroviarie, quindi è un buon compromesso tra chi desidera abitare in una città poco caotica, ma che per motivi di lavoro è costretto a spostarsi ogni giorno.

8.1 Progetto architettonico

Dall'analisi sull'occupazione degli edifici esistenti, si può notare che spesso gli appartamenti sono sottoccupati. Ciò è dovuto al fatto che il taglio degli appartamenti non è adatto alla tipologia di famiglie residenti: appartamenti troppo grandi sono occupati da poche persone.

Da ciò si evince che il taglio degli alloggi non è più in linea con i fabbisogni attuali, dal bando A.L.E.R. del 2010 è emerso come la maggior parte delle richieste riguardano appartamenti mono o bilocali, molto bassa, invece, la richiesta per famiglie più numerose:

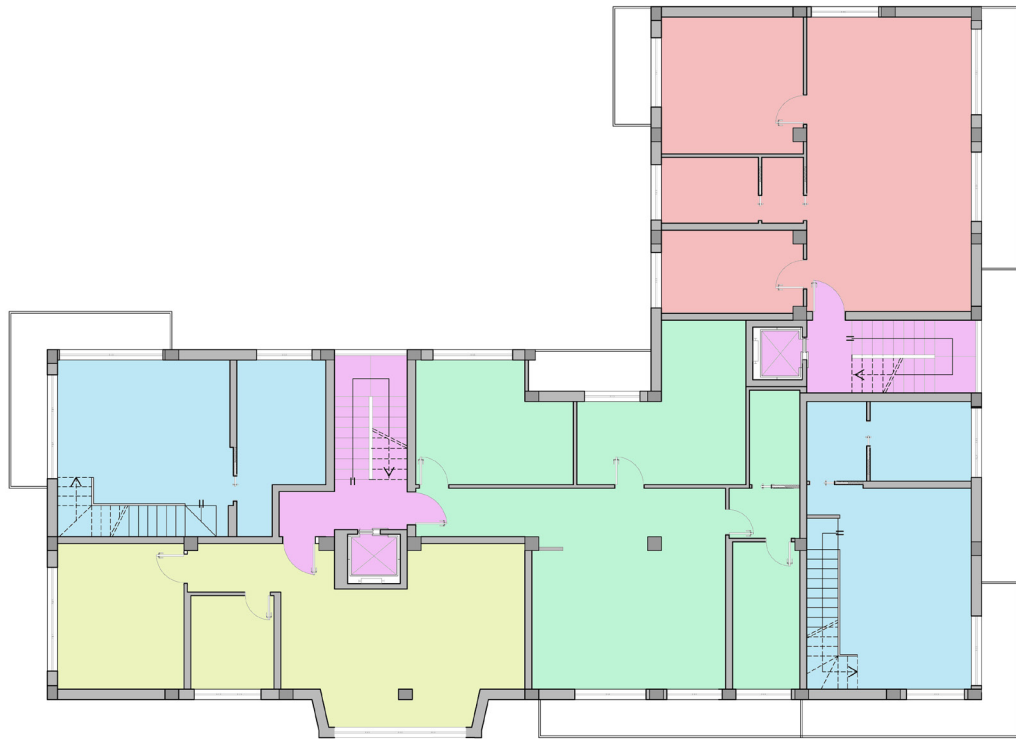
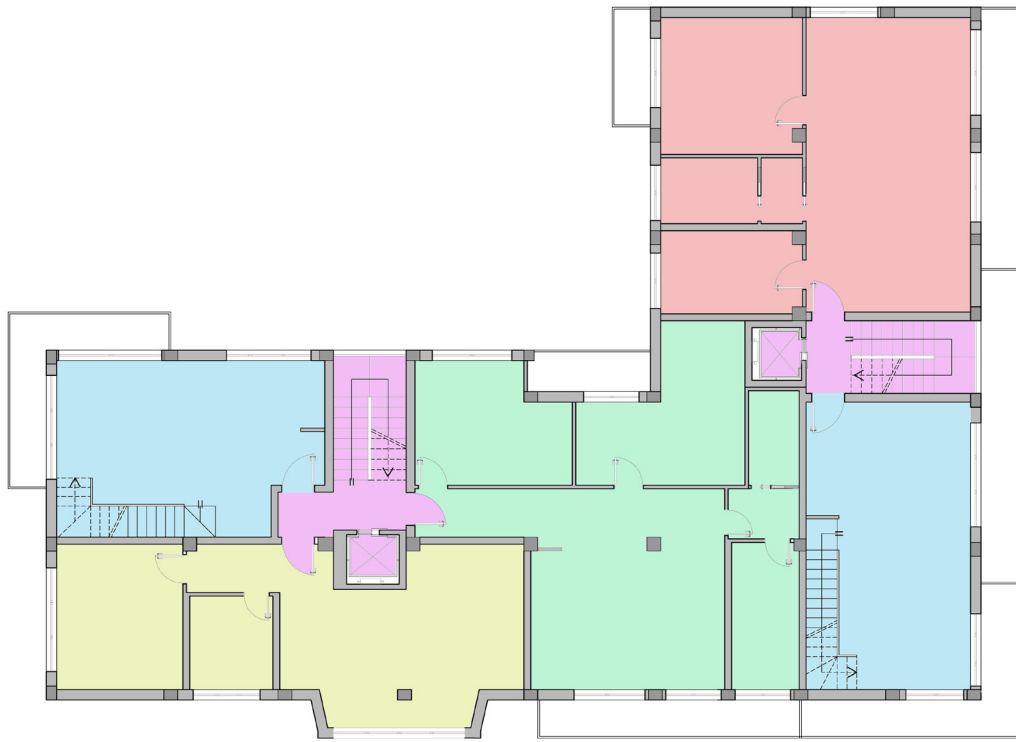
- 26% appartamenti da 2 persone
- 27% appartamenti da una persona
- 20% appartamenti da 3 persone
- 16% appartamenti da 4 persone
- 9 % appartamenti da 5 persone
- 2% appartamenti da 6 persone

8.1.1 Progetto distributivo

A seguito di queste nuove richieste della popolazione si è deciso, in prima operazione, di eseguire una completa modifica della disposizione interna degli appartamenti, creando più appartamenti di minor taglio, se prima la tradizione familiare portava ad avere nuclei abbastanza estesi, anche con 4 o più figli per famiglia e di conseguenza i maggior appartamenti richiesti sul mercato erano i trilocali ed i quadrilocali, ora le principali richieste vertono su monolocali e bilocali, le famiglie sono spesso costituite dalla singola coppia o da un figlio.

Ridisegnando gli spazi interni e sfruttando la metratura che nello stato attuale, a causa della cattiva distribuzione interna dei locali crea grandi disimpegni provocando uno spreco di superficie utile rendendoli non usufruiti appieno rispetto alle loro possibilità si è potuto creare spazi open più grandi, realizzando cabine armadio, cucine semiaperte, ampi bagni e camere. Sono stati creati 5 appartamenti per piano, due duplex con una varietà di soluzioni distributive, da monocale ad appartamenti per 4/5 persone, in modo da poter soddisfare qualsiasi richiesta pervenisse dal mercato.

Il piano tipo viene ripetuto per 5 volte, diversificandosi solo a piani alterni per quanto riguarda



- appartamenti duplex
- appartamento da 3 persone
- appartamento da 5 persone
- appartamento da 1 persona
- vano scala/ascensore

figura 8.1 e 8.2 distributivo dei piani tipo

i due appartamenti duplex. (figura 8.1 e figura 8.2)

Proseguendo fino all'ultimo piano si arriva alla grande terrazza, usufruibile sia dagli abitanti della palazzina sia dai fruitori esterni, la terrazza/solarium ha una superficie di circa 90 m² è accessibile tramite la scala ed il vano ascensore del lato est. (figura 8.3) Mentre la copertura nella zona centrale esposta a sud, per il suo ottimo orientamento è adibita all'installazione degli impianti solari molto importanti per il miglioramento delle condizioni energetiche dell'edificio.

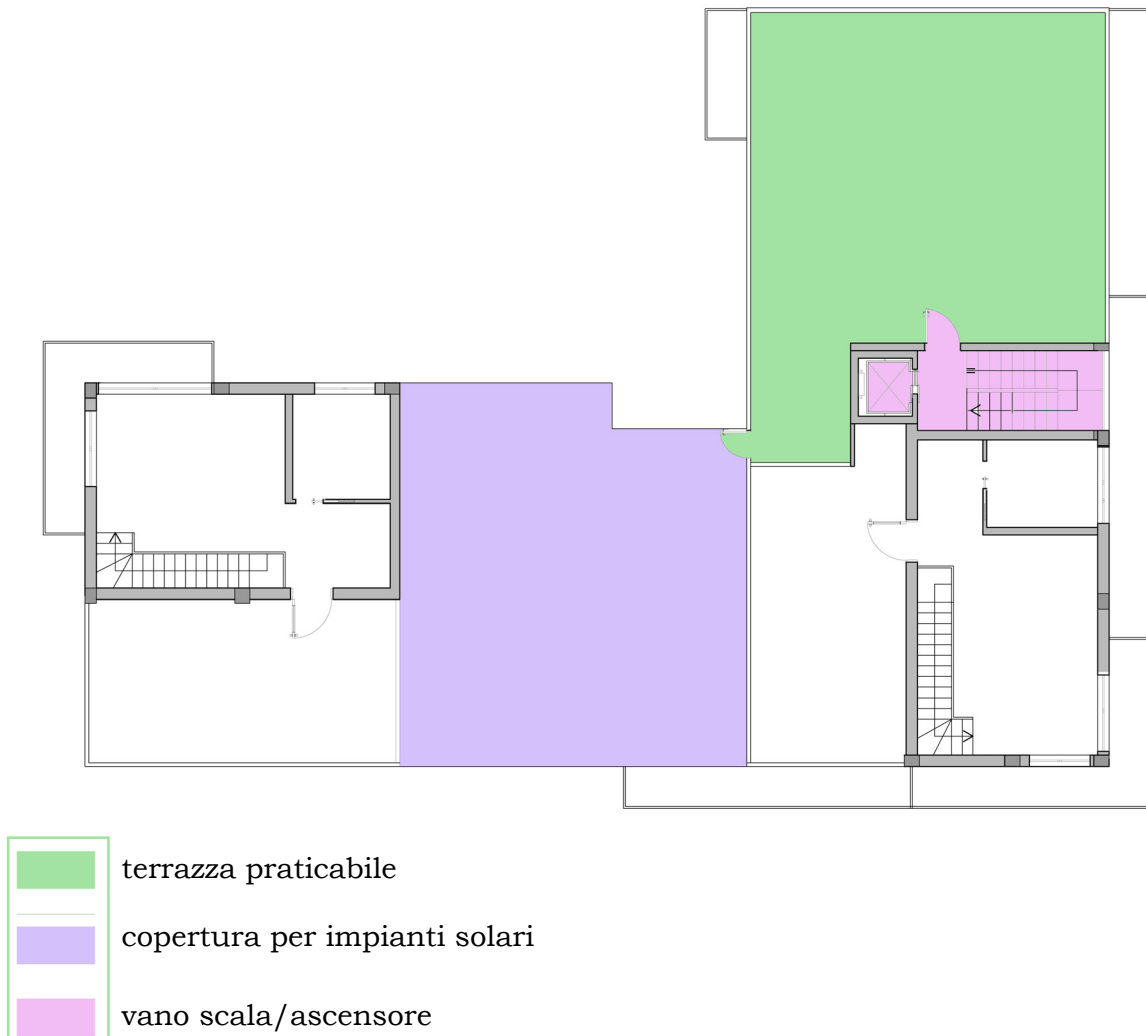


figura 8.3 distributivo della copertura

Il piano terra, come precedentemente accennato era inizialmente adibito a box auto ma, il passare degli anni, ha obbligato gli inquilini a cambiare la destinazione, in quanto la maglia di pilastri ha un interasse molto ridotto che ha limitato la dimensione delle saracinesche, per le macchine degli anni '60, i box erano comunque pienamente fruibili per la loro funzione, ora invece l'interasse risulta limitante e di conseguenza i box sono stati adibiti a depositi o addirittura risultano sfitti e le macchine vengono lasciate nel parcheggio presente sul lato sud dell'edificio.

Si è così deciso di cambiare completamente la destinazione d'uso, creando un piano completamente social, utilizzabile sia dagli inquilini che dalle persone esterne.

E' stato creato un corridoio aperto che aumentasse la permeabilità tra la zona sud, dove sono presenti i posti auto e il percorso di collegamento tra il parco giochi di via Fiume e la zona nord, corte interna creata dalla disposizione delle palazzine e destinata al solo transito pedonale. Percorrendo questo ampio corridoio si può entrare direttamente nella zona self e bricolage/utensileria che si trova a sinistra, destinata alla creazione di oggettistica e al fai da te oppure nella ampia sala polifunzionale situata sulla destra, al cui interno è presente un piccolo bar con zona ristoro i servizi igienici, la zona lettura e percorrendo la sala verso nord si arriva all'angolo giochi per i bambini, diviso dalla restante sala da una parete scorrevole e arredato

con mobili per i bambini, piccoli giochi e spazi sicuri. La sala polifunzionale è accessibile anche dal passaggio situato nella scala est, che, oltre a dare accesso alla suddetta sala, porta alla lavanderia e stireria, questa sala è principalmente stata creata per promuovere il risparmio energetico tramite l'utilizzo di grandi lavatrici a basso consumo infatti un ciclo di lavaggio domestico a 90° consuma mediamente 0.40 €/ora, a questo aggiungiamo il costo dell'acqua pari a 0.50 €/m³: si deduce che il costo vivo per lavaggio con una lavatrice domestica è di circa 0.60€. Una lavatrice professionale con capacità di 18 kg ha un costo per lavaggio che non supera i 0.50€, si ha un minor uso di detersivo, e tutto questo porta ad un notevole vantaggio economico e ambientale.

Sul lato ovest è presente il locale impianti e il locale per la raccolta rifiuti e il compostaggio. (figura 8.4)



figura 8.4 distributivo del piano terra

8.1.2 Progetto formale esterno

L'edificio 22 esistente si presenta come un semplice condominio, con intonaco rustico civile su tutti i lati e che, in base alla classificazione dei colori Sikken, ritengo in origine attribuibile al G8.20.90, (giallo chiaro), la copertura è a falde, in coppi, i serramenti per gli appartamenti sono in legno a vetro singolo con avvolgibile in plastica, mentre per l vano scala e il piano terra dei box e delle cantine sono in ferro con vetro singolo. Il piano terra è costituito da muratura in pietra che viene poi lasciata a vista, la pietra è quella locale definita Sarizzo Valmasino. Volendo "svecchiare" l'edificio dandogli nuovo lustro anche in previsione di future vendite i prospetti hanno subito un importante rinnovamento.

A seguito di tutti gli studi effettuati sul territorio (vedi capitolo 3), si è deciso di affrontare una valorizzazione dell'edificio usando, dove possibile materiali locali e che riprendessero le classiche tipologie abitative del territorio con un nuovo stile semplice e moderno. (figura 8.5)



fig. 8.5 nuovo prospetto

8.1.2.1 Rivestimento

Le facciate, a cui è stato applicato un cappotto isolante sono state intonacate con prodotti a basso assorbimento di acqua per una migliore idrorepellenza e una buona permeabilità al vapore, e trattati con innovativi additivi per ridurre drasticamente la formazione di muffe, sempre nel pieno rispetto ambientale. Il rivestimento principale è un colore bianco ghiaccio G0.03.85 in base alle colorazioni sikken, mentre per dare un effetto dinamico i pilastri lasciati visibili al piano terra, le solette dei balconi e la cornice esterna dei serramenti sono stati rivestiti con intonaco tortora F6.20.40.

L'intonaco scelto, della Sikken, risponde perfettamente ai requisiti tecnici e ambientali richiesti in quanto conforme ai protocolli LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) e GBC (Green Building Council Italia) due associazioni che promuovono la sostenibilità nell'ambito delle costruzioni.

Al piano terra, è stato applicato un cappotto interno per permettere di lasciare la parete in pietra a vista, riprendendo l'aspetto massiccio e sicuro delle tipiche abitazioni storiche del territorio, a supporto di questo prototipo sono stati realizzati tagli di luce, con serramento a scomparsa nella muratura, ricordando le feritoie delle fortezze.

Lo stesso rivestimento è stato utilizzato anche per la parete muraria del vano scala.

La pietra è, come precedentemente accennato, locale, Sarizzo Valmasino (figura 8.6), è caratterizzata da colore grigio scuro, a grana uniforme e composizione gneissica. Formata da sedimenti sabbiosi argillosi a una profondità di circa 7km.

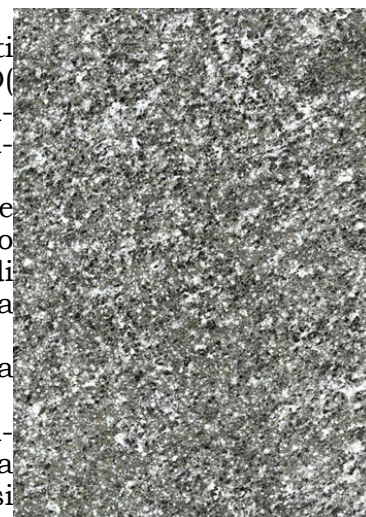


fig. 8.6 trama della pietra sarizzo Valmasino

Le sue proprietà fisico chimiche sono:

- Densità (g/cm^3) 2820
- Coefficiente di imbibizione 0,28%
- Coefficiente di dilatazione termica lineare (K^{-1}) 10,50-12,75
- Velocità di propagazione del suono (m/s) 2259-2508

Le proprietà meccaniche sono:

- Resistenza a trazione (kg/m^2) 16,8-20,7 MPa
- Resistenza a flessione (kg/m^2) 21.2 MPa
- Resistenza a compressione (kg/m^2) 180 MPa
- Resistenza a compressione dopo gelività (kg/m^2) 166 MPa
- Durezza Knoop (kg/m^2) 5552-7109 M

Il Serizzo è resistente al gelo e all'usura; può essere lucido, fiammato e bocciardato(martellinato).

Si utilizza sia per esterni che per interni, per esempio, in facciate, scale, pavimenti, arredo bagno e piani cucina. Al confine italo-svizzero, è usato anche nelle murature e nelle coperture degli edifici. Queste caratteristiche, difficilmente rinvenibili nel settore edilizio, lo rendono particolarmente ricercato sia in ambito locale che all'estero. Grazie al suo aspetto, in particolare il colore e la tessitura, è tra i materiali lapidei più straordinari d'Europa. Grazie a queste sue caratteristiche e all'ampia disponibilità nel territorio, ha avuto un largo impiego.

Le pareti che fanno da sfondo ai nuovi balconi sono state rivestite con assi di legno, anche in questo caso la grande attenzione al prodotto locale ha svolto un ruolo fondamentale sulla scelta dei prodotti.

Le perline scelte per il rivestimento hanno dimensione 40x20 con orditura orizzontale, in legno locale di larice, mentre la zona centrale del prospetto sud, è rivestita in legno vecchio, recuperato e trattato, che ricorda le baite tipiche del territorio.

8.1.2.2 Serramenti

I serramenti utilizzati sono in PVC in quanto materiale funzionale e con un minor impatto economico risultando più economici a parità di prestazione, rispetto agli altri serramenti presenti sul mercato, tutti scorrevoli con i lati orizzontali delle finestre dotati di binari in cui scorrono appunto le ante, si è adottata questa scelta perchè l'apertura scorrevole permette un risparmio notevole di spazio ed è adatta per le finestre grandi e per le portefinestre.

Il PVC (cloruro di polivinile) risulta essere una delle materie plastiche maggiormente impiegate, offre ottima lavorabilità e presenta buone caratteristiche di resistenza e durata a prodotto finito. Nei serramenti in PVC il composto impiegato è privo di plastificanti, al fine di ottenere una certa rigidità del serramento stesso che dimostra buone caratteristiche di resistenza alle intemperie, autoestinguento in caso di incendio, inoltre è un materiale leggero e riciclabile.

Il PVC presenta buone caratteristiche strutturali, quindi capace di resistere all'usura del tempo ed alle sollecitazioni atmosferiche, l'isolamento termico e acustico dei suddetti serramenti è notevole.

Un altro punto a favore di questa tipologia di serramenti è la manutenzione ridotta di cui necessitano. I serramenti sono dotati di triplo vetro, e quindi di una doppia camera, che contiene un gas nobile per migliorare la coibentazione.(figura 8.7)

Questa è la prerogativa interessante, il serramento ha un notevole spessore e la doppia camera può fare la differenza soprattutto nel periodo invernale, migliorando notevolmente le dispersioni di calore verso l'esterno.

I serramenti sono tutti dotati di un

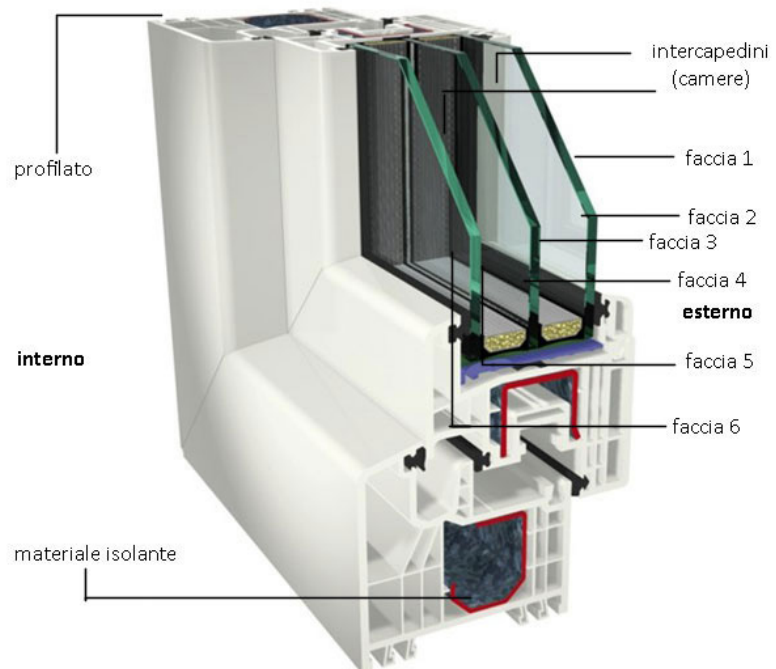


figura 8.7 caratteristiche serramento PVC

sistema di oscuramento per proteggere la finestra dalle intemperie nonché dalla luce ed eventuali intrusioni.

La palazzina 22 ha due diverse tipologie di oscuramento, le persiane in legno con lamelle orientabili e sottoposto a procedimento di flow coating per prevenire muffe e la presenza di parassiti, quindi per meglio resistere nel tempo a tutti i possibili attacchi non solo meteorici, oppure le veneziane anch'esse in legno trattato, sono un ottimo sistema per il controllo della luce naturale. Consente di regolare la luminosità degli ambienti, di evitare i disturbi dovuti all'abbagliamento, di ridurre gli apporti solari estivi e di usufruire degli apporti solari invernali come si evince dalla figura 8.8, le veneziane sono automatizzate in modo da poter essere facilmente regolate dagli inquilini.

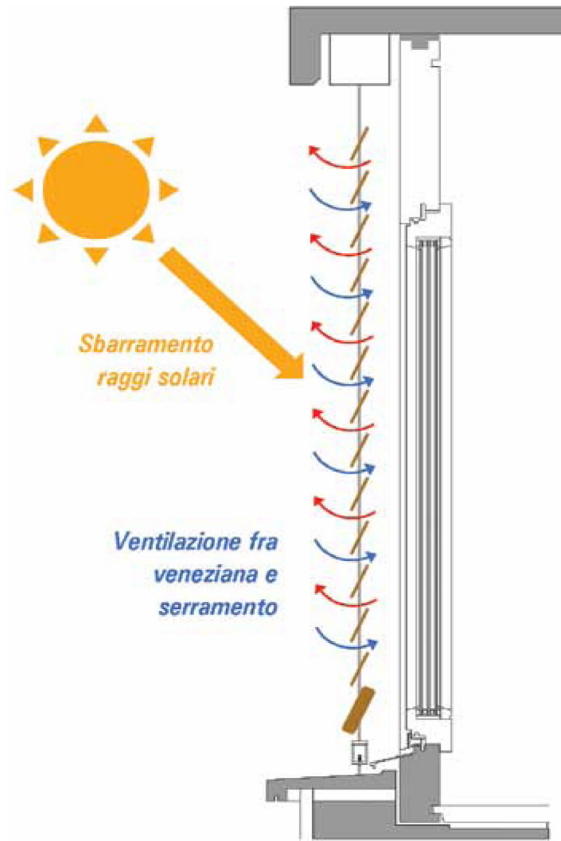


figura 8.8 schema di funzionamento delle veneziane esterne in legno

I vani scala sono costituiti da vetrate continue con coprifili e tubolari in acciaio che permettono d'avere una parete completamente vetrata con totale trasparenza, in un'integrazione architettonica senza impatto ambientale realizzando anche moduli di grandi dimensioni.

I profili sono realizzati in acciaio inox AISI 316, le fughe che rimangono tra le lastre sono di circa 12mm, sigillate con appositi materiali siliconici all'interno e neutro strutturale all'esterno. Il vetro è stratificato e temperato per rispondere alle norme di sicurezza EN 12600.

Per il vano scala a est, è stato installato un frangisole a lamelle fisse (figura 8.9), per permettere, in funzione del diagramma solare, di ombreggiare le zone vetrate nelle ore centrali della giornata nel periodo estivo, con un costo contenuto, infatti i frangisole fissi hanno un prezzo che si aggira sui 60€/m².

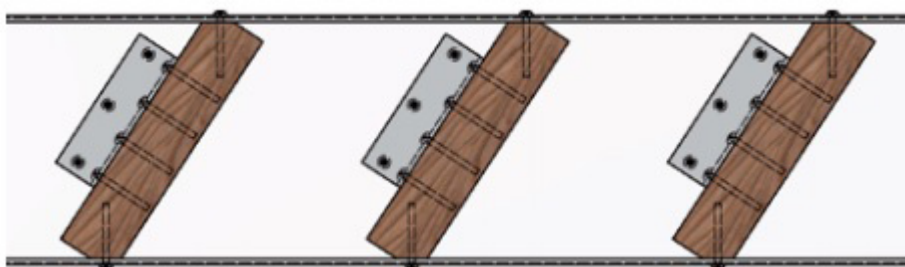


figura 8.9 schema dei frangisole fissi

8.1.2.3 Balaustre e parapetti

I parapetti dei balconi e della grande terrazza in copertura sono stati realizzati in vetro con profilati in alluminio davanti al solaio ad aggancio puntiforme (figura 8.10), l'inserimento della lastra di vetro dall'alto permette di avere una facile installazione del parapetto senza forature.

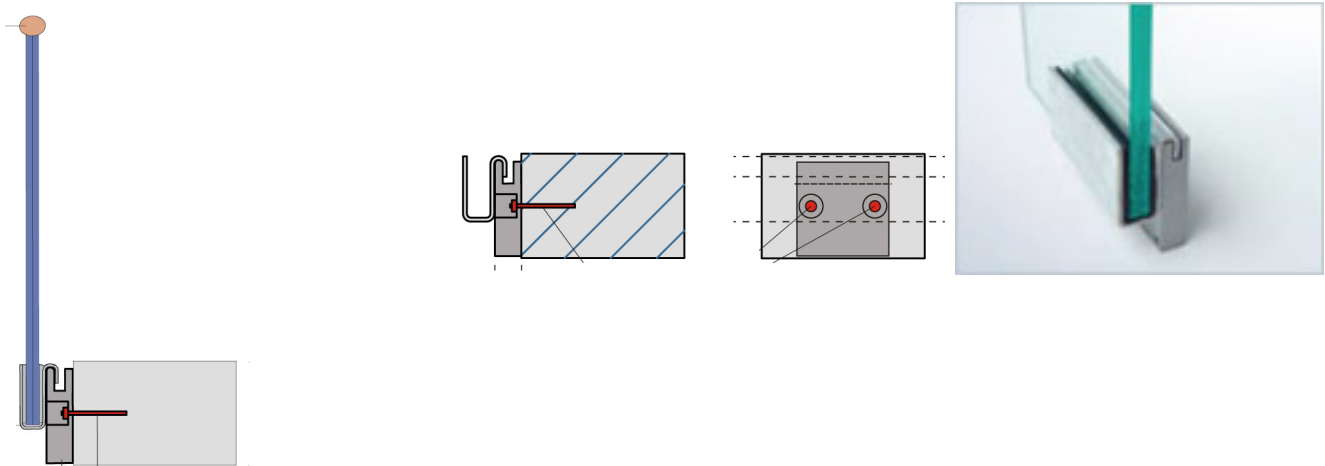


figura 8.10 particolare dell'aggancio puntiforme laterale

8.2 Stratigrafie

Il principale intervento che crea e rende effettivamente reale il risparmio nelle spese per il riscaldamento o raffrescamento degli edifici è quello rappresentato dall'applicazione di un adeguato isolamento termico all'edificio.

L'isolamento termico infatti ha lo scopo di mantenere il benessere, proteggere gli spazi interni dalle variazioni climatiche stagionali e giornaliere: il posizionamento dello strato isolante segna il confine tra il regime termico interno e quello esterno.

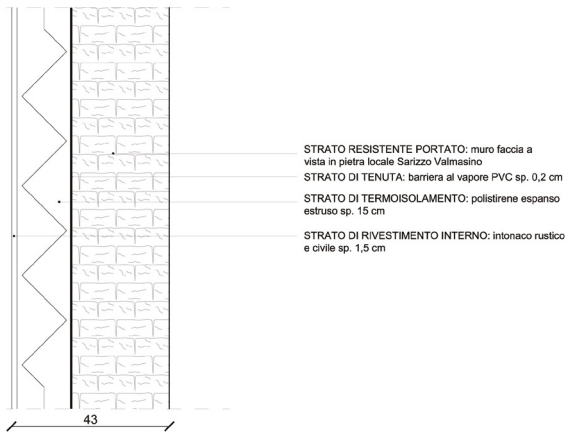
Nel suddetto caso di ristrutturazione e riqualificazione di un edificio esistente, le possibilità di migliorare le prestazioni termiche adottate sono state due: l'applicazione di materiale isolante sulle superfici esterne detto isolamento a cappotto dal primo piano all'ultimo e l'applicazione sulle superfici interne dei vani dell'edificio detto anche isolamento a foderina interna per il piano terra.

Come precedentemente detto la scelta dell'isolamento interno per il piano terra è stata dettata dal voler mantenere e valorizzare la parete in pietra già esistente.

In entrambi i casi lo spessore di isolante utilizzato è pari a 15 cm in polistirene espanso ad alta resistenza meccanica e con:

- conduttività termica $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$
- resistenza al fuoco classe E
- resistenza termica $R = 5.16 \text{ m}^2\text{K/W}$
- calore specifico 1480 JKg/K
- densità $\rho = 35 \text{ kg/m}^3$

Vediamo di seguito le nuove stratigrafie e le caratteristiche termiche e acustiche raggiunte.



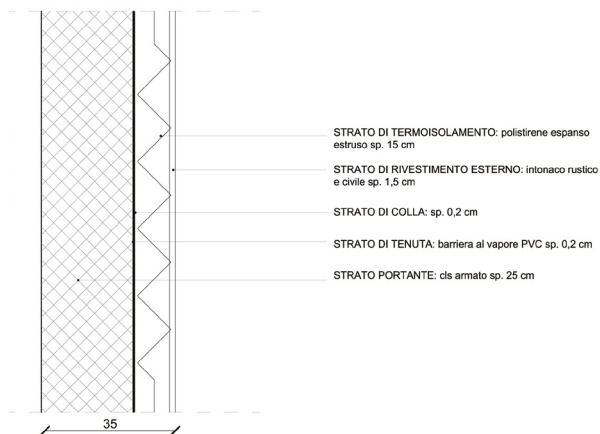
Parete di chiusura verticale del piano terra, con apposizione di isolante interno.
 Si raggiunge una trasmittanza di $0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$, partendo da un dato iniziale di $3.32 \text{ W/m}^2\text{K}$

DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m^3	resistenza termica dell'aria $\text{m}^2\text{K/W}$	profondità penetrazione m	resistenza termica $\text{m}^2\text{K/W}$
strato laminare interno							0.130
intonaco per cappotti	0.015	0.700	1000	2300		0.139	0.029
isolamento EPS	0.150	0.036	1480	2000		0.138	4.167
muratura in pietra	0.250	2.300	860	2500		0.168	0.109
strato laminare esterno				2500			0.040

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 42.00
 RESISTENZA TERMICA TOTALE $R_t \text{ m}^2\text{K/W}$ 4.474
 MASSA SUPERFICIALE $M_s \text{ Kg/m}^2$ 675
 TRASMITTANZA $U \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.224
 CONDUTTANZA $C \text{ W/m}^2\text{K}$ 70.232
 CAPACITA' TERMICA AEREA $C_{ta} \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 587
 COSTANTE DI TEMPO $t \text{ H}$ 729

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.267
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 9.38
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA $Y_{ie} \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.060
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO $Y_{ii} \text{ W/m}^2\text{K}$ 1.56 in 4.55h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO $Y_{ee} \text{ W/m}^2\text{K}$ 12.49 in 1.66h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $k_1 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 22.2
 INDICE POTERE FONOISOLANTE $R_w \text{ dB}$ 54.59
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: MEDIE

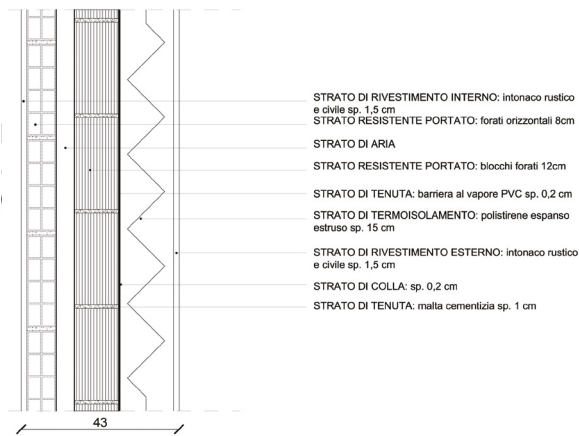
Parete di chiusura verticale del vano scala, con apposizione di isolante esterno a cappotto. Si raggiunge una trasmittanza di $0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$, partendo da un dato iniziale di $3.20 \text{ W/m}^2\text{K}$



DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m ³	resistenza termica dell'aria m ² K/W	profondità penetrazione m	resistenza termica m ² K/W
strato laminare interno							0.130
intonaco	0.015	1.800	1000	1800		0.166	0.011
cls armato	0.250	1.800	1000	2500		0.141	0.139
isolante EPS	0.150	0.036	1480	35		0.138	4.167
intonaco per cappotti	0.015	0.700	1000	1000		0.139	0.021
strato laminare esterno							0.040

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 43.50
 RESISTENZA TERMICA TOTALE $R_t \text{ m}^2\text{K/W}$ 4.508
 MASSA SUPERFICIALE $M_s \text{ Kg/m}^2$ 681
 TRASMITTANZA $U \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.222
 CONDUTTANZA $C \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.231
 CAPACITA' TERMICA AEREA $C_{ta} \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 684
 COSTANTE DI TEMPO $t \text{ H}$ 856

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.096
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 11.05
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA $Y_{ie} \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.021
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO $Y_{ii} \text{ W/m}^2\text{K}$ 5.70 in 0.81h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO $Y_{ee} \text{ W/m}^2\text{K}$ 1.28 in 4.98h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $k_1 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 78.7
 INDICE POTERE FONOISOLANTE $R_w \text{ dB}$ 54.57
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: BUONE



- STRATO DI RIVESTIMENTO INTERNO: intonaco rustico e civile sp. 1,5 cm
- STRATO RESISTENTE PORTATO: forati orizzontali 8cm
- STRATO DI ARIA
- STRATO RESISTENTE PORTATO: blocchi forati 12cm
- STRATO DI TENUTA: barriera al vapore PVC sp. 0,2 cm
- STRATO DI TERMOISOLAMENTO: polistirene espanso estruso sp. 15 cm
- STRATO DI RIVESTIMENTO ESTERNO: intonaco rustico e civile sp. 1,5 cm
- STRATO DI COLLA: sp. 0,2 cm
- STRATO DI TENUTA: malta cementizia sp. 1 cm

Parete di chiusura verticale dei piani in elevazione, con apposizione di isolante esterno a cappotto.

Si raggiunge una trasmittanza di $0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$, artendo da un dato iniziale di $1.31 \text{ W/m}^2\text{K}$

DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m^3	resistenza termica dell'aria $\text{m}^2\text{K/W}$	profondità penetrazione m	resistenza termica $\text{m}^2\text{K/W}$
strato laminare interno							0.130
intonaco	0.015	0.540	1000	1500		0.100	0.028
forato	0.080	0.350	840	750		0.124	0.229
aria	0.050				0.180		0.180
forato	0.120	0.800	840	1800		0.121	0.150
isolante EPS	0.150	0.036	1480	35		0.138	4.167
intonaco per cappotto	0.015	0.700	1000	1000		0.139	0.021
strato laminare esterno							0.040

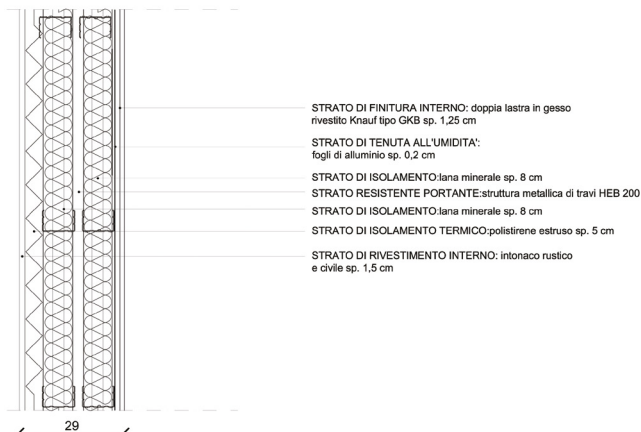
SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 43.00
 RESISTENZA TERMICA TOTALE $R_t \text{ m}^2\text{K/W}$ 4.944
 MASSA SUPERFICIALE $M_s \text{ Kg/m}^2$ 319
 TRASMITTANZA $U \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.202
 CONDUTTANZA $C \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.209
 CAPACITA' TERMICA AEREA $C_{ta} \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 277
 COSTANTE DI TEMPO t_H 381

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.109
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 10.91
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA $Y_{ie} \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.022
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO $Y_{ii} \text{ W/m}^2\text{K}$ 3.15 in 2.28h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO $Y_{ee} \text{ W/m}^2\text{K}$ 1.28 in 1.98h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $k_1 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 43.6
 INDICE POTERE FONOISOLANTE $R_w \text{ dB}$ 48.07
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: BUONE

La rimodulazione della disposizione interna, la creazione di nuove murature a contatto con l'esterno hanno portato alla creazione di nuove murature e di una nuova chiusura verticale, esse è realizzata con la tecnologia a secco, più leggera della precedente e notevolmente più funzionale anche in caso di riposizionamenti futuri.

Parete di chiusura verticale con tecnologia a secco.

Trasmittanza pari a 0.169 W/m²K.

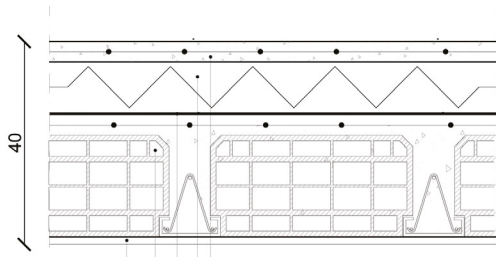


DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m ³	resistenza termica dell'aria m ² K/W	profondità penetrazione m	resistenza termica m ² K/W
strato laminare interno							0.130
doppia lastra di cartongesso	0.025	0.250	1000	900		0.087	0.100
tenuta al vapore	0.002	0.170	1470	900		0.059	0.012
isolante lana di roccia	0.080	0.038	840	175		0.084	2.105
isolante lana di roccia	0.080	0.038	840	175		0.084	2.105
isolante EPS	0.050	0.036	1480	35		0.124	1.389
intonaco per cappotto	0.015	0.700	1000	1000		0.139	0.021
strato laminare esterno							0.040

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 25.20
 RESISTENZA TERMICA TOTALE Rt m²K/W 5.903
 MASSA SUPERFICIALE Ms Kg/m² 69
 TRASMITTANZA U W/m²K 0.169
 CONDUTTANZA C W/m²K 0.174
 CAPACITA' TERMICA AEREA Cta KJ/m²K 67
 COSTANTE DI TEMPO t H 110

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.522
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 7.84
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Yie W/m²K 0.089
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO Yii W/m²K 1.99 in 3.93h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO Yee W/m²K 1.40 in 4.75h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO k1 KJ/m²K 28.6
 INDICE POTERE FONOISOLANTE Rw dB 48.07
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: BUONE

Tutte le partizioni orizzontali sono state integrate da uno strato per il passaggio degli impianti in quanto come si vedrà successivamente, si è optato per la realizzazione di pannelli radianti per il riscaldamento e il raffrescamento, eliminando così i vecchi termosifoni. La copertura, prima a falde è stata sostituita da coperture piane coibentate, con un notevole miglioramento in termini energetici.



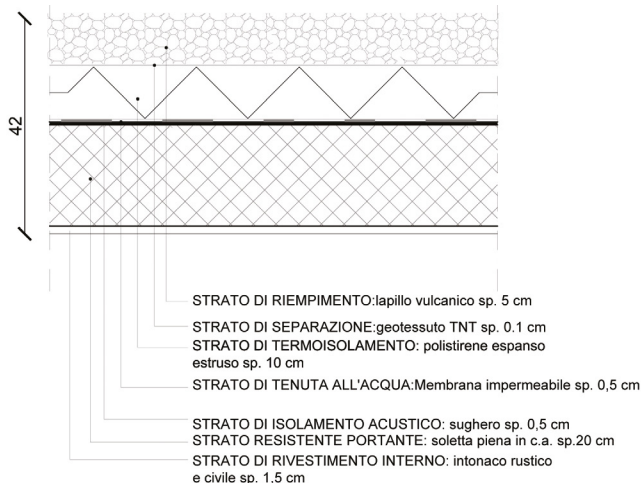
STRATO DI LIVELLAMENTO E REGOLAZIONE DELLA PENDENZA: malta impermeabilizzante sp. 4 cm con rete elettrosaldata \varnothing 0,5 cm
 STRATO DI TERMOISOLAMENTO: polistirene espanso estruso sp. 10 cm
 STRATO DI ISOLAMENTO ACUSTICO: sughero sp. 0,5 cm
 STRATO RESISTENTE PORTANTE: solaio in laterocemento sp. tot. 24 cm con pignatte h. 20 cm, travetti prefabbricati, massetto di solidarizzazione in cls e rete elettrosaldata diametro 0,5 cm per ripartizione dei carichi
 STRATO DI RIVESTIMENTO INTERNO: intonaco rustico e civile sp. 1,5 cm

Chiusura orizzontale non praticabile, sovrastata da copertura leggera.
 Trasmittanza pari a $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$, in origine la trasmittanza dell'ultima solette era $1.24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m^3	resistenza termica dell'aria $\text{m}^2\text{K/W}$	profondità penetrazione m	resistenza termica $\text{m}^2\text{K/W}$
strato laminare interno							0.130
intonaco	0.015	0.900	1000	1800		0.117	0.017
soletta con pignatta	0.200	0.350	840	750		0.124	0.571
strato di cls collaborante	0.040	1.600	1000	2300		0.138	0.025
isolamento acustico	0.005	0.045	1700	110		0.081	0.111
isolamento EPS	0.010	0.036	1480	35		0.138	2.778
massetto	0.004	1.800	1000	2500		0.141	0.022
strato laminare esterno							0.040

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 42.00
 RESISTENZA TERMICA TOTALE $R_t \text{ m}^2\text{K/W}$ 3.860
 MASSA SUPERFICIALE $M_s \text{ Kg/m}^2$ 387
 TRASMITTANZA $U \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.259
 CONDUTTANZA $C \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.269
 CAPACITA' TERMICA AEREA $C_{ta} \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 365
 COSTANTE DI TEMPO t_H 391

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) f_d 0.063
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 13.17
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA $Y_{ie} \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.016
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO $Y_{ii} \text{ W/m}^2\text{K}$ 3.83 in 2.55h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO $Y_{ee} \text{ W/m}^2\text{K}$ 0.82 in 4.08h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $k_1 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ 52.8
 INDICE POTERE FONOISOLANTE $R_w \text{ dB}$ 49.75
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: OTTIME



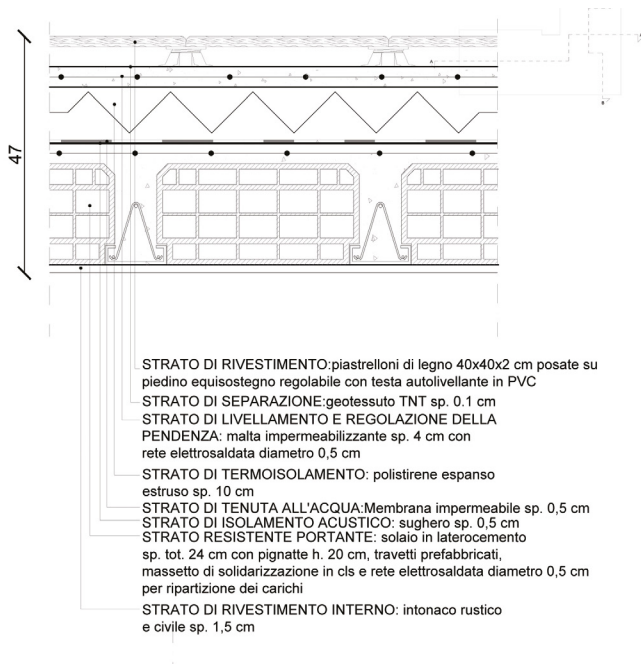
Chiusura orizzontale non praticabile, su vano scale.

Trasmittanza pari a 0.21 W/m²K.

DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m ³	resistenza termica dell'aria m ² K/W	profondità penetrazione m	resistenza termica m ² K/W
strato laminare interno							0.130
intonaco	0.015	0.900	1000	1800		0.117	0.017
soletta cls armato	0.200	1.800	1000	2500		0.141	0.111
isolante acustico	0.005	0.045	1700	110		0.081	0.111
tenuta all'acqua	0.050	0.170	1470	600		0.073	0.294
isolante EPS	0.100	0.036	1480	35		0.138	2.778
lapillo vulcanico	0.050	0.044	1500	80		0.095	1.136
strato laminare esterno							0.040

SPESORE TOTALE COMPONENTE cm 42.00
 RESISTENZA TERMICA TOTALE Rt m²K/W 4.587
 MASSA SUPERFICIALE Ms Kg/m² 566
 TRASMITTANZA U W/m²K 0.218
 CONDUTTANZA C W/m²K 0.225
 CAPACITA' TERMICA AEREA Cta KJ/m²K 584
 COSTANTE DI TEMPO t H 744

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.112
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 12.69
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Yie W/m²K 0.024
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO Yii W/m²K 6.64 in 0.96h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO Yee W/m²K 0.53 in 3.36h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO k1 KJ/m²K 91.6
 INDICE POTERE FONOISOLANTE Rw dB 53.05
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: OTTIME



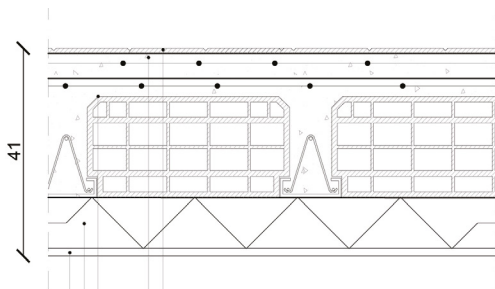
Chiusura orizzontale praticabile, per le terrazze in copertura.

Trasmittanza pari a 0.26 W/m²K.

DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività' termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m ³	resistenza termica dell'aria m ² K/W	profondità penetrazione m	resistenza termica m ² K/W
strato laminare interno							0.130
intonaco	0.015	0.900	1000	1800		0.117	0.017
soletta con pignatta	0.200	0.350	840	750		0.124	0.571
strato di cls collaborante	0.040	1.600	1000	2300		0.138	0.025
isolamento acustico	0.005	0.045	1700	110		0.081	0.111
isolamento EPS	0.010	0.036	1480	35		0.138	2.778
massetto	0.004	1.800	1000	2500		0.141	0.022
strato laminare esterno							0.040

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 42.00
 RESISTENZA TERMICA TOTALE Rt m²K/W 3.860
 MASSA SUPERFICIALE Ms Kg/m² 387
 TRASMITTANZA U W/m²K 0.259
 CONDUTTANZA C W/m²K 0.269
 CAPACITA' TERMICA AEREA Cta KJ/m²K 365
 COSTANTE DI TEMPO t H 391

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.063
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 13.17
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Yie W/m²K 0.016
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO Yii W/m²K 3.83 in 2.55h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO Yee W/m²K 0.82 in 4.08h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO k1 KJ/m²K 52.8
 INDICE POTERE FONOISOLANTE Rw dB 49.75
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: OTTIME



STRATO DI RIVESTIMENTO INTERNO: piastrelle in smalto/cotto sp. 0,8 cm fissate su colla sp. 0,2 cm
 STRATO DI LIVELLAMENTO E REGOLAZIONE DELLA PENDENZA: malta impermeabilizzante sp. 4 cm con rete elettrosaldata diametro 0,5 cm
 STRATO RESISTENTE PORTANTE: solaio in laterocemento sp. tot. 24 cm con pignatte h. 20 cm, travetti prefabbricati, massetto di solidarizzazione in cls e rete elettrosaldata diametro 0,5 cm per ripartizione dei carichi
 STRATO DI TERMOISOLAMENTO: polistirene espanso estruso sp. 10 cm
 STRATO DI RIVESTIMENTO ESTERNO: intonaco rustico e civile sp. 1,5 cm

Chiusura orizzontale del solaio su spazi aperti.

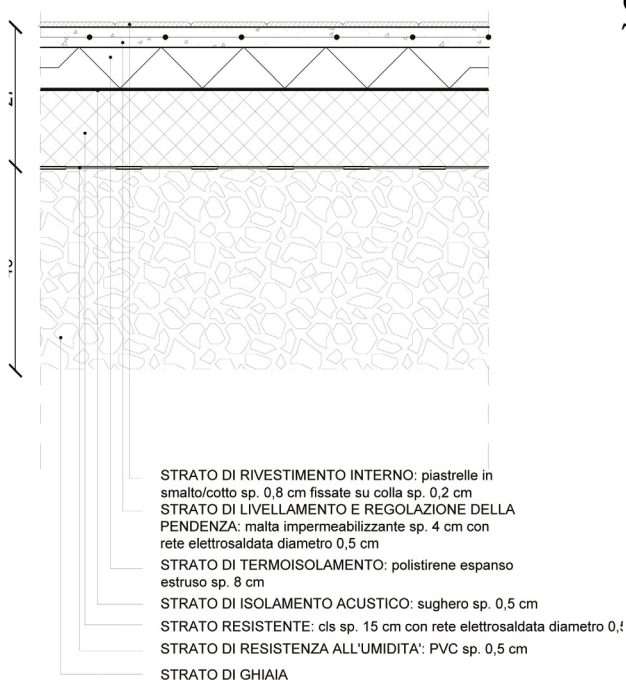
Trasmittanza pari a 0.29 W/m²K.

DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m ³	resistenza termica dell'aria m ² K/W	profondità penetrazione m	resistenza termica m ² K/W
strato laminare interno							0.130
piastrelle	0.025	1.300	840	2300		0.136	0.012
massetto	0.040	1.600	1000	2500		0.133	0.025
barriera al vapore	0.001	0.170	1470	600		0.073	0.006
strato cls	0.040	1.600	1000	2300		0.195	0.025
soletta con pignatte	0.200	0.700	840	600		0.117	0.286
isolante EPS	0.100	0.036	1480	35		0.138	2.778
intonaco per cappotto	0.015	0.700	1000	1000		0.139	0.021
strato laminare esterno							0.040

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 42.10
 RESISTENZA TERMICA TOTALE Rt m²K/W 3.369
 MASSA SUPERFICIALE Ms Kg/m² 386
 TRASMITTANZA U W/m²K 0.297
 CONDUTTANZA C W/m²K 0.317
 CAPACITA' TERMICA AEREA Cta KJ/m²K 363
 COSTANTE DI TEMPO t H 340

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.086
 RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 12.12
 TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Yie W/m²K 0.025
 AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO Yii W/m²K 4.53 in 1.00h
 AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO Yee W/m²K 1.25 in 4.69h
 CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO k1 KJ/m²K 62.6
 INDICE POTERE FONOISOLANTE Rw dB 49.72
 PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: OTTIME

Chiusura orizzontale del solaio controterra
Trasmittanza pari a 0.33 W/m²K.



DESCRIZIONE DEGLI STRATI	spessore m	conduttività termica W/mK	calore specifico J/kgK	densità k/m ³	resistenza termica dell'aria m ² K/W	profondità penetrazione m	resistenza termica m ² K/W
strato laminare interno							0.130
piastrelle	0.025	1.300	840	2300		0.136	0.012
massetto	0.040	1.600	1000	2500		0.133	0.025
barriera al vapore	0.001	0.170	1470	600		0.073	0.006
isolante EPS	0.080	0.036	1480	35		0.195	2.222
impermeabilizzazione	0.001	0.017	1480	600		0.117	0.059
cls asrmato	0.150	1.800	1500	2500		0.141	0.083
ghiaia	0.400	2.200		900		0.212	0.182
terreno							0.250

SPESSORE TOTALE COMPONENTE cm 70.60
RESISTENZA TERMICA TOTALE Rt m²K/W 3.016
MASSA SUPERFICIALE Ms Kg/m² 899
TRASMITTANZA U W/m²K 0.332
CONDUTTANZA C W/m²K 0.385
CAPACITA' TERMICA AEREA Cta KJ/m²K 1078
COSTANTE DI TEMPO t H 903

FATTORE DI DECREMENTO (attenuazione) fd 0.030
RITARDO FATTORE DI DECREMENTO (sfasamento) 17.85
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Yie W/m²K 0.010
AMMETTENZA TERMICA LATO INTERNO Yii W/m²K 4.60 in 1.67h
AMMETTENZA TERMICA LATO ESTERNO Yee W/m²K 3.31 in 0.62h
CAPACITA' TERMICA PERIODICA LATO INTERNO k1 KJ/m²K 63.2
INDICE POTERE FONOISOLANTE Rw dB 57.07
PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA: OTTIME

8.2.1 Ponti termici

Vengono definiti ponti termici secondo la UNI EN ISO 10211, le parti dell'involucro edilizio dove la resistenza termica, altrove uniforme, cambia in modo significativo per effetto di:

- compenetrazione totale o parziale di materiali con conduttività termica diversa nell'involucro edilizio
- variazione dello spessore della costruzione
- differenze tra l'area della superficie disperdente sul lato interno e sul lato esterno, come mostrato in figura 8.11.

I ponti, infatti, congiungono in modo diretto due sponde aventi gradienti climatici diversi per mezzo di un elemento avente un'alta conducibilità termica λ . In quel caso quindi aumenta la dispersione termica ed il valore di trasmittanza U della parete o del solaio in quel punto si alza. Nel periodo invernale estraggono calore dalle superfici interne, queste raffreddandosi ottengono che il vapore acqueo contenuto nell'aria della casa vi condensi. La condensazione dell'aria calda umida è responsabile della proliferazione di muffe e funghi.

Le muffe in particolare emettono sostanze ad elevato potenziale di sensibilizzazione allergica, che possono scatenare micosi e malattie infettive indebolendo il sistema immunitario.

Inutile ed altrettanto dannoso anche l'uso delle pitture antimuffa.

Nel periodo estivo per contro avviene la penetrazione del calore accumulato verso l'interno causando surriscaldamento dell'aria interna. Entrambe i meccanismi hanno come effetto ritiri e degradi meccanici e fisici visibili sulle superfici ma anche interni alle strutture edilizie. Tali fessurazioni permettono infiltrazioni di aria e di acqua meteorica con degrado ulteriore.

I ponti termici possono essere generalmente individuati come frutto di errori dovuti a disattenta cura in sede progettuale e/o incompetenza esecutiva in fase di fornitura e di posa, si possono suddividere in:

- ponti per forma geometrica dell'edificio come angoli, sbalzi, terrazze, mensole costituite da elementi strutturali che si prolungano ed escono costruttivamente dall'interno dell'edificio che devono essere interrotti;
- ponti costruttivo-strutturali come travi e pilastri o elementi in calcestruzzo o cemento armato o in acciaio, presenti sulle superfici murarie dell'edificio che non sono stati preventivamente isolati verso l'esterno con materiale isolante;
- ponti costruttivo-esecutivi dovuti a causa di un errato inserimento di elementi estranei nelle componenti edilizie che interrompono o riducono lo spessore come nel caso di passaggi di impianti principali e canne fumarie; altri elementi critici sono le nicchie sotto finestra con spessore di muratura più sottile per l'alloggiamento dei termosifoni e i cassonetti per le tappa-

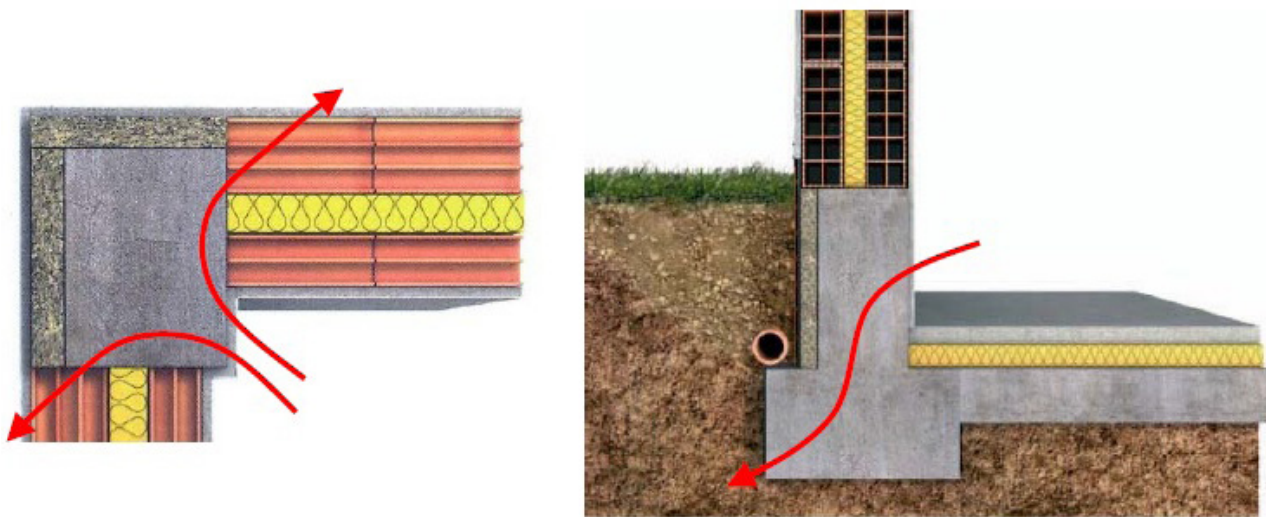


fig. 8.11 esempi di ponti termici facilmente riscontrabili

relle, le soglie in marmo dei serramenti poste a cavallo tra l'interno e l'esterno, che andrebbero evitati;

- ponte diffuso come nel caso di setti o pareti in calcestruzzo o cemento armato, o ancora giunti e strati di malta tra i blocchi nelle murature.

Per evitare la presenza negativa dei ponti termici, è necessario predisporre un isolamento esterno (come un cappotto) di spessore e materiale opportuni, dove essi sono presenti; predisporre vani e colonne dedicati per gli impianti, senza interrompere o ridurre lo spessore

degli elementi e degli strati isolanti; creare dei tagli termici nelle parti esposte come mensole e sbalzi o terrazze.

La presenza dei ponti termici nell'involucro dell'edificio può comportare seri problemi, con un conseguente calo del comfort abitativo, gli effetti hanno un impatto principalmente sui seguenti aspetti:

- igienico-sanitari: la presenza di ponti termici può portare alla formazione di muffe e macchie dovuta alla condensa superficiale che si forma nelle zone superficiali a bassa temperatura.
 - Strutturali: la presenza di condensa porta ad avere anche un degrado delle strutture e dei materiali con una riduzione delle prestazioni e della durabilità dei materiali stessi.
 - Di comfort: a causa della differenza di temperatura disomogenee all'interno dell'edificio si ha un calo del comfort termico.
 - Prestazioni energetiche: il maggior flusso termico attraverso i ponti termici provoca una maggior dispersione globale dell'edificio con conseguente aumento dei consumi energetici.
- La normativa UNI per il calcolo dei ponti termici è la UNI EN ISO 14683, che prevede l'utilizzo di:

- dimensioni esterne misurate tra le superfici esterne finite dell'edificio,
- dimensioni interne misurate tra le superfici interne finite escluse le partizioni
- dimensioni interne totali misurate tra le superfici interne finite incluse le partizioni.

La normativa in base all'accuratezza di calcolo prevede quattro metodologie di valutazione dei ponti termici:

- metodi numerici con accuratezza del 5%,
- atlanti dei ponti termici con accuratezza dal 5% al 20%,
- calcoli manuali con accuratezza del 20%,
- valori standard con accuratezza dal 0% al 50%,

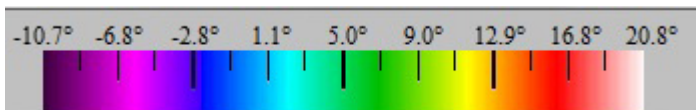
Le principali verifiche sono quelle termografiche a infrarossi. Le immagini termografiche, permettono in modo non demolitivo l'analisi e la verifica delle trasmittanze degli elementi strutturali. I ponti termici sono evidenziati dalle aree o parti cromatiche più chiare e luminose, permettono di effettuare interventi di adeguamento mirati e infine anche il controllo della qualità dei lavori di posa dei materiali.

Tale esame è parte fondamentale per la certificazione della qualità energetica di un edificio.

Con il programma therm, ho provveduto a studiare alcuni possibili ponti termici riscontrati nella struttura, le condizioni considerate sono:

- temperatura interna di 20°C
- temperatura esterna di -10°C

Si nota nelle figure 8.12, 8.13, 8.14, 8.15, 8.16 e 8.17 come l'apposizione continuativa di isolante a cappotto renda minimo il ponte termico diminuendo la dispersione termica all'interno della stanza.



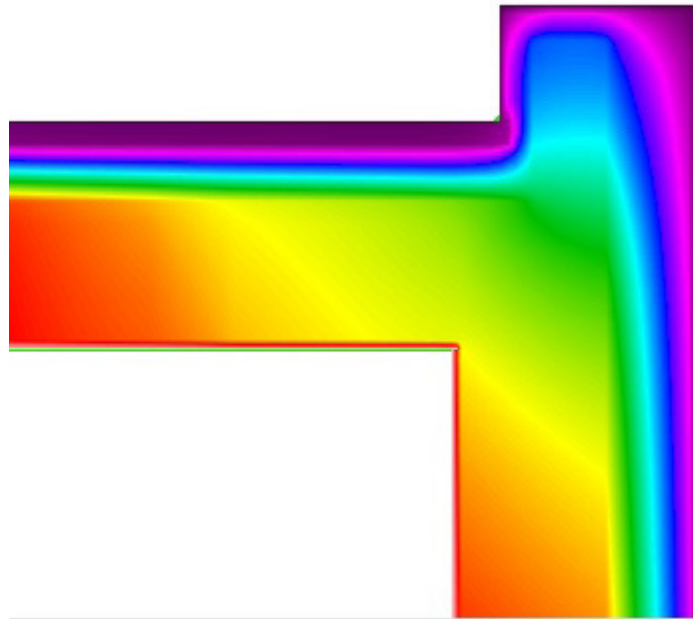


fig. 8.12 termografia ponte termico muratura esterna e copertura piana

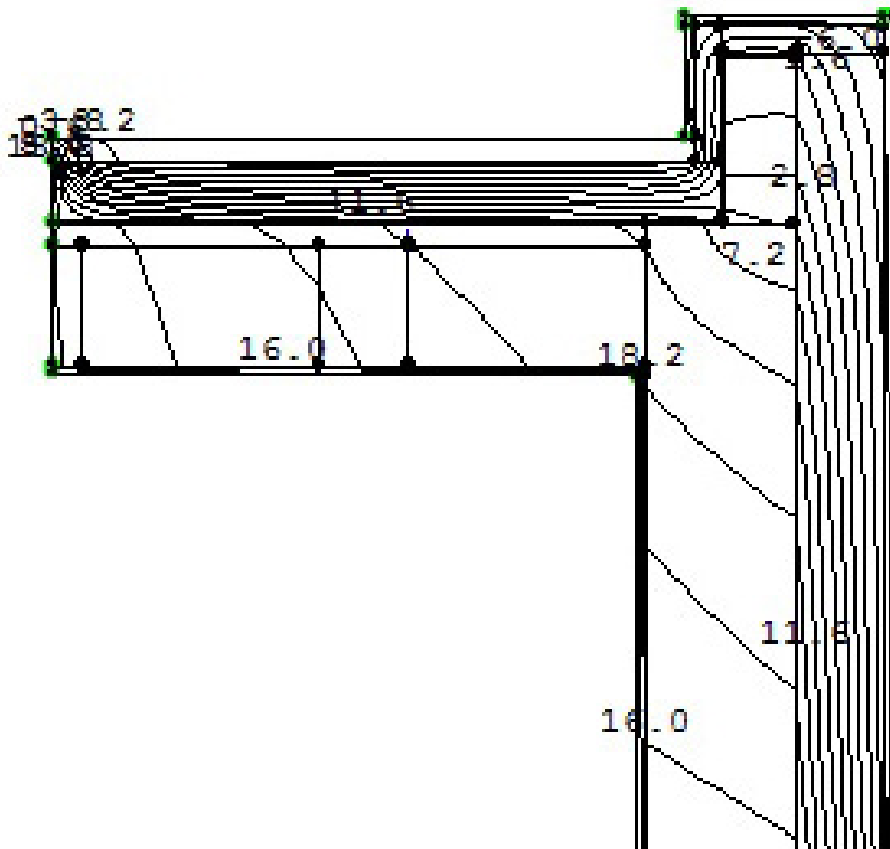


fig. 8.13 isoterme ponte termico muratura esterna e copertura piana

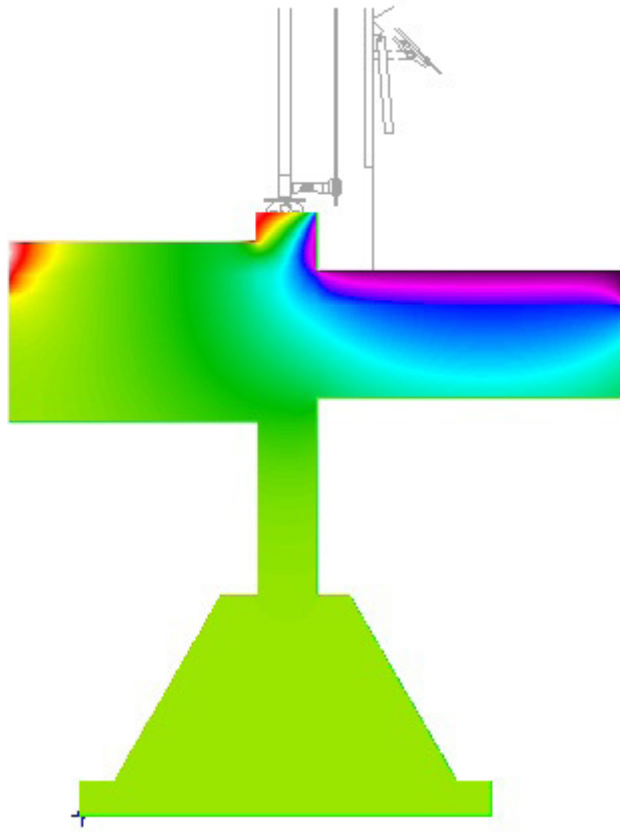


fig. 8.14 termografia ponte termico soletta controterra

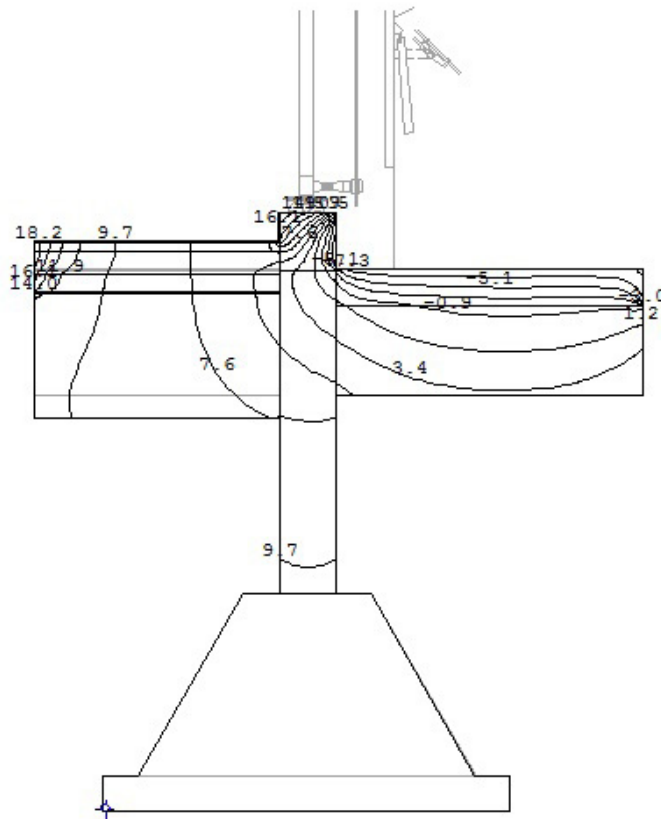


fig. 8.15 isoterme ponte termico soletta controterra

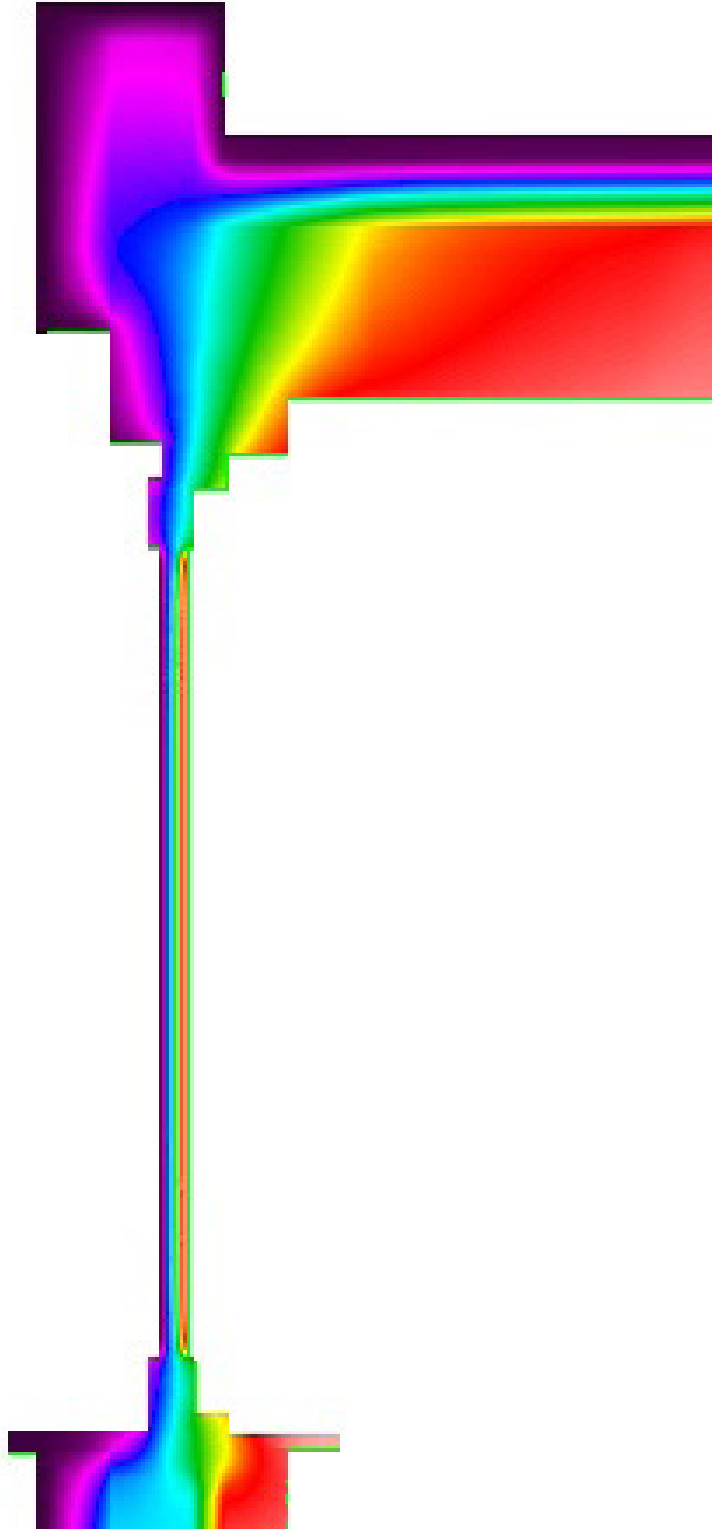


fig. 8.16 termografia ponte termico muratura esterna, serramento e copertura piana

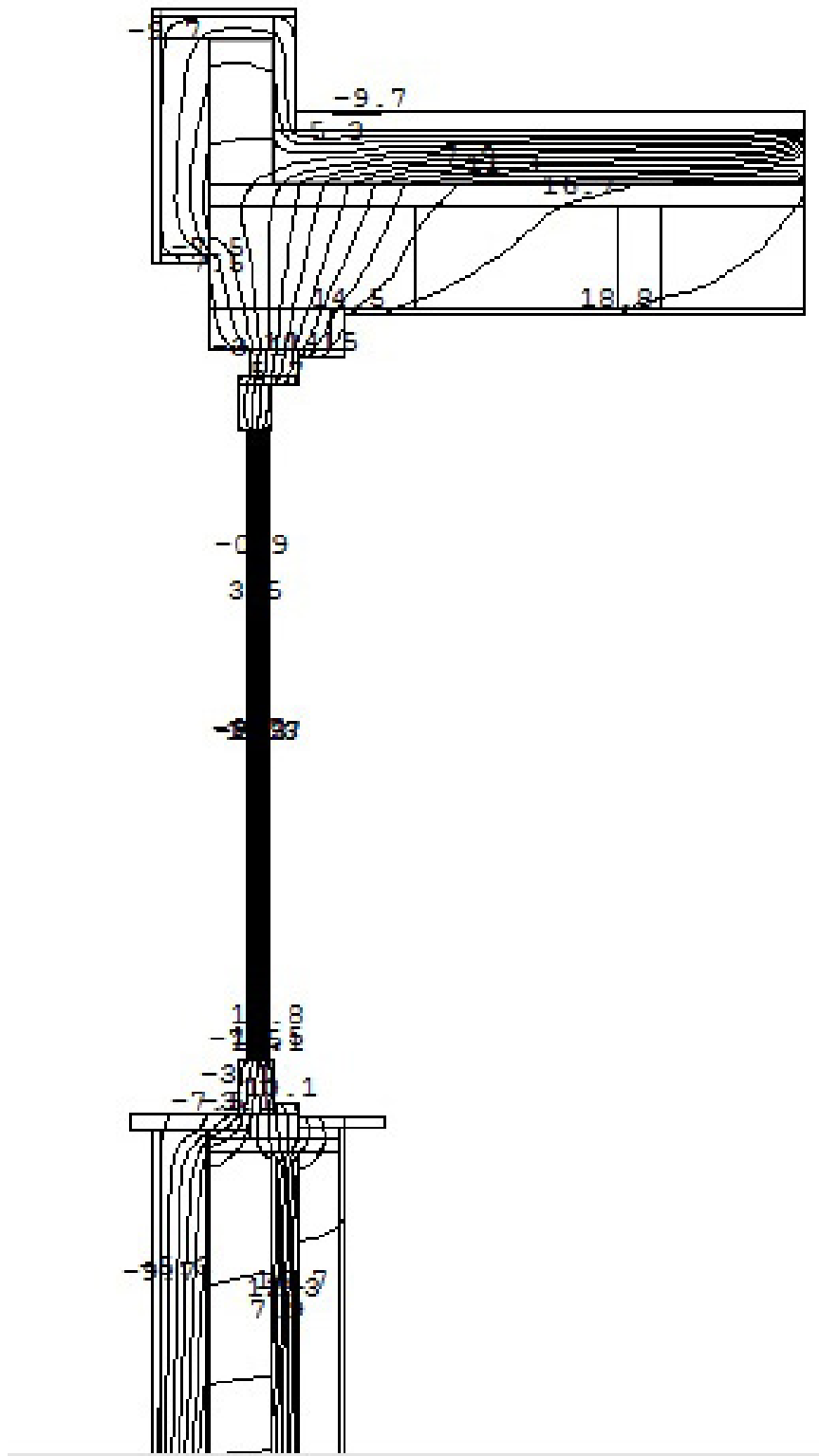


fig. 8.17 isoterme ponte termico muratura esterna, serramento e copertura piana

8.3 Verifica Fattore di luce diurno e rapporto aeroilluminante

Il fattore di luce diurna è una verifica necessaria da svolgere per verificare che la nuova disposizione delle aperture, che sono anche state incrementate come superficie, abbia portato esiti positivi per l'illuminamento naturale all'interno dei locali chiusi.

Esso è attualmente riconosciuto dalla normativa italiana in ambito di edilizia residenziale, scolastica ed ospedaliera (Decreto Min. Sanità 5/7/75, Decreto Min. 18/12/75, Circ. Min. Lavori Pubblici n.13011, 22/11/74) ed è fondamentale per garantire un'illuminazione diurna ottimale nei locali.

Nella valutazione delle condizioni di illuminazione naturale interna si considera il caso più sfavorevole con cielo coperto, il rapporto tra illuminamento interno ed esterno deve essere costante e non deve dipendere né dall'ora del giorno, né dal periodo dell'anno, né dall'orientamento del locale: si introduce quindi il fattore di luce diurna, grandezza adimensionale espressa in percentuale, definita come il rapporto fra l'illuminamento misurato in un punto specifico dell'ambiente interno e l'illuminamento misurato all'esterno su una superficie orizzontale che vede l'intera volta celeste senza ostruzioni in condizioni di cielo coperto.

La verifica è stata effettuata con il programma Velux Daylight Visualizer 2, messo a disposizione dalla Velux.

I valori possono variare con i regolamenti ma un giudizio generale ed accettabile è:

$FLDm < 1\%$ = insufficiente

$1\% < FLDm < 2\%$ = discreto

$2\% < FLDm < 4\%$ = buono

$FLDm > 4\%$ = ottimo

In figura 8.18 viene visualizzato il risultato per il piano terra mentre in figura 8.19 e 8.20 vengono visualizzati i risultati del piano tipo rispettivamente con ISO e falsi colori.

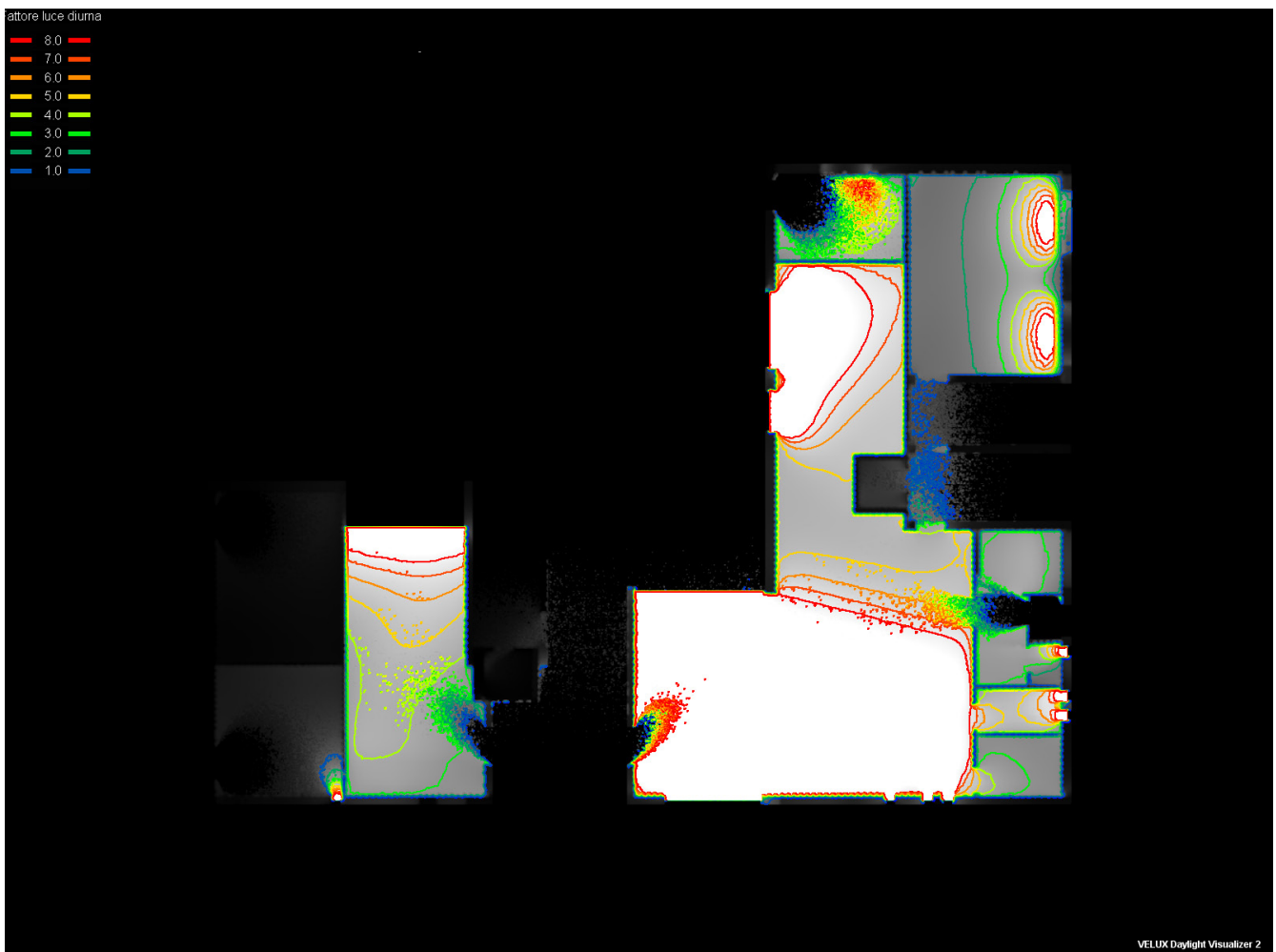


figura 8.18 Grafico Velux per il piano terra

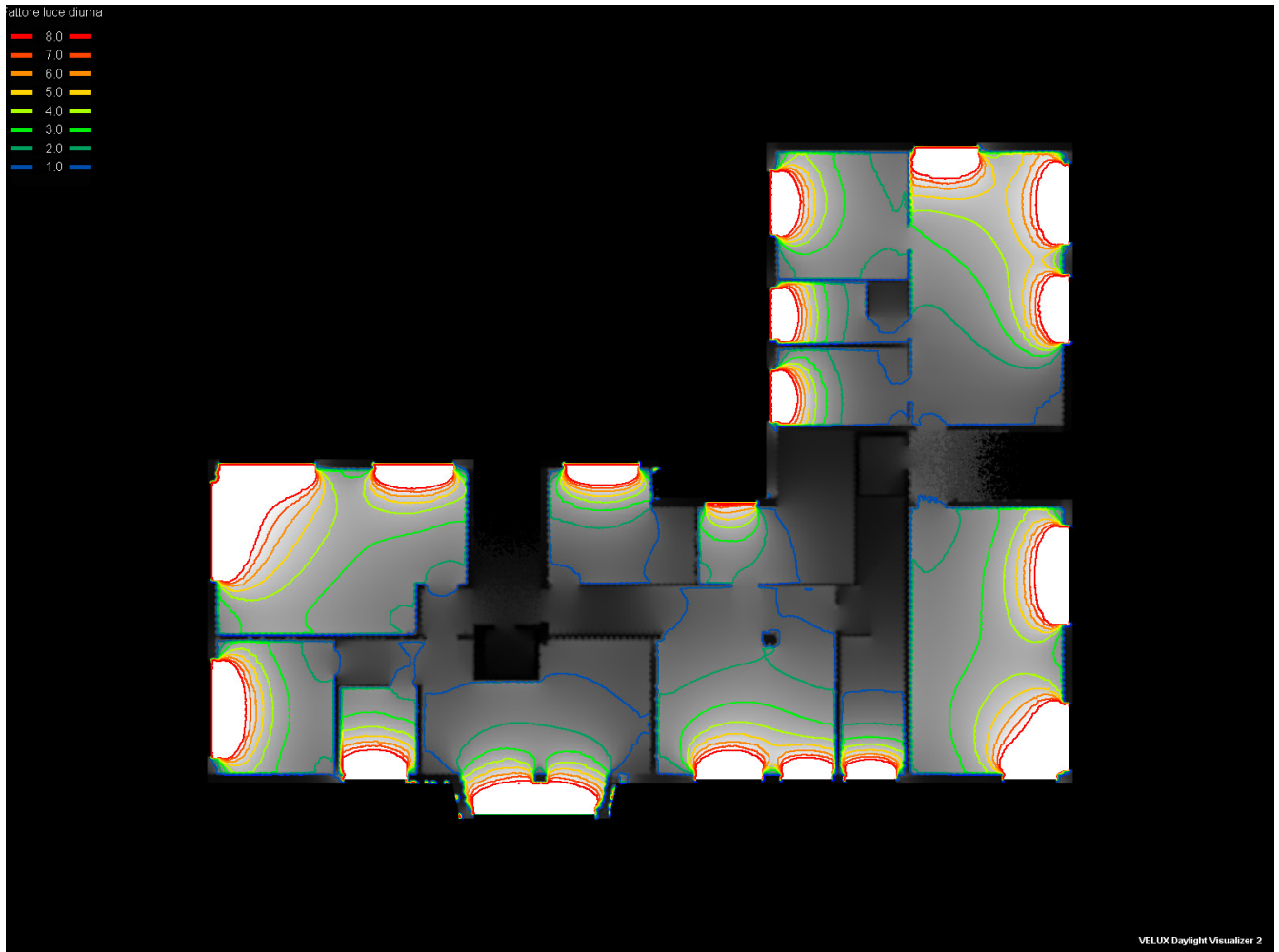


figura 8.19 Grafico Velux per il piano tipo

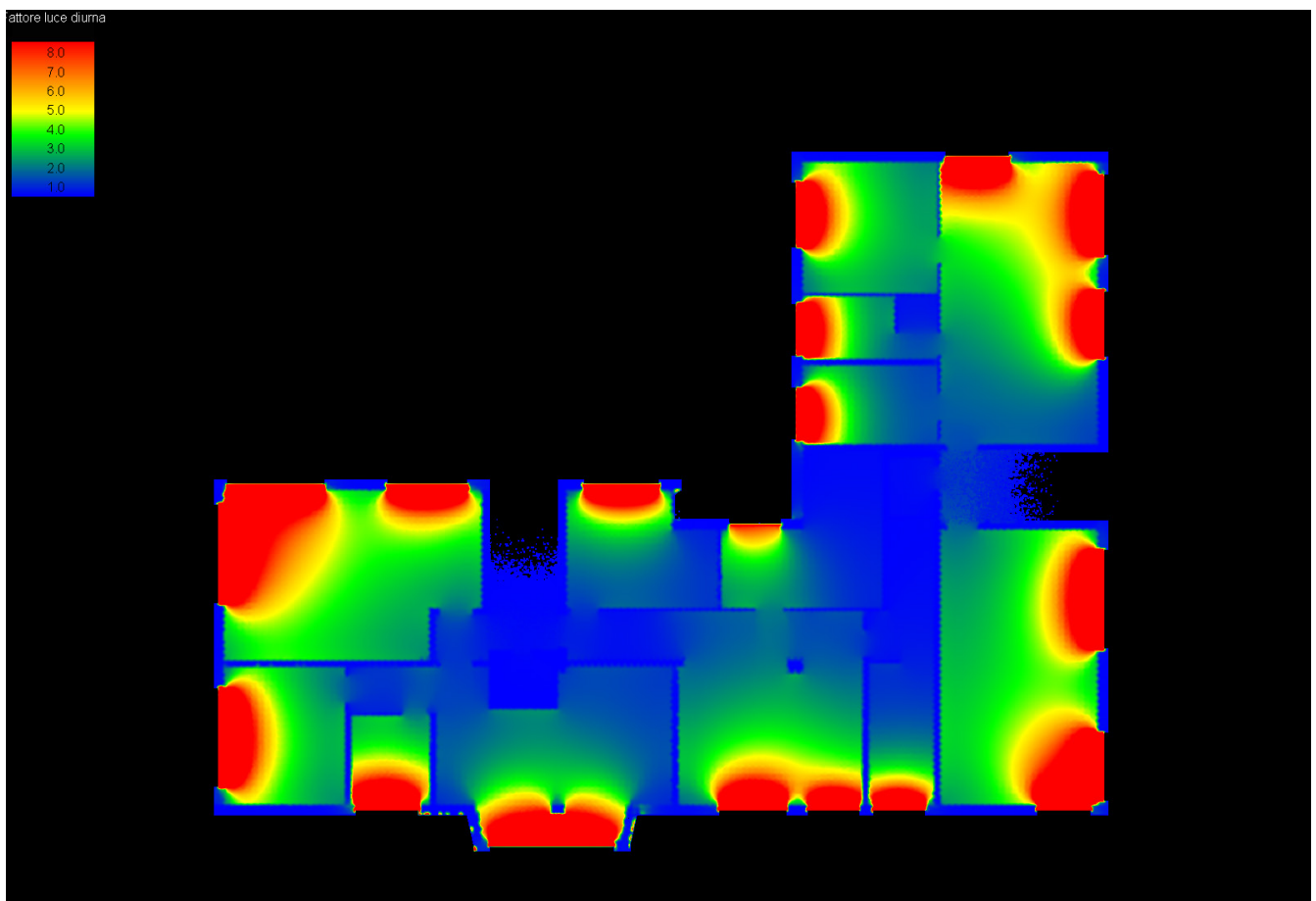


figura 8.20 FLD con falsi colori

Sempre tramite il programma Velux Daylight Visualizer 2, messo a disposizione dalla Velux, si è provveduto a stimare il valore di luminanza, ipotizzato con condizione di cielo coperto, che, per i regolamenti di igiene vigenti a Sondrio deve essere di almeno 200 lux. Risulta dalla figura 8.21 che le richieste sono rispettate.

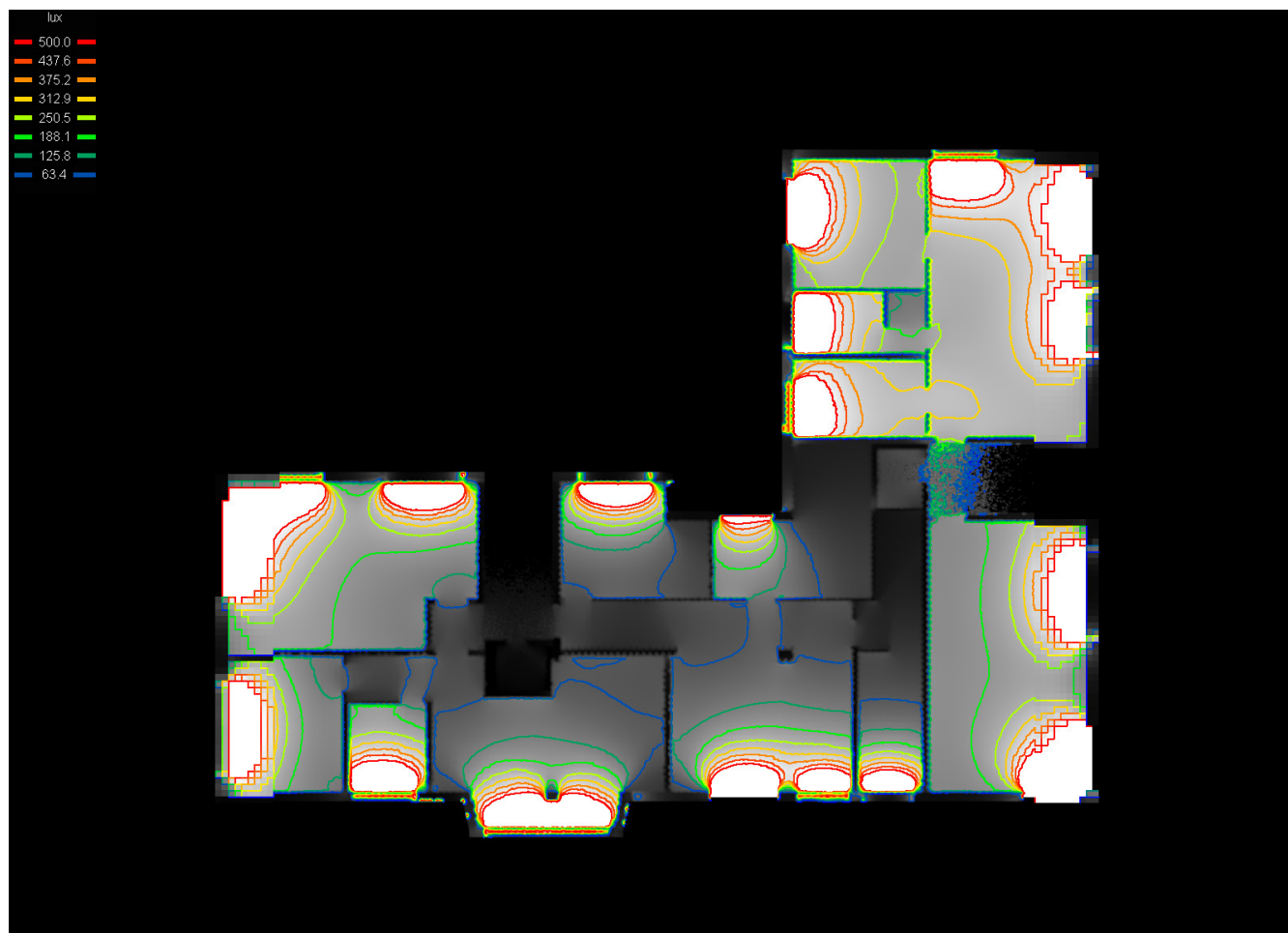


figura 8.21 illuminanza del piano tipo

E' infine stato riverificato il Rapporto Aeroilluminante che risulta ampiamente verificato per tutti gli appartamenti.

Si nota quindi che la nuova disposizione degli ambienti e la realizzazione delle nuove aperture hanno portato un notevole vantaggio per il benessere fisico degli abitanti della palazzina 22.

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A1

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	32.35	5.72	0.177	> 0.125
camera 1	17.45	2.66	0.170	> 0.125
camera 2	14.70	1.68	0.20	> 0.125
bagno	8.40	1.6	0.23	> 0.083

tab. 8.1 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A1

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A2

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	30.70	4.56	0.15	> 0.125
camera 1	15.50	4.5	0.37	> 0.125
bagno	6.48	3.8	0.22	> 0.083

tab. 8.2 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A2

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A3

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	39.43	11.34	0.29	> 0.125
camera 1	22.32	8.25	0.31	> 0.125
bagno	6.70	3.8	0.257	> 0.083

tab. 8.3 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A3

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A4

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	32.42	12.32	0.38	> 0.125
camera 1	20.00	7.40	0.37	> 0.125
bagno	10.78	2.4	0.22	> 0.083

tab. 8.4 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A4

VERIFICA DEL RAPPORTO AERANTE APPARTAMENTO A5

AMBIENTE	SUP. PAVIMENTO m ²	SUP. FINESTRATA m ²	RAPPORTO	VERIFICA
soggiorno	40.60	12.16	0.30	> 0.125
camera 1	16.20	3.80	0.23	> 0.125
camera 2	9.85	2.40	0.24	> 0.125
bagno	8.20	2.40	0.27	> 0.083

tab. 8.5 verifica rapporto aeroilluminante appartamento A5

8.4 Analisi del fabbisogno

Le nuove tecnologie a disposizione sul mercato permettono di:

- ridurre di un 40-60% i consumi in bolletta a parità di calore prodotto
- contabilizzare i consumi sostenuti da ciascun singolo utente
- dare accesso agli sgravi fiscali del 36% o 55%
- aumentare il comfort all'interno delle singole unità immobiliari con un funzionamento 24 h su 24 (impianto acceso notte e giorno con 2 livelli di temperatura)
- regolare con precisione la temperatura in ogni singola stanza di ciascuna unità immobiliare
- recuperare il calore gratuito diffuso nelle singole unità immobiliari da fonti varie quali il sole che entra dalle finestre, il calore emanato dai fornelli a gas, dal frigorifero dal televisore dal phon o da gli altri elettrodomestici, il calore emanato dalle persone.

Per ottenere realmente questi risultati c'è bisogno di un intervento complesso di riqualificazione dell'intero impianto di riscaldamento, che va eseguito in maniera corretta, utilizzando le giuste tecnologie e una manodopera specializzata.

Nel caso studio, per migliorare il funzionamento dell'edificio sono stati ipotizzati nuovi impianti, che permettessero di migliorare il funzionamento dell'edificio sia per quanto riguarda i consumi sia per il benessere degli abitanti.

Gli impianti utilizzati sono: pannelli radianti per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti, un impianto solare termico, per la produzione di acqua calda sanitaria e una caldaia a condensazione a metano e pannelli fotovoltaici

Gli impianti sono localizzati in un'unica sede, la centrale termica del piano terra, situata sul lato ovest dell'edificio, dove trovano collocazione il boiler d'accumulo per l'impianto solare-termico, e la caldaia a condensazione a metano.

Il predimensionamento degli impianti, uniti all'analisi delle nuove stratigrafie utilizzate nella ristrutturazione, mira a trasformare l'edificio da energivoro a energeticamente sostenibile.

8.4.1 Analisi del fabbisogno termico invernale

Il carico termico invernale è stato calcolato effettuando un bilancio di energia termica nelle condizioni di progetto per i vari ambienti.

Il bilancio è effettuato nell'unità di tempo, che moltiplicata per il tempo di utilizzo, forniscono il fabbisogno, ovvero un quantitativo di energia distribuito lungo un periodo di tempo.

Nelle condizioni di progetto sono fissate:

- temperatura esterna t_e (°C) secondo il DPR 1052/77 art. 1
- temperatura interna t_i (°C) secondo il DPR 412 art. 4 comma 1
- umidità relativa
- numero di ricambi d'aria
- caratteristiche tecniche dell'involucro edilizio

Per la località di Sondrio, la temperatura esterna di progetto risulta essere -10°C, mentre quella interna è di 20°C.

Il carico termico invernale rappresenta la potenza termica che l'impianto deve fornire agli ambienti per assicurare le condizioni interne di progetto perciò la potenza termica uscente dagli ambienti deve eguagliare la potenza termica entrante.

$$Q_u = Q_e$$

La potenza termica uscente risulta essere costituita da:

$$Q_u = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Q_1 = (W; Kcal/h) la potenza termica in uscita per trasmissione attraverso le superfici opache e trasparenti che delimitano le aree riscaldate con l'esterno

Q_2 = (W; Kcal/h) la potenza termica in uscita per trasmissione attraverso ambienti riscaldati e non riscaldati

Q_3 = (W; Kcal/h) la potenza termica in uscita per trasmissione attraverso i ponti termici

Q_4 = (W; Kcal/h) la potenza termica dispersa per ventilazione

La Q_1 è qui calcolata utilizzando i dati e le relazioni indicati nelle norme UNI 7357, UNI 10077-1 (riguardo alla trasmittanza dei componenti finestrati), UNI 10351 (riguardo alle caratteristiche termo-fisiche dei materiali da costruzione) e UNI 10355 (riguardo alla resistenza termica della zona latero-cementizia dei solai).

$$Q_1 = U \times A \times (t_e - t_i) \times f$$

con f coefficiente maggiorativo per esposizione

esposizione	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
f	1	1.02	1.05	1.10	1.15	1.20	1.10	1.05

tab. 8.6 coefficienti di esposizione

da calcolare sia per le superfici trasparenti che per le superfici opache.

La Q_2 , potenza termica dispersa verso ciascun ambiente non riscaldato in base alla UNI 7357 è pari a:

$$Q_2 = U \times A \times (t_i - t_u)$$

t_u è la temperatura della zona non riscaldata, °C, ricavabile dal par.5.2.1.2 della UNI 7357; i valori di t_u sono riportati nella tabella posta nella pagina seguente.

Destinazione d'uso dell'ambiente esaminato	Temp. °C	Correzioni da apportare	
		Se t_i è diversa da 20 °C	Se t_e è diversa da -5 °C
Cantine con serramenti aperti	-2	$(t_i - 20) \times 0,1$	$(t_e + 5) \times 0,9$
Cantine con serramenti chiusi	5	$(t_i - 20) \times 0,4$	$(t_e + 5) \times 0,6$
Sottotetti non plafonati con tegole non sigillate	Temp. Est.		
Sottotetti non plafonati con tegole ben sigillate	-2	$(t_i - 20) \times 0,1$	$(t_e + 5) \times 0,9$
Sottotetti plafonati	0	$(t_i - 20) \times 0,2$	$(t_e + 5) \times 0,8$
Locali con tre pareti esterne provviste di finestre	0	$(t_i - 20) \times 0,2$	$(t_e + 5) \times 0,8$
Locali con tre pareti esterne di cui una con finestra o con due pareti esterne entrambe con finestre	5	$(t_i - 20) \times 0,4$	$(t_e + 5) \times 0,6$
Locali con tre pareti esterne senza finestre	7	$(t_i - 20) \times 0,5$	$(t_e + 5) \times 0,5$
Locali con due pareti esterne senza finestre	10	$(t_i - 20) \times 0,6$	$(t_e + 5) \times 0,4$
Locali con una parete esterna provvista di finestre	10	$(t_i - 20) \times 0,6$	$(t_e + 5) \times 0,4$
Locali con una parete esterna senza finestre	12	$(t_i - 20) \times 0,7$	$(t_e + 5) \times 0,3$
Appartamenti vicini non riscaldati:			
• Sottotetto	2	$(t_i - 20) \times 0,3$	$(t_i + 5) \times 0,7$
• Ai piani intermedi	7	$(t_i - 20) \times 0,5$	$(t_i + 5) \times 0,5$
• Al piano più basso	5	$(t_i - 20) \times 0,4$	$(t_i + 5) \times 0,6$
Gabbie scala con parete esterna e finestre ad ogni piano-porta di ingresso al piano terra chiusa:			
• Al piano terra	2	$(t_i - 20) \times 0,3$	$(t_i + 5) \times 0,7$
• Ai piani sovrastanti	7	$(t_i - 20) \times 0,5$	$(t_i + 5) \times 0,5$
Gabbie scala con parete esterna e finestre ad ogni piano-porta di ingresso al piano terra aperta:			
• Al piano terra	-2	$(t_i - 20) \times 0,5$	$(t_i + 5) \times 0,9$
• Ai piani sovrastanti	2	$(t_i - 20) \times 0,3$	$(t_i + 5) \times 0,7$

tab. 8.7 coefficienti di correzione per l'involucro

L'involucro degli edifici non è costituito solo da pareti piane in cui lo scambio termico si può ipotizzare per semplicità di calcolo, oltre che in condizioni di regime stazionario, anche in condizioni di flusso monodimensionale; esistono anche zone anomale della struttura in cui sicuramente il flusso non è ipotizzabile come monodimensionale, bensì bidimensionale o tridimensionale. In corrispondenza di queste zone (pilastri, spigoli, ecc.) lo scambio termico risulta maggiore rispetto alla condizione di flusso monodimensionale; per questo motivo tali zone vengono definite ponti termici.

In base alla UNI 7357, la potenza termica dispersa per trasmissione attraverso i ponti termici Q_3 è pari a:

$$Q_3 = L \times \psi \times (t_i - t_e)$$

con L = lunghezza generica del ponte termico

ψ = trasmittanza termica lineare ricavabile dalla UNI 7357

In tutti gli ambienti entra una certa portata d'aria esterna di rinnovo dovuta o ad infiltrazioni attraverso fessure o all'apertura saltuaria di porte e finestre. La potenza termica necessaria per portare la suddetta aria esterna alla temperatura dell'ambiente riscaldato (potenza termica Q_4 dispersa per ventilazione, anche detta carico termico di ventilazione) è pari a:

$$Q_4 = V \times n \times c_p \times \rho \times (t_i - t_e)$$

V = volume netto della zona riscaldata
 n = ricambi d'aria pari a 0.5 h^{-1}
 c_p = calore specifico dell'aria pari a 1000 J/kgK
 ρ = densità dell'aria pari a 1.2 kg/m^3

Sono stati calcolati i valori dei carichi termici necessari per un appartamento, per poter successivamente stimare gli impianti necessari all'intero corpo di fabbrica.

SOGGIORNO:

$$Q_1 = [10.58 \times 0.202 \times (20 - (-10)) \times 1] + [14.8 \times 0.202 \times (20 - (-10)) \times 1.10] + [4 \times 0.812 \times (20 - (-10)) \times 1] + [9.5 \times 0.812 \times (20 - (-10)) \times 1.10] = 671.89 \text{ W}$$

$$Q_2 = 14.80 \times 0.222 \times 0.5 = 1.62 \text{ W}$$

$$Q_3 = 15\% (671.89 + 1.62) = 101.03 \text{ W}$$

$$Q_4 = 106.46 \times (0.5/3600) \times 1000 \times 1.2 \times 30 = 532.3 \text{ W}$$

$$Q_{\text{tot}} = 1353.37 \text{ W}$$

CAMERA:

$$Q_1 = [10.58 \times 0.202 \times (20 - (-10)) \times 1] + [12.2 \times 0.202 \times (20 - (-10)) \times 1.10] + [4 \times 0.812 \times (20 - (-10)) \times 1] + [5 \times 0.812 \times (20 - (-10)) \times 1.10] = 377.39 \text{ W}$$

$$Q_2 = 0 \text{ W}$$

$$Q_3 = 15\% (377.39) = 56.61 \text{ W}$$

$$Q_4 = 60.24 \times (0.5/3600) \times 1000 \times 1.2 \times 30 = 301.2 \text{ W}$$

$$Q_{\text{tot}} = 908.57 \text{ W}$$

BAGNO:

$$Q_1 = [4.02 \times 0.202 \times (20 - (-10)) \times 1.1] + [3 \times 0.812 \times (20 - (-10)) \times 1.1] = 125.05 \text{ W}$$

$$Q_2 = 8.91 \times 0.222 \times 0.5 = 0.98 \text{ W}$$

$$Q_3 = 15\% (125.05 + 0.98) = 101.03 \text{ W}$$

$$Q_4 = 60.24 \times (0.5/3600) \times 1000 \times 1.2 \times 30 = 90.45 \text{ W}$$

$$Q_{\text{tot}} = 263.82 \text{ W}$$

LOCALE	POTENZA INVERNALE (W)	POTENZA AL m^3
soggiorno	1353.37 W	12.71 W/m^3
camera	908.57 W	15.08 W/m^3
bagno	243.99 W	18.09 W/m^3

tab. 8.8 potenza invernale totale e al mc

8.4.2 Analisi del fabbisogno termico estivo

Il fabbisogno di energia termica per raffrescamento, è la quantità di calore che deve essere sottratta ad un ambiente climatizzato per mantenere le condizioni di temperatura desiderate durante un dato periodo di tempo, riferito a condizioni di temperatura dell'aria uniformi in tutto l'ambiente climatizzato.

Inoltre è bene sottolineare che diversamente dalla climatizzazione invernale i cui limiti di durata della stagione di calcolo sono già fissati dal D.P.R. 412, per il raffrescamento non sono previsti limiti, la stagione di raffrescamento include quindi tutti i giorni nei quali il trasferimento (positivo) di calore non riesce a compensare gli apporti gratuiti (solari ed interni).

$$Q_f = Q_{I+} + Q_{t+} + Q_v + Q_c$$

In regime estivo si assume, secondo la UNI 10339, per la località di Sondrio:

- una temperatura dell'aria t_i pari a 27 °C
- una temperatura esterna t_e pari a 30°C
- una umidità relativa compresa tra il 40-60%
- un valore X pari a 13.3×10^{-3} kg/kg
- mese più caldo luglio
- la radiazione massima mensile nel mese di luglio per una latitudine nord di 45° I:
 - nord 39 Kcal/m^mh
 - sud 237 Kcal/m^mh
 - ovest 443 Kcal/m^mh
 - est 443 Kcal/m^mh
- il fattore di correzione in funzione del vetro e del tipo di schermatura per l'edificio 22 caratterizzato da schermature esterne chiare e triplo vetro C:
 - 0.10
- i fattori di accumulo per la radiazione solare relativi ad un impianto con funzionamento pari a 12 ore giornaliere, in presenza di schermi interni oppure vetro non schermato o con schermi esterni calcolato alle ore 15:00 F.
 - nord 0.98
 - sud 0.65
 - ovest 0.61
 - est 0.21

Il carico totale sensibile viene calcolato con la formula:

$$Q_1 = (\text{Sup. Vetrata}) \times I \times C \times F$$

Il carico termico sensibile per trasmissione viene calcolato con la formula :

$$Q_t = K \times S \times \Delta t_e$$

- K trasmittanza del pacchetto attraverso cui si ha lo scambio termico
- S superficie finestrata
- Δt_e a differenza di temperatura equivalente che porta in conto l'apporto solare variabile ciclicamente durante la giornata, l'escursione termica giornaliera dell'aria esterna e le caratteristiche inerziali delle strutture di delimitazione del volume condizionato riferite al peso per m² di superficie, il valore riferito ad una massa muraria di 300 kg/m² e ora 15:00 è:
 - nord 4.2
 - sud 13.6
 - ovest 10.2
 - est 6.9

Tali valori fanno riferimento ad una temperatura dell'aria esterna di 34 °C ed una della aria interna di 26 °C, con un escursione giornaliera di 11 °C relativamente al mese di Luglio.

In condizioni diverse da quelle citate occorrerà apportare le seguenti correzioni:

- Con riferimento ad un'escursione di 11 °C ma con $\Delta T_{e/1} \neq 8$ °C, il ΔT_e dovrà essere così corretto:

$$\Delta T_e \text{ eff} = \Delta T_e \text{ tab.} + [(T_e - T_i) - (34 - 26)]$$

- Per ogni grado in meno rispetto agli 11°C di escursione termica giornaliera, bisognerà sommare 0.5 °C al valore ricavato per avere valore correttivo complessivo;
- Per ogni grado in più rispetto agli 11°C di escursione termica giornaliera, occorrerà sottrarre 0.5 °C al valore ricavato per avere valore correttivo complessivo.

Si ottiene così un valore di ΔT_e pari a:

- nord 4.2
- sud 9.4
- ovest 7.5
- est 5.7

Il carico termico per ventilazione

$$Q_v = 0,34 \cdot n \cdot V \cdot (t_e - t_i)$$

Un contributo non trascurabile per la definizione del carico termico totale a carico dell'impianto di raffreddamento è rappresentato inoltre dai contributi di calore sensibile e latente, generato all'interno dell'ambiente, da parte di:

- Persone;
- Illuminazione;
- Apparecchiature/macchine presenti in ambiente.

Per le persone il calore sensibile e latente scambiato con l'ambiente che ci circonda è strettamente legato al tipo di attività svolta, alle condizioni termoigrometriche dell'aria. Infatti, un lavoro sedentario leggero comporta uno scambio termico sensibile e latente di minore entità rispetto a quello di un lavoro pesante, così come a parità di condizioni, il calore totale emesso da un soggetto maschio è sensibilmente maggiore di quello emesso da un soggetto donna. Nella pratica impiantistica si introduce un fattore di contemporaneità per affollamento. L'introduzione di tale fattore trova la sua motivazione nel fatto che è comunque difficile che il numero massimo di persone previste sia effettivamente presente e qualora lo fosse si abbia certezza sul numero realmente presente ad un dato istante e sul tipo di attività che si sta svolgendo.

Nel nostro caso verrà utilizzato:

- calore sensibile 50 kcal/h
- calore latente 40 kcal/h

Per l'illuminazione un valore abbastanza utilizzato per la stima dei carichi è 12 W/m², valore che può salire anche a 20 W/m² in assenza di dati precisi.

Per le apparecchiature presenti in ambiente e che dissipano in esso parte dell'energia elettrica assorbita, si può considerare mediamente un valore di 20 ÷ 25 W/m².

Nella pagina seguente viene esplicitato il calcolo per l'appartamento preso come esempio.

SOGGIORNO:

$$Q_I = [4 \times 237 \times 0.10 \times 0.65] + [9.5 \times 443 \times 0.10 \times 0.21] = 150 \text{ kcal/h}$$

$$Q_t = [4 \times 0.202 \times 9.4] + [9.50 \times 0.202 \times 5.7] = 18.35 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{vs} = [1.2 \times 1000 \times 0.5 \times 0.11] = 66 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{vsl} = [0.34 \times 0.5 \times 106.46 \times 3] = 54.30 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{cs} = 60 + 60 = 120 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{cl} = 40 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sens} = 359.35 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{lat} = 90.30 \text{ kcal/h}$$

CAMERA:

$$Q_I = [4 \times 237 \times 0.10 \times 0.65] + [5 \times 443 \times 0.10 \times 0.21] = 108.14 \text{ kcal/h}$$

$$Q_t = [4 \times 0.202 \times 9.4] + [5 \times 0.202 \times 5.7] = 13.22 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{vs} = [1.2 \times 1000 \times 0.5 \times 0.11] = 66 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{vsl} = [0.34 \times 0.5 \times 60.24 \times 3] = 30.72 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{cs} = 60 + 60 = 120 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{cl} = 40 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sens} = 311.36 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{lat} = 70.72 \text{ kcal/h}$$

BAGNO:

$$Q_I = [3 \times 443 \times 0.10 \times 0.21] = 27.91 \text{ kcal/h}$$

$$Q_t = [3 \times 0.202 \times 5.7] = 3.42 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{vs} = [1.2 \times 1000 \times 0.5 \times 0.11] = 66 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{vsl} = [0.34 \times 0.5 \times 18.09 \times 3] = 9.23 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{cs} = 60 + 20 = 80 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{cl} = 40 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sens} = 181.33 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{lat} = 49.23 \text{ kcal/h}$$

LOCALE	CALORE SENSIBILE		CALORE LATENTE	
	kcal/h	kW	kcal/h	kW
soggiorno	359.35	0.42	94.30	0.11
camera	311.36	0.36	70.72	0.08
bagno	181.33	0.21	49.23	0.05

tab. 8.9 calore sensibile e calore latente estivo

8.5 Progetto impiantistico

Si procede ora ad illustrare gli impianti che si è deciso di installare per la riqualificazione dell'edificio.

Il riscaldamento ed il raffrescamento sono effettuati tramite pannelli radianti a pavimento, l'acqua calda sanitaria è gestita da impianti solari termici collegati ad una caldaia a condensazione a metano.

8.5.1 Impianto a pannelli radianti

Un sistema di riscaldamento a pannelli radianti riscalda l'ambiente mediante una serpentina installata sotto le strutture, all'interno della quale viene fatta circolare acqua a temperatura ridotta (da 32°C a 40°C).

L'impianto a pannelli radianti a pavimento, inoltre, facendo scorrere nelle serpentine acqua refrigerata a 15-18°C, diventa anche un impianto di climatizzazione estiva creando negli ambienti le naturali condizioni di benessere.

Il principio di diffusione del calore è basato sull'irraggiamento, per generare tale flusso è necessario creare due zone dello stesso ambiente che abbiano diversa temperatura. Più precisamente, riscaldando il pavimento (zona A) creiamo una differenza di temperatura rispetto al soffitto (zona B), che genera un moto ascensionale d'aria calda ed un moto discendente d'aria fredda come mostrato in figura 8.22.

Inizialmente il volume di aria fredda è maggiore rispetto a quello di aria calda, quindi lo scambio termico avverrà più rapidamente e con un maggiore dispendio di energia. L'applicazione continua della forza radiante farà aumentare gradualmente il volume della zona calda, infatti il flusso discendente d'aria fredda incontrerà sempre maggiore resistenza e il sistema, nel suo complesso, tenderà verso un punto di massima efficienza che potrà essere mantenuto con un dispendio minimo di energia.

L'impianto è costituito da tubi, posti sotto il pavimento a circa 7/8 cm dal piano di calpestio, a stretto contatto con la soletta viene posto uno strato di materiale isolante il cui compito è quello di limitare le dispersioni verso gli ambienti esterni ai locali da riscaldare.

Sopra il materiale isolante sono poste le tubazioni ed i giunti dilatatori annegati nel massetto e poi a completare il tutto troviamo il pavimento. Lo spessore finale isolante, massetto, pavimento è di circa 10cm. (figura 8.23)

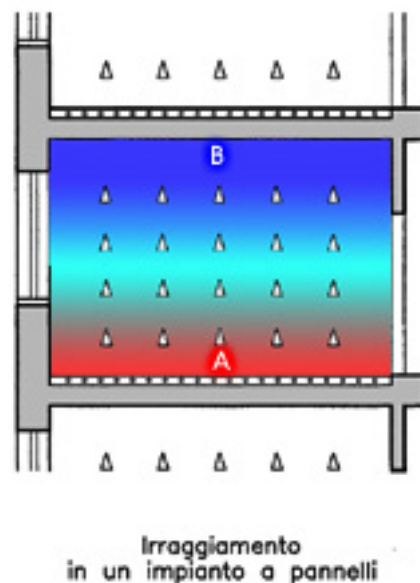


figura 8.22 funzionamento dei pannelli radianti tramite irraggiamento

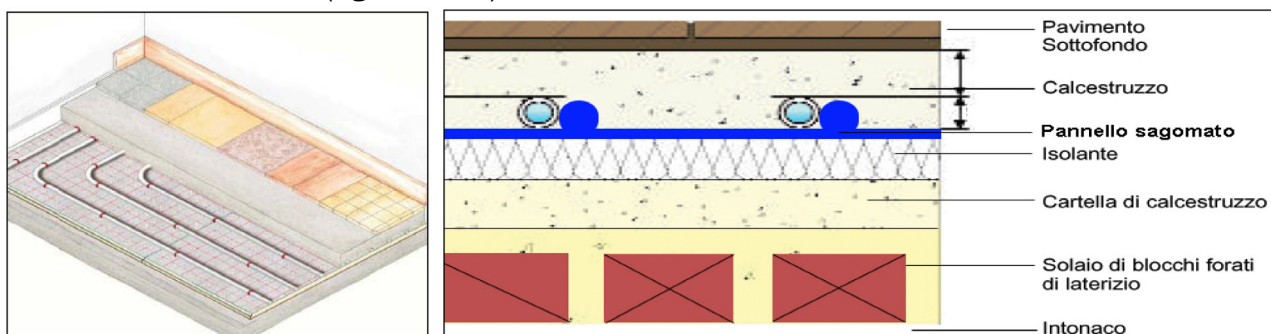


figura 8.23 posizionamento dell'impianto radiante nella struttura

I principali vantaggi che portano alla scelta dei pannelli radianti sono:

- il benessere termico,
- la migliore qualità dell'aria,
- le condizioni igieniche,
- l'impatto ambientale,
- il calore utilizzabile a bassa temperatura,
- il risparmio energetico.

Come si può notare dalla figura 8.24, la curva di benessere termico che meglio si avvicina a

quella ideale è difatti quella data dal riscaldamento a pavimento.

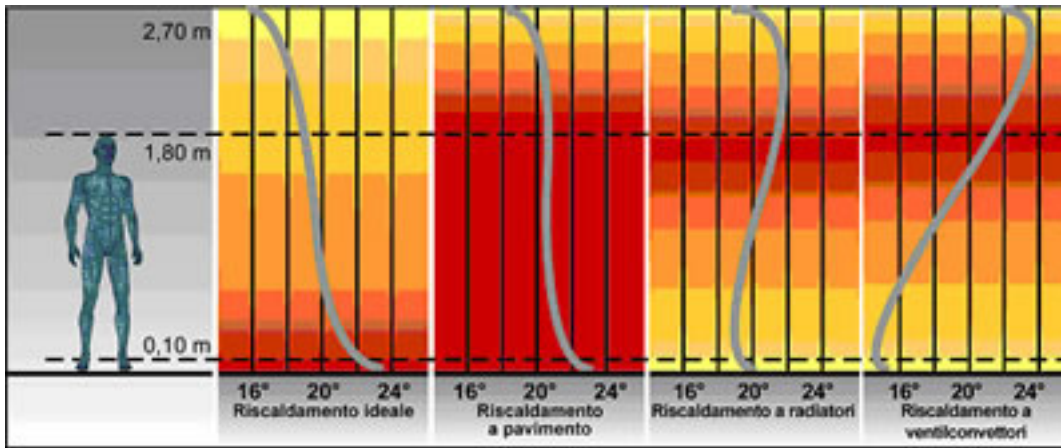


figura 8.24 curve di benessere termico

Questi vantaggi sono in funzione del principio di funzionamento del suddetto impianto che tramite il suo funzionamento porta i seguenti vantaggi:

- Cede calore soprattutto per irraggiamento, evitando così il formarsi di correnti convettive d'aria calda a soffitto e fredda a pavimento.
- Non crea circolazione di polvere e non vi è combustione di pulviscolo atmosferico.
- Riduce la formazione di zone umide a pavimento, ostacolando il proliferare di fauna batterica.
- Non pone vincoli di natura estetica (no limitazioni all'arredo) e non sporca le pareti di nerofumo.
- Grazie all'ampia superficie di scambio termico, lavorano a bassa T (pompe di calore, caldaie a condensazione, pannelli solari, sistemi di recupero del calore, teleriscaldamento).
- Una più alta T radiante implica una più bassa T aria, quindi minor gradiente termico tra pavimento e soffitto. I pannelli radianti, grazie alla superficie estesa, riducono la quantità di calore ceduto dal corpo umano all'ambiente per irraggiamento, assicurando sensazione di benessere con temperature dell'ambiente inferiori rispetto ai sistemi tradizionali. (figura 8.25).

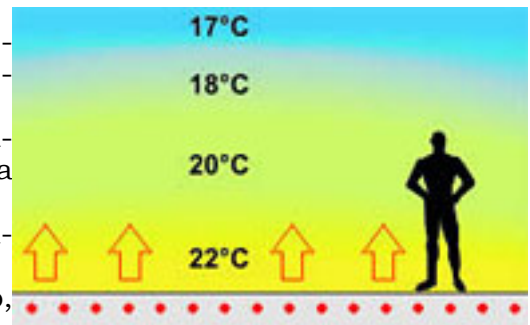


figura 8.25 benessere termico dato dai pannelli radianti

Le serpentine dell'impianto sono in polietilene reticolato, con anima in alluminio, che rispetto alla serpentina in materiale plastico offrono una maggiore conduttività e resa termica (+2.56%), dovute allo strato metallico, e una maggiore flessibilità che ne aumenta la capacità di resistenza alle sollecitazioni flessionali inoltre la maggiore conduttività dei tubi in polietilene reticolato consente di avere una minore differenza di temperatura tra acqua di mandata e diametro esterno del tubo creando un ulteriore risparmio economico.

I tubi sono caratterizzati da spessore pari a 2 mm, con diametro esterno di 18 mm e diametro interno di 14 mm. La serpentina verrà posata mediante alloggiamento concentrico "a spirale", che determina una maggiore uniformità della temperatura di pavimento nella zona centrale e inoltre, crea un circuito più bilanciato tra mandata e ritorno.

L'impianto di riscaldamento tramite pannelli radianti sarà alimentato dalla caldaia a condensazione che a sua volta è alimentata dai pannelli solari termici posti in copertura con uno schema di funzionamento come mostrato in figura 8.26.

L'energia raccolta dai pannelli solari viene indirizzata verso un boiler d'accumulo.

All'interno del medesimo boiler è prevista una serpentina di scambio termico con caldaia di integrazione. Circuiti separati, all'interno del boiler, provvedono al riscaldamento dell'acqua calda sanitaria e al riscaldamento del fluido per l'alimentazione dei pannelli radianti.

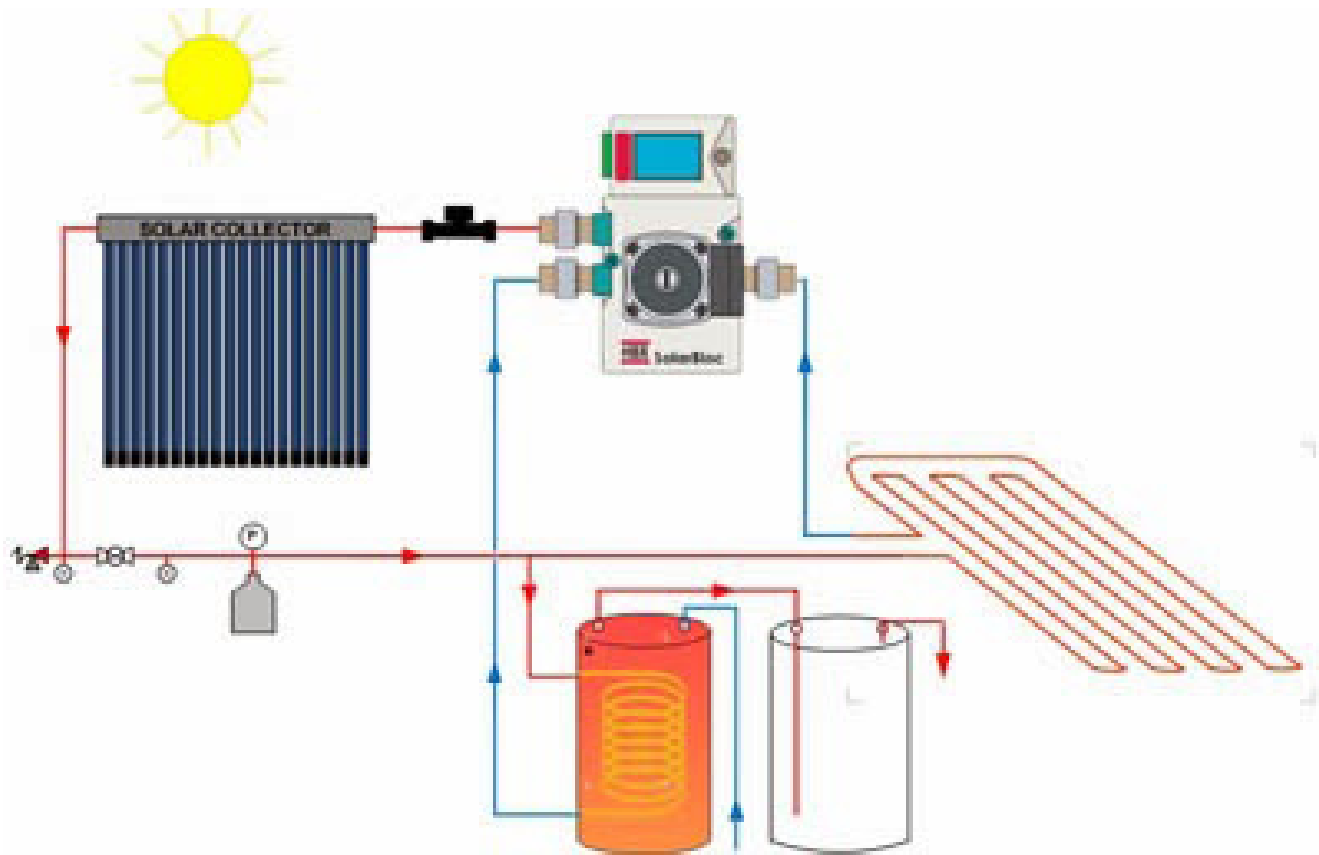


figura 8.26 collegamento degli impianti installati

Vediamo ora il dimensionamento dell'impianto radiante, dopo aver calcolato i fabbisogni termici estivi e invernali, si è quindi provveduto a dimensionare l'impianto in base alla maggior richiesta di potenza radiante che, nel caso in esame risulta essere il periodo invernale.

LOCALE	POTENZA INVERNALE (W)	POTENZA AL m ³
soggiorno	1353.37 W	12.71 W/m ³
camera	908.57 W	15.08 W/m ³
bagno	243.99 W	18.09 W/m ³

Il calcolo è stato effettuato considerando:

- interasse pari a 11cm per i tubi
- temp di mandata = 40°C
- temp di ritorno di 30.5° C
- temp massima del pavimento minore di 29°C come prescritto dalla UNI 7730
- resa Q 94.5 W/m²

$$m^2 \text{ necessari} = Q_{\text{inv}} / Q_{\text{pannello}}$$

$$\text{SOGGIORNO } 1353.37/94.5 = 14.32 \text{ m}^2$$

$$\text{CAMERA } 908.57/94.5 = 9.61 \text{ m}^2$$

$$\text{BAGNO } 243.99/94.5 = 2.58 \text{ m}^2$$

$$Q \text{ metro lineare di serpentina} = Q_{\text{pannello}} / (L \text{ tubo} / A \text{ unitaria di pannello})$$

che per pannelli a passo 10cm vale:

$$Q \text{ metro lineare} = 94.5 / 9.58 \text{ ml/m}^2 = 9.86 \text{ W/ml}$$

8.5.2 Impianto solare termico

Dopo aver dimensionato la metratura necessaria per il riscaldamento/raffrescamento con pannelli radianti, si passa a stimare la superficie necessaria per l'impianto solare termico. L'impianto solare termico permette la conversione diretta dell'energia solare, in energia termica usata per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

Nel nostro caso si è deciso di installare un impianto a circolazione forzata con serbatoio di accumulo posto nel locale caldaia e una pompa che permette la circolazione del fluido, l'impianto sarà associato ad una caldaia a condensazione in caso l'apporto energetico proveniente dal circuito solare risulti insufficiente facendo scendere la temperatura della parte superiore dell'accumulatore. (schema di funzionamento figura 8.27)

I collettori utilizzati saranno del tipo sottovuoto, realizzati eliminando l'aria nell'intercapedine. In tal modo si riducono le perdite ed è possibile lavorare in ambiente più freddo e con temperature del fluido riscaldato più elevate (70 - 80 °C).

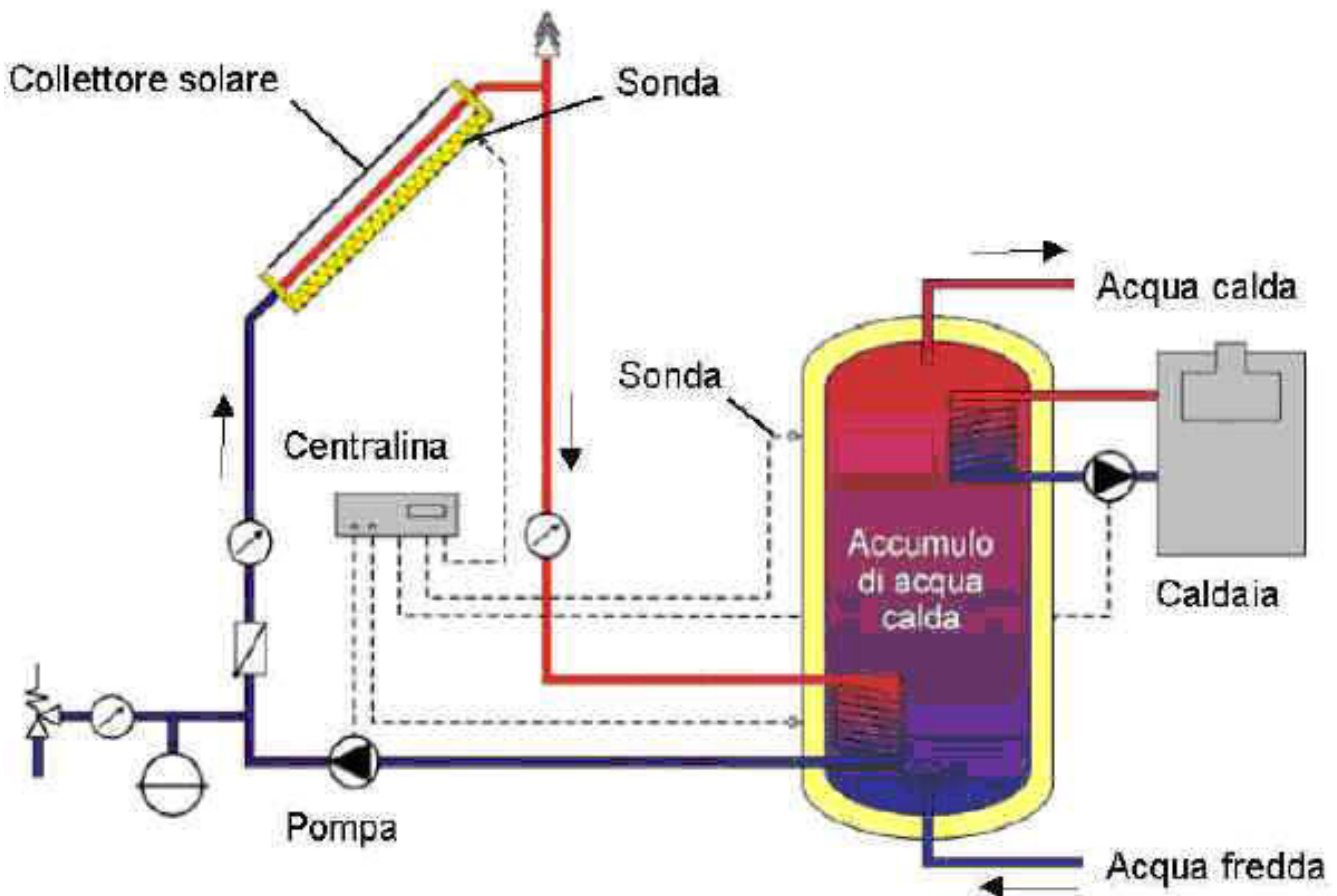


figura 8.27 collegamento degli impianti installati, solare termico e caldaia a condensazione

Considerando:

- consumo di acqua giornaliero per persona 50l/
- utenza massima 120 persone
- impianto a circolazione forzata
- tubi sottovuoto
- tempo di utilizzo tutto l'anno

Si è stimata una superficie di 84.86 m², volume del boiler di accumulo di 5.905 l, e un fabbisogno energetico di 121.497,94 kWh/anno per la produzione di acqua calda, l'impianto è stato stimato per un utenza che considera non solo gli inquilini ma anche le utenze esterne che utilizzeranno il piano terra allestito con vari servizi pubblici.

L'impianto solare termico viene dimensionato per coprire al massimo il 50%-60% del reale fabbisogno energetico totale dell'utente. Questo criterio è necessario per evitare problemi di surriscaldamento.

La metratura stimata permette di apporre l'impianto nella terrazza centrale della copertura piana, sarà installato con un'inclinazione di 30° verso sud.

Integrando l'impianto con la caldaia a condensazione si può stimare un risparmio annuo di circa 8.359,83 €/anno e si potrà beneficiare dell'incentivo pari a 4.639,65€ (detrazione 55€/

m²) in 5 anni. La spesa per l'installazione dell'impianto risulta essere di circa 72.000 €, che verrà ammortizzata in 10 anni.

8.5.3 Fotovoltaico

Dovendo progettare un'impianto solare termico che per ragioni di sicurezza può coprire solo il 50/60% del fabbisogno richiesto, ed avendo a disposizione due coperture di 65.00 m² l'una, che sono posizionate a quota 22.70m, dove non ci sono interferenze di ombre, si è deciso di inserire anche un impianto fotovoltaico che permettesse l'integrazione all'impianto elettrico.

Un impianto fotovoltaico residenziale utilizza moduli fotovoltaici per assorbire energia solare e convertirla in elettricità per le esigenze domestiche. Il tipo più comune, utilizzato anche in questo caso è un impianto collegato alla rete elettrica: che fornisce energia solare durante il giorno garantendo la possibilità di sfruttare l'energia della rete elettrica di notte o quando la produzione dell'impianto non è sufficiente per coprire il fabbisogno.

I moduli fotovoltaici installati sul tetto assorbono i fotoni dei raggi solari e li convertono in elettricità. La conversione in energia inizia quasi immediatamente dopo il contatto. L'elettricità prodotta dai moduli è in corrente continua (energia CC).

L'inverter converte l'energia CC in corrente alternata (energia CA) adatta per l'uso domestico.

Quest'ultima può essere utilizzata per alimentare l'illuminazione e tutti gli apparecchi elettrici, come TV, lavatrice, condizionatore, asciugacapelli e frigorifero.

Il pannello che si è scelto di installare sono costituiti da moduli monocristallini caratterizzati da un'efficienza maggiore, si va dal 15 al 20% di efficienza e, per produrre una potenza di 1 Kw_p, ha bisogno di circa 6 metri quadrati. Il pannello è una lastra rigida costituita in genere da 30-70 celle fotovoltaiche assemblate, saldate tra loro e ricoperte da un vetro protettivo e da una cornice esterna di alluminio. Il modulo dura mediamente 25 anni con perdite di rendimento di meno dell'1% l'anno.

Avendo come dati di input:

- superficie di 130 m² circa
- Copertura inclinata verso sud
- pannello monocristallino figura 8.28

Si ipotizza:

- un impianto di 120 m² di superficie,
- potenza di 16.25 kW_p,
- produzione stimata dell'impianto di 20.970 kWh/anno,
- risparmio in bolletta di 1.384€/anno,
- emissioni annue di CO₂ evitate pari 11,1 t/anno.

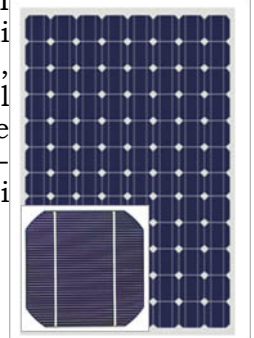


figura 8.28 celle monocristalline dei pannelli

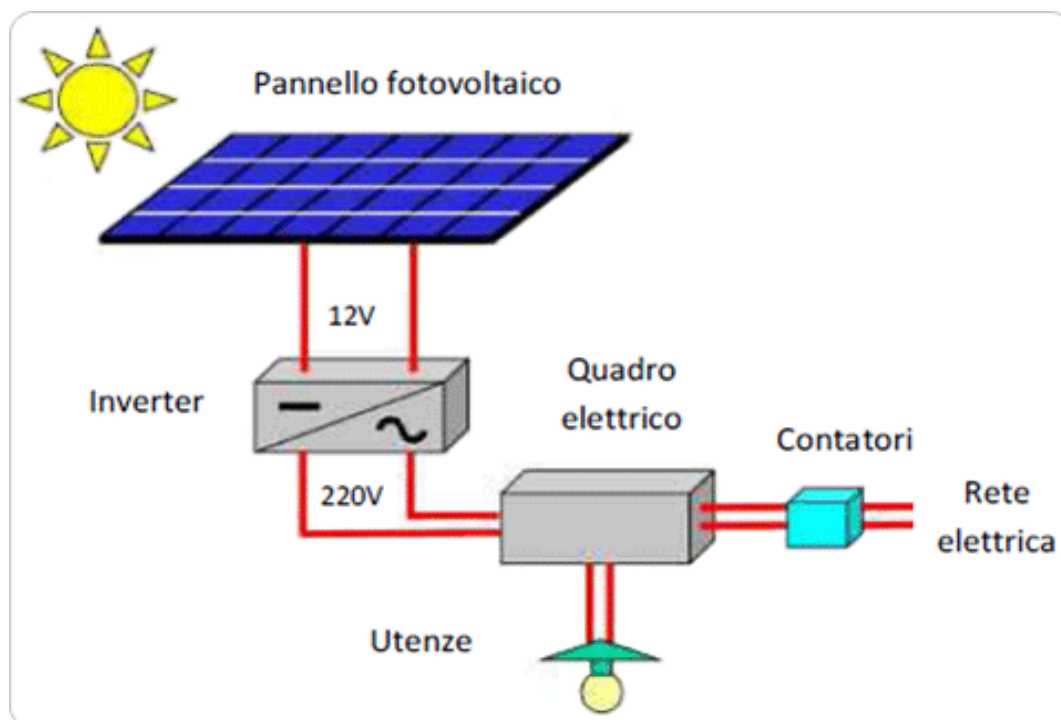


figura 8.29 trasformazione della corrente continua in corrente alternata

8.5.4 Caldaia a condensazione

In Europa, il consumo di energia è in costante aumento e, con esso, anche l'emissione dei gas a effetto serra rilasciati in atmosfera. Il 40% dell'energia utilizzata nei centri urbani viene consumata dagli edifici; all'interno di ogni edificio, poi, circa l'80% dell'energia è destinata al riscaldamento e alla produzione di acqua calda.

In questo contesto, la soluzione ideale per ottimizzare i consumi è rappresentata dalle caldaie a condensazione, combinata con l'azione di un sistema solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria e integrazione al riscaldamento, e di impianti fotovoltaici, l'uso di questi due impianti riduce significativamente il fabbisogno energetico complessivo più del 50%.

Un'alternativa alla caldaia a condensazione poteva essere l'uso delle pompe di calore ma esse mostrano un reale vantaggio solo nel caso in cui la temperatura invernale non scenda mai sotto i 15° C circa, essendo noi nella città di Sondrio, dove la temperatura esterna di progetto risulta essere per i mesi invernali di -10°C e nella realtà spesso è ancora minore, la pompa di calore non è una buona soluzione. (figura 8.30).

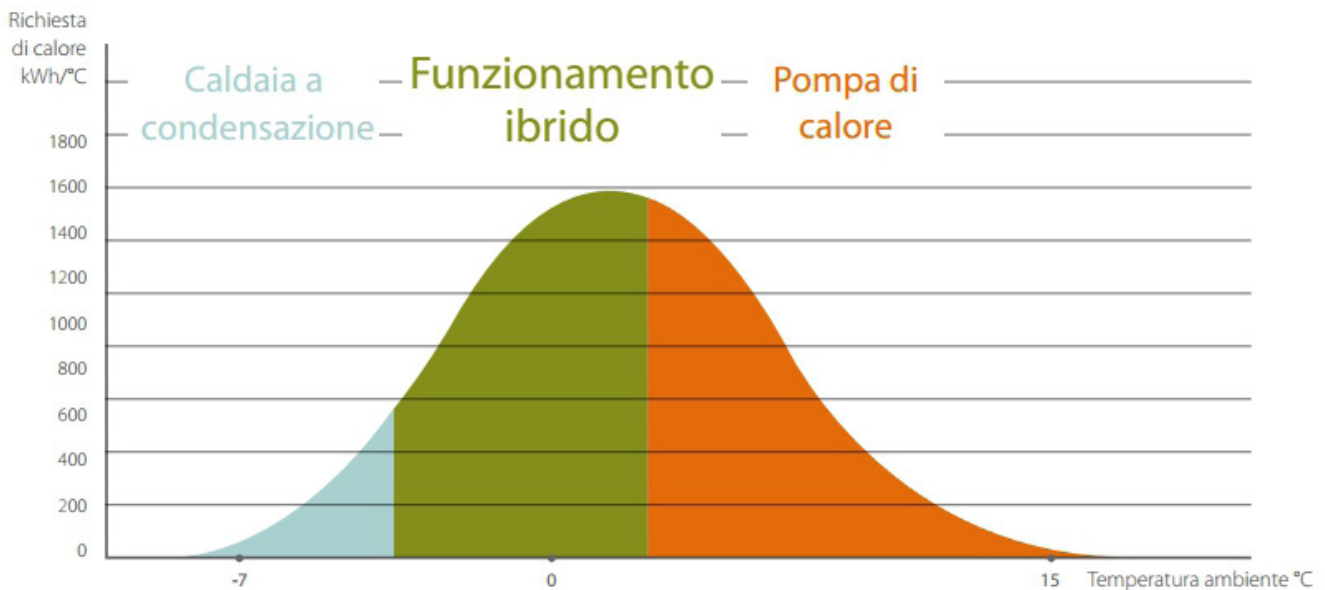


figura 8.30 grafico richiesta di calore e temperatura, confronto tra caldaia a condensazione e pompa di calore

La condensazione rappresenta una delle tecnologie più avanzate tra quelle disponibili oggi sul mercato, in quanto consente di ottenere un significativo aumento del rendimento utile rispetto ai generatori tradizionali. In questi modelli, i prodotti della combustione condensano in un apposito scambiatore di calore che permette di recuperare parzialmente l'energia ancora presente nei fumi che, nelle caldaie tradizionali, viene solitamente dispersa nell'ambiente esterno. Si sfrutta così il calore contenuto nel vapore acqueo presente nei prodotti della combustione per trasformarlo in energia calorica, ricavandone acqua ed energia termica. Le caldaie a condensazione consentono un notevole risparmio energetico perché hanno un rendimento utile molto elevato e producono un minore inquinamento atmosferico, avendo la temperatura dei fumi in uscita molto più bassa rispetto alle caldaie tradizionali (figura 8.31).

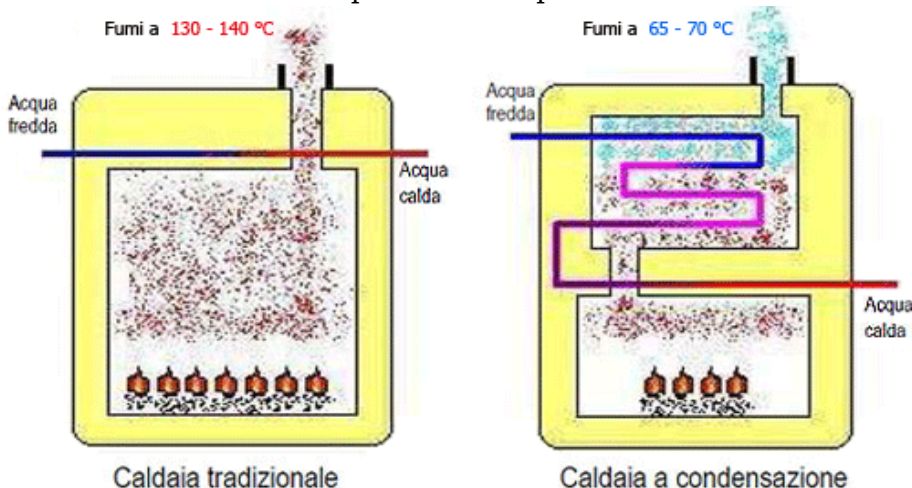


figura 8.31 confronto tra la caldaia tradizionale e a condensazione

E' altresì vero che il loro costo è superiore del 30 - 40% rispetto alle caldaie tradizionali, ma viene ammortizzato in un arco di tempo ridotto in quanto il loro rendimento è superiore circa del 10 - 15%. Se combinate con le valvole termostatiche, l'efficienza energetica dell'impianto aumenta con un risparmio che va dal 30 al 45% in meno del gas consumato annualmente.

L'anima green della caldaia a condensazione risiede nelle basse emissioni inquinanti. Per ottimizzare il processo di combustione l'apparecchio adotta, infatti, un bruciatore a premiscelazione che permette di ridurre al minimo i consumi di gas e l'emissione di sostanze nocive. La miscela aria/gas è realizzata completamente all'interno del dispositivo ventilatore, controllato elettronicamente, che la soffia direttamente sul bruciatore. In tal modo è garantito il rapporto ottimale aria/gas. La combustione risulta oltre che efficiente anche estremamente pulita.

La caldaia a condensazione così come tutti gli altri impianti installati, rientra tra interventi di detrazione d'imposta del 65% fino a un massimo di 30.000 € da ripartire in dieci quote annuali di uguale importo.

Essendo questo impianto associato al solare termico e ai pannelli fotovoltaici, non necessita di una caldaia che copra il totale fabbisogno della palazzina, viene quindi adottata una caldaia di 90 kW di potenza, che entra in funzione quando l'energia prodotta dagli altri impianti risulta insufficiente alla richiesta.

8.6 Certificazione energetica

Dopo aver analizzato lo stato di fatto dell'edificio, studiando i valori di trasmittanza termica delle stratigrafie e dei serramenti, osservando le condizioni di funzionamento degli impianti presenti, la caldaia esistente ed i relativi consumi di gasolio per il suo funzionamento si è passato a svolgere vari ipotesi progettuali per cercare di migliorare la condizione energetica dell'edificio curando però anche l'estetica e la funzionalità dell'ambiente.

Infine sono state scelte, tra tutte le ipotesi fatte, quelle che meglio si adattavano all'edificio, rispettando la tradizione del luogo, ma che al contempo soddisfacevano anche la nuova richiesta energetica.

Questo studio partiva da un edificio in classe energetica G, costruito negli anni 60, con muratura a cassa vuota non isolato, ora si è provveduto a stimare la nuova classe energetica.

I lavori eseguiti sono stati parecchi:

- isolamento della struttura
- sostituzione della caldaia a gasolio con una caldaia a condensazione a metano
- installazione di un impianto solare termico che copre il 50% del fabbisogno di ACS
- installazione di pannelli solari per l'integrazione alla corrente elettrica
- sostituzione dei termosifoni con pavimento radiante
- installazione di termostati a zone

La Classe energetica a cui si è riusciti ad arrivare è la classe A con:

- Il fabbisogno specifico globale di energia primaria EP_{gl} è la somma dei fabbisogni successivamente elencati, e il valore risultante indica la Classe del Fabbricato. Rappresenta la prestazione dell'intero involucro (edificio + impianto + fonti energetiche rinnovabili) ed è pari a 19.7 kWh/m² come si evince dalla figura 8.32.

- Le emissioni di anidride carbonica sono scese da 103.8 kg/m²anno a 4 kg/m²anno, rispettivamente con un valore di 3.1 kg/m² per il riscaldamento e 0.9 kg/m² per l'acqua calda sanitaria.

- L'indice di prestazione energetica E_{pe} involucro, che esprime il fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento estivo dell'edificio riferito all'unità di superficie utile calcolato secondo le indicazioni contenute nel DPR 59/09 e secondo la procedura descritta nella norma UNI TS 11300-1 vale 8.5 kWh/m², questo sta ad indicare un ottimo involucro edilizio, l'applicazione di 15cm di isolante a cappotto ha permesso di ottenere, anche nel periodo estivo un'ottimo comfort interno.

- Il fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale E_{pi} involucro, rappresenta la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati alla temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo. Calcolato in base alle dispersioni dell'edificio vale 16.3 kWh/m².

- L'indice di prestazione energetica per l'acqua calda sanitaria rappresenta la quantità di energia primaria per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, calcolato secondo la UNI/TS 11300/1 e UNI/TS 11300/2 vale 0 kWh/m² in quanto completamente coperto dalle fonti rinnovabili.

- Il contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili, si distingue principal-

mente in due settori il solare termico a servizio del riscaldamento dell'acqua sanitaria e per l'integrazione all'impianto di riscaldamento e il solare fotovoltaico a servizio di apparecchiature funzionanti ad energia elettrica ha un valore pari a 30.9 kWh/m². In figura 8.33 e 8.34 sono schematizzati i risultati ottenuti.

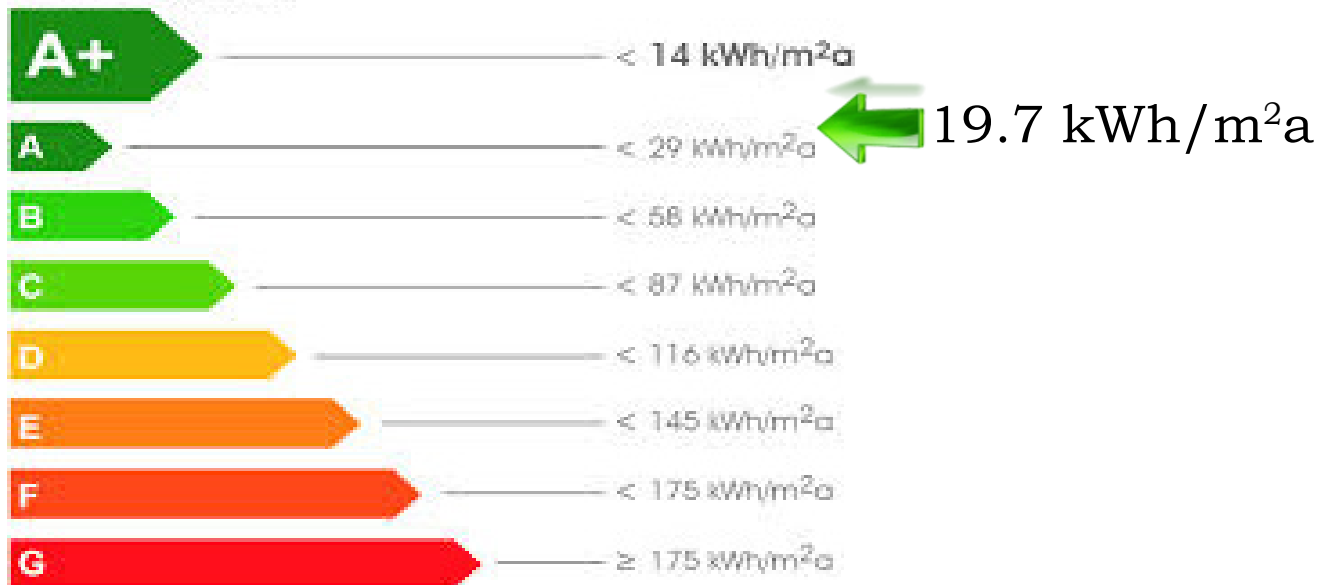


figura 8.32 grafico della prestazione energetica raggiunta a seguito degli interventi di riqualificazione

EMISSIONI DI CO2
4 kgCO₂/m²*anno

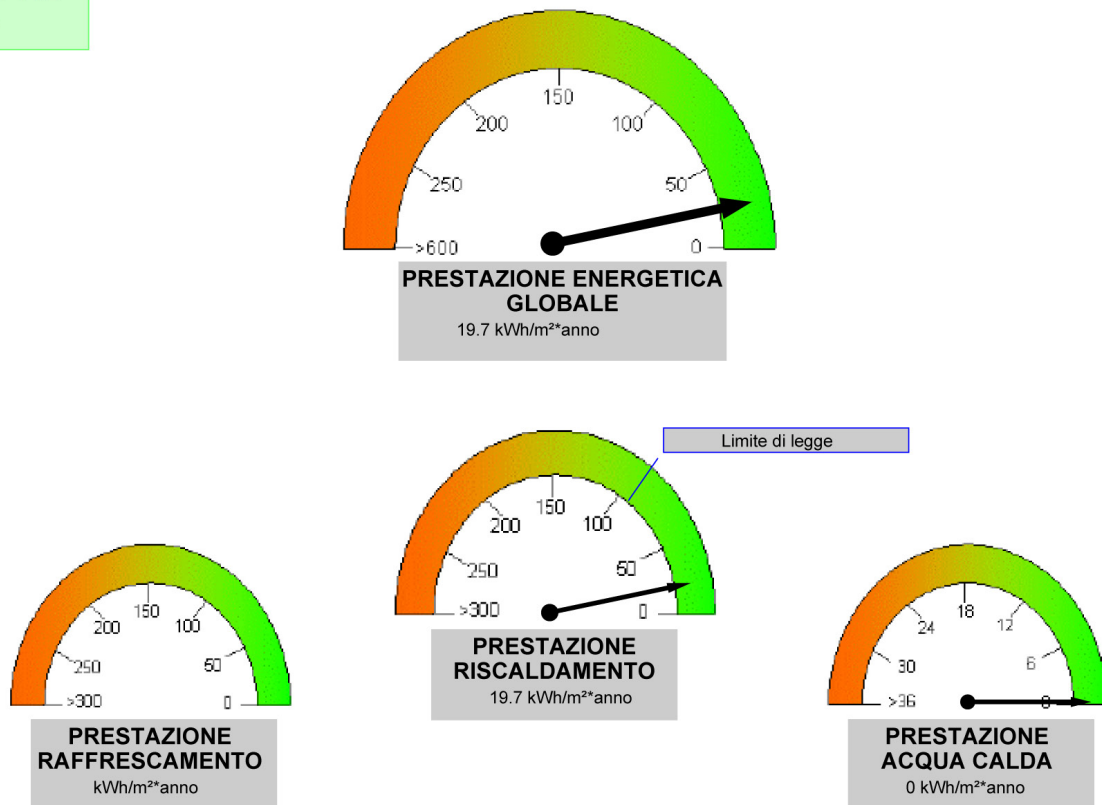


figura 8.33 cronometri sulle prestazioni ottenute

8.DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI					
8.1 RAFFRESCAMENTO		8.2 RISCALDAMENTO		8.3 ACQUA CALDA SANITARIA	
Indice energia primaria (E _{Pe})		Indice energia primaria (E _{Pi})	19,7	Indice energia primaria (E _{Pacs})	0
Indice energia primaria limite di legge		Indice en. primaria limite di legge (d.lgs. 192/05)	74		
Indice involucro (E _{Pe,invol})	8,5	Indice involucro(E_{Pi,invol})	16,3	Fonti rinnovabili	30,9
Rendimento impianto		Rendimento medio stagionale impianto (η_g)	0,91		
Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili	1,4		

figura 8.34 dati delle prestazioni energetiche parziali per categoria

8.7 La struttura

I solai sono strutture piane aventi la funzione di portare i carichi presenti sulle costruzioni e di trasferirli alle strutture su cui si appoggiano.

Da un punto di vista geometrico sono caratterizzati da una “luce” pari alla massima distanza tra due appoggi consecutivi, da una “campata” definita come la porzione di solaio compresa tra due appoggi, da un’“orditura” che rappresenta la direzione della struttura portante del solaio.

In un solaio possono essere individuate più orditure perché molteplici possono essere le sue strutture portanti. A seconda del livello di importanza della struttura che sostiene i carichi gravanti sul solaio, le orditure vengono suddivise, in base al loro ordine di posizionamento, in: principali, secondarie, terziarie e così via, al di sopra dei travetti è posta una soletta con la funzione di ripartizione dei carichi.

L’edificio oggetto di studio ha una struttura in laterocemento, costituita da luci ridotte, la luce massima riscontrata è pari a 4.50m per una campata, mentre tutte le altre hanno una luce minore.

Le travi di bordo hanno dimensione 50 cm x 25 cm, mentre le travi dell’orditura primaria misurano 60 cm x 25 cm e quelle dell’orditura secondaria 40 cm x 25 cm.

I pilastri hanno dimensione di 40 cm x 30 cm e in alcuni casi 40 cm x 40 cm.

Il vano scala è contenuto in una scatola di cemento armato con murature di 25 cm, il tutto è illustrato nelle figure 8.35 e 8.36.

I solai caratterizzati da una struttura portante (i travetti) prefabbricati o fabbricati a piè d’opera che non necessitano di complicate strutture di sostegno in fase di esecuzione. Sono pertanto di realizzazione più rapida rispetto ai solai gettati in opera. Si realizzano mediante posizionamento tra gli appoggi dei travetti prefabbricati, successiva collocazione dei laterizi e getto di completamento del c.a. Le varie tipologie di solaio si differenziano in buona sostanza per i differenti travetti prefabbricati che possono essere: con fondello in laterizio parzialmente gettato e traliccio, con travetto intralicciato in c.a. o travetto precompresso.

Negli anni ‘60, periodo di costruzione dell’edificio, la maggior parte dei solai erano in laterocemento, in questo caso si parla di solaio con travetti prefabbricati e pignatte in laterizio.

Questa tipologia costruttiva ha avuto un grande sviluppo grazie all’ottima affinità del calcestruzzo con il laterizio, essi inoltre rispondono perfettamente a tutti i requisiti prestazionali richiesti.

Il grande utilizzo di questi solai ha portato le maestranze a conoscere bene questa tecnica portando notevoli vantaggi quali:

- operazione costitutiva facile
- previsione di tutte le situazioni e scelta della più idonea
- buona organizzazione del cantiere

Essendo presente una struttura con luci limitate e non soggetta a grandi carichi si è ritenuto opportuno mantenerla, considerandola stabile e sicura, inoltre le partizioni interne inizialmente costituite in mattoni forati da 8cm, con un peso per unità di 136 kg/m² sono state sostituite con pareti divisorie a secco, con un peso di 49 kg/m², è evidente il grande vantaggio in termini di sollecitazioni sulla struttura che si è potuto ricavare grazie alla sostituzione dei tramezzi.

Per le pareti divisorie tra un appartamento è l'altro si passa da un peso pari a 150 kg/m^2 della muratura con blocco forato del 12 ad un peso pari a 50 kg/m^2 della nuova partizione a secco, costituita da lastre di cartongesso, struttura metallica e pannelli di isolante. Le fondazioni sono costituite da plinti isolati, posti a 5.00m di profondità cpllegati alla struttura tramite pilastri in pietra. La muratura al piano terra è formata da blocchi di pietra locale, mentre salendo di piano, le murature delle pareti perimetrali sono in mattoni a cassa vuota di spessore 5cm.

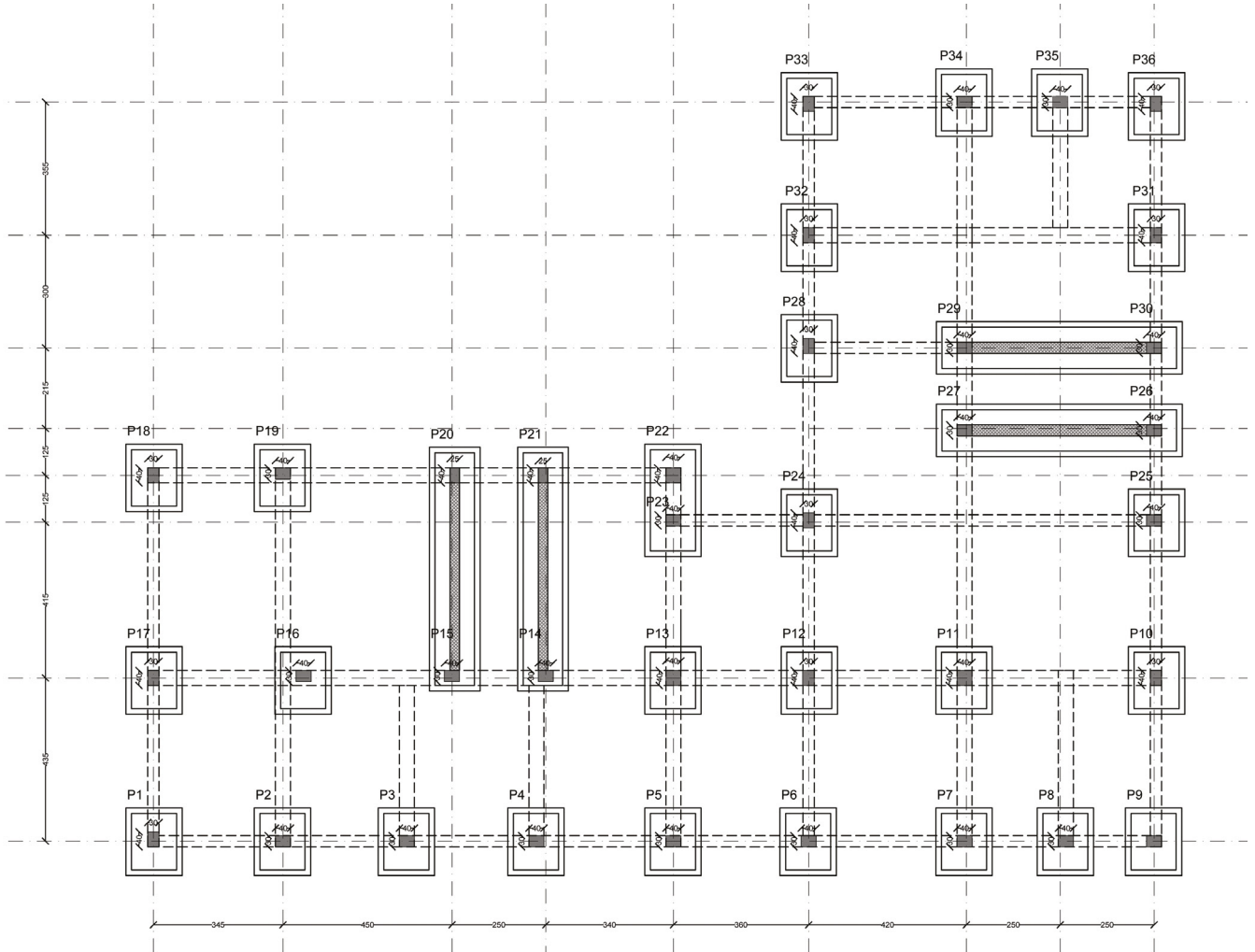


figura 8.35 schema strutturale di fondazione

incastro – cerniera, doppia cerniera) ρ_{\min} è = al raggio d'inerzia e varia in funzione della forma e della dimensione minore e della base del pilastro il suo valore si ricava dalle tabelle. Da ciò si desume che i pilastri sono meno soggetti a carico di punta quanto più sono tozzi e vincolati alle estremità con incastri.

Il progetto e la verifica delle strutture semplicemente compresse si effettua a partire dalla formula:

$$\sigma = N/A < \sigma_{amm.}$$

Dove: σ è la tensione di compressione nella sezione considerata $\sigma_{amm.}$ è la σ ridotta del coefficiente di sicurezza, che dipende dal metodo di calcolo adottato e dalle normative, N il carico agente, A l'area della sezione del pilastro. Il dimensionamento del pilastro parte dalla quantificazione del carico che deriva dal peso proprio e dai sovraccarichi agenti sul pilastro, perciò per determinarlo occorre ipotizzare un dimensionamento di massima, per conoscere il peso a metro lineare del profilo, e quindi verificare che la σ di compressione della sezione scelta sia inferiore alla σ ammissibile. Infine occorre verificare il pilastro progettato rispetto al carico di punta.

8.7.1 Progetto dei balconi

Dimensionamento della trave:

Nel progetto della trave i parametri in gioco sono :

- La luce (distanza tra gli elementi verticali di sostegno; muri o pilastri)
- Il carico agente (che produce momento flettente e taglio)
- Il tipo di collegamento tra trave e elemento verticale (appoggio o incastro)

Gli elementi da progettare sono :

- La sezione (tipo di profilo ed altezza)
- La geometria della struttura (disposizione, interassi, presenza di sbalzi)
- I nodi (connessioni con le strutture verticali; articolate, rigide, cordoli)

Le travi, che sono strutture inflesse, hanno una resistenza proporzionale al loro modulo di resistenza che dipende dal momento d'inerzia rispetto all'asse verticale. Sia il momento flettente che la deformazione della trave (freccia) aumentano in funzione della luce, ma mentre il momento flettente aumenta in ragione del quadrato della luce; la freccia aumenta in ragione della quarta potenza. Infatti il valore del momento in una trave appoggiata uniformemente caricata è $PL^2/8$; mentre il valore della freccia in mezzera è: cPL^4/EJ (c = costante dipendente dal tipo di vincolo della trave; E = modulo di elasticità dell'acciaio = 21000000 kg/cm^2 ; J = raggio d'inerzia dipendente dalla forma e dalle dimensioni della sezione).

Ciò vuol dire che nelle travi in acciaio, caratterizzate da un elevato modulo di elasticità, occorre controllare le deformazioni che possono in alcuni casi essere incompatibili con le esigenze d'uso e con la conservazione degli elementi di completamento superiori (pavimenti, tramezzi ecc.) la normativa prevede valori massimi della freccia in mezzera da verificare in fase di progetto (non meno di $1/250$ della Luce).

La verifica a flessione di una trave si effettua a partire dalla formula di Navier: $\sigma = M/W < \sigma_{amm}$ Dove M è il momento max. W è il modulo di resistenza che dipende dalla sezione scelta e si ricava dalle tabelle (aumenta con l'aumentare dell'altezza del profilo).

Progettazione trave secondaria:

Ho utilizzato come materiale acciaio del tipo Fe 360 con $f_d = 235 \text{ N/mm}^2$

Si individuano i carichi permanenti come proposto dalla Normativa (Circolare Ministeriale 4/7/1996) :

- Pesi pavimentazione 0.4 kN/m^2
- Peso sottofondo 0.4 kN/m^2
- Lamiera grecata e rete elettrosaldata 0.3 kN/m^2
- Cls leggero 0.8 kN/m^2

peso $G_k = 1.9 \text{ kN/m}^2$ e peso proprio della trave pari a $Q_{pp \text{ trave } 2} = 2.00 \text{ kN/m}^2$ secondo quanto previsto nella Circolare 4/7/1996 un sovraccarico $q_k 4.00 \text{ kN/m}^2$.

Secondo l'orditura individuata in prece-

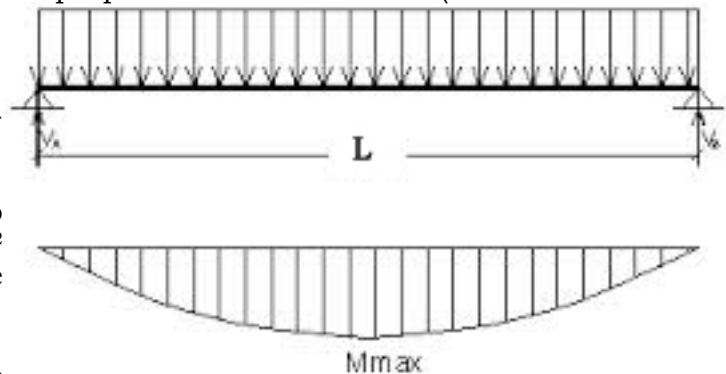


figura 8.37 schema strutturale della trave secondaria in appoggio semplice

denza, per la trave secondaria si ipotizza uno schema del tipo trave semplicemente appoggiata alle travi principali.

Il carico agente sarà dato dalla seguente combinazione dei carichi agli SLU che tiene conto di un'area di carico pari all'area di influenza delle travi secondarie data dall'interasse i tra le stesse e dalla loro lunghezza l :

$$Q_d = 1.4 + (G_k \times i + Q_{pp \text{ trave } 2}) + (1.5 \times Q_k \times i)$$

$$Q_d = 1.4 + (1900 \times 3.50 + 200) + (1.5 \times 4000 \times 3.50) = 30950 \text{ N/m}$$

Con i = interasse delle travi secondarie pari a 3.50m.

Da questo possiamo poi passare a calcolare i valori di taglio e momento.

$$T_{\max} = (Q_d \times l)/2$$

$$T_{\max} = (30950 \times 1.10)/2 = 53532.5 \text{ N}$$

$$M_{\max} = (Q_d \times l^2)/8$$

$$M_{\max} = (30950 \times 1.10^2)/8 = 4681.18 \text{ Nm} = 4681188 \text{ Nmm}$$

con l = 1.10m la lunghezza della trave, si opera in conseguenza un predimensionamento dell'elemento resistente con travi HEB.

$$W_x = M_x / \sigma_{am}$$

$$W_x = 4681188 / 1600 = 2925.7 \text{ mm}^3 = 30 \text{ cm}^3$$

Utilizzo una HEB 100 con W_x = 89.90 cm^3

Verifica S.L.U:

La trave è sollecitata a flessione e a taglio che sono massimi rispettivamente in mezzeria e all'appoggio. Si devono verificare pertanto in ambedue le sezioni e inoltre in sezioni intermedie dove sono presenti sia l'una che l'altra sollecitazione. A favore di sicurezza si combinano (tramite la formulazione di Von Mises) i valori massimi di tensione normale e tangenziale, sebbene agenti in sezioni differenti della trave.

Flessione

La trave è sollecitata in mezzeria da un momento flettente pari a 4681188 Nmm. La verifica seguendo quanto previsto dalla C.N.R.10011 è data da:

$$\sigma = M_x / W_x$$

$$\sigma = 4681188 / 8990 = 52 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 \text{ VERIFICATO}$$

$$\tau = T / (h \times a)$$

$$\tau = 53532.5 / (100 \times 6) = 89.22 \text{ N/mm}^2 < 136 \text{ N/mm}^2 \text{ VERIFICATO}$$

Utilizzando la formulazione di Von Mises:

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma^2 + 3 \tau^2)}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(52^2 + 3 \times 89^2)} = 162 < 235 \text{ N/mm}^2$$

Verifiche S.L.E.

Nella progettazione di un elemento di questo tipo è obbligatorio condurre un'analisi anche agli stati limite di esercizio per verificare che la deformabilità dell'elemento non danneggi gli ele-

menti portati o possa essere problematica per vivibilità della struttura, seguendo quanto proposto in Normativa.

Si va a verificare che la freccia massima in mezzeria non superi il valore 1/400 come indicato: Utilizzando la teoria della linea elastica si ottiene che:

$$f = (5/384) \times (Q_{dSLE} \times l^4) / (E \times J)$$

$$Q_{dSLE} = \gamma g (g_k \times i + Q_{pp \text{ trave } 2})$$

$$Q_{dSLE} = 1.00 \times (1900 \times 3.50) = 6650 \text{ N/m}$$

è il carico permanente calcolato con i coefficienti agli S.L.E.

$$f = (5/384) \times (6.6 \times 1100^4) / (210000 \times 4495000) = 0.13 < 1/400 \text{ (2.75)}$$

Progettazione trave principale:

Analisi dei carichi

I carichi che gravano sulla trave principale di luce 3.50 sono: il peso proprio della stessa, individuato in 0.35 kN/m = $Q_{pp \text{ trave } 1}$, ed il carico concentrato in mezzeria dovuto alle due travi secondarie che si appoggiano ad essa.

Schema statico e caratteristiche di sollecitazione:

Secondo l'orditura individuata nel grafico indicato in precedenza si ipotizza anche in questo caso uno schema del tipo trave incernierata alle colonne, il carico concentrato dato dalle due travi secondarie sarà pari a:

$$P_d = (1/2 \times Q_d) \times 2$$

$$P_d = (3.50/2 \times 30950) \times 2 = 108325 \text{ N}$$

Il carico di progetto per il peso proprio della trave principale sarà:

$$1.4 \times Q_{pp \text{ trave } 1} = 1.4 \times 350 = 490 \text{ N/m}$$

$$T_{max} = [(1.4 \times Q_{pp \text{ trave } 1} \times l) / 2] + P_d / 2$$

$$T_{max} = [(1.4 \times 490 \times 3.5) / 2] + 108325 / 2 = 55363 \text{ N appoggi}$$

$$M_{max} = [(1.4 \times Q_{pp \text{ trave } 1} \times l^2) / 8] + (P_d \times l) / 4$$

$$M_{max} = [(1.4 \times 490 \times 3.50^2) / 8] + [(108325 \times 3.50) / 4] = 95835 \text{ Nm mezzeria}$$

Si opera in analogia a quanto fatto con la trave secondaria un predimensionamento dell'elemento: si utilizza un profilo HEB. In questo caso utilizzando la formula inversa

$$W_x = M_x / \sigma_{am}$$

$$W_x = 95835000 / 1600 = 40700 \text{ mm}^3 = 407 \text{ cm}^3$$

Utilizzo una HEB 180 con $W_x = 425.70 \text{ cm}^3$

Verifiche S.L.U.

La trave è sollecitata a flessione e a taglio. I valori massimi delle tensioni normali e tangenziali sono rispettivamente nella sezione in mezzeria e sugli appoggi. In ambedue le sezioni ed inoltre in sezioni intermedie, dove siano presenti sia tensione normale che tangenziale, si deve verificare che lo stato tensionale sia compatibile con i valori di resistenza di progetto. A favore di sicurezza si combinano i valori massimi di tensione normale e tangenziale, sebbene agenti in sezioni differenti della trave.

Si procede pertanto ad una verifica dello stato pluriassiale di tensione come monoassiale equivalente (tramite la formulazione di Von Mises).

Flessione e taglio

La verifica seguendo quanto previsto dalla C.N.R.10011.

Assumendo anche in questo caso che la tensione tangenziale sia assorbito dalla sola anima della trave si ha:

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma^2 + 3 \tau^2)}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{((95835000 / 425700)^2 + 3 \times (55363 / 180 \times 8.50)^2)} = 230 < 235 \text{ N/mm}^2$$

Verifiche S.L.E.

Analogamente a quanto fatto per la trave secondaria si conduce un'analisi agli stati limite di esercizio. Si verifica che la freccia massima (in mezzzeria) legata a carichi accidentali non superi il valore 1/400 come indicato al punto 4.2 del CNR 10011.

Si calcola il contributo dei carichi accidentali, ottenendo la freccia massima utilizzando la teoria della linea elastica:

$$f = (1/48) \times (P_d \times l^4) / (E \times J)$$

$$P_d = \gamma_q (q_k \times i) \times l$$

$$P_d = 1.00 \times (6600 \times 3.50) = 23100 \text{ N/m}$$

è il carico permanente calcolato con i coefficienti agli S.L.E.

$$f = (1/48) \times (23100 \times 3500^4) / (210000 \times 4495000) = 7.6 < 1/400 (8.75) \text{ VERIFICATO}$$

8.8 La conclusione

Vengono di seguito riportati i render definitivi di progetto e il fotoinserimento del progetto nel reale contesto.



figura 8.38 render vista nord



figura 8.39 render vista nord



figura 8.40 render vista est



figura 8.41 render vista sud est



figura 8.42 render vista sud



figura 8.43 render vista nord ovest



figura 8.44 fotoinserimento



figura 8.45 fotoinserimento

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia cartacea:

- AA. VV., "Il Rinascimento in Valtellina e Valchiavenna - Contributi di storia sociale", Sondrio, Cooperativa Sociale Quaderni Valtellinesi, 1999
- AA. VV., "La mia Provincia", Sondrio, Banca Popolare di Sondrio, 1974
- AA.VV., "Sondrio e il suo territorio", Silvana Editoriale, Milano, 1995
- AA.VV., "Sondrio e il suo territorio", IntesaBci, 2001
- AA. VV., "Valtellina - Nostalgia delle origini", Cariplo, 1984
- AA. VV., "Valtellina e Valchiavenna nel Medioevo", edizioni del Centro culturale don Minzoni di Sondrio, 1993
- AA. VV., "Economia e società in Valtellina e contadi nell'età moderna ", Fondazione Gruppo Credito Valtellinese, 2007, in 2 tomi più un terzo tomo di Documenti
- Amonini, M., "Ambria: storia e immagini di una comunità alpina nel cuore delle Orobie", in Quaderni valtellinesi, n.35 - apr. 1990
- Angelici Luisa e Boscacci Antonio, "I castelli e le torri della Valtellina e della Valchiavenna" Valmadrera, Albatros, stampa 1995
- Benetti, Dario, "Tirano: "Progetto cultura"", in Quaderni Valtellinesi, n.35 - apr. 1990
- Benetti, Dario, "Uomini, pietre e cultura della Val Bodengo", in Quaderni Valtellinesi, n.13-ott.1984
- Benetti, Dario, L'acqua come risorsa: ovvero testimonianze di "industria rurale" in Valtellina, Parte I [La seconda, di Bianchi D. sul n.9]. in Quaderni Valtellinesi, n.8-lugl. 1983
- Benetti, Dario, "Dimore rurali medievali del versante orobico valtellinese da Caiolo a Delebio", Sondrio, 2009
- Bertolina, Elio, "Case rurali e territorio in Valtellina e Valchiavenna" con contributi di Giovanni Bettini ed Ivan Fassin, Sondrio, Ente Provinciale Turismo, 1979
- Besta, Enrico, "Le Valli dell'Adda e della Mera nel corso dei secoli. Vol. I: Dalle origini alla occupazione grigiona", Milano, Giuffrè, 1955
- Bruno, Anna e della redazione di Nextville, "Efficienza energetica : gli incentivi per il risparmio energetico, le rinnovabili termiche e la cogenerazione" Milano : Ambiente, 2013
- Capolla, Massimo "La casa energetica : indicazioni e idee per progettare la casa a consumo zero ", Santarcangelo di Romagna : Maggioli, 2011
- Curti, Tony, "I Valtellinesi nella Roma del Cinquecento ", Sondrio, 1994
- Curti, Tony, "I Valtellinesi nella Roma del Seicento", Provincia di Sondrio e Banca Popolare di Sondrio, Sondrio, 2000
- De Bernardi, Luigi, "Mezzo secolo di Valtellina e Valchiavenna (1885-1935)", Sondrio, 1982
- De Bernardi, Luigi, "Valtellina ieri e oggi. Mezzo secolo di vita provinciale (anno '30 - anni '80)", Sondrio, 1984

- De Matteis, Luigi, "Case contadine in valtellina e Valchiavenna", Ivrea, 2006
- Fassin, Ivan, "L'artigianato minore in provincia di Sondrio. Cenni sulle piccole industrie ca salinghe e su alcuni sistemi di lavorazione paesana del legno", in Rassegna Economica della Provincia di Sondrio, n.10-1972
- Gallo, C. (2000). La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile. Milano: Il Sole 24 Ore.
- Gianasso, Mario, "Strutture scolastiche e realtà sociale in una provincia italiana", Bissoni editore, Sondrio, 1968
- Lanfranchi, Mauro, "Valtellina Valchiavenna: La porta delle Alpi", Sondrio, Banca Popolare di Sondrio, 2000
- Lorenzoni, Arturo, "Il risparmio energetico", Bologna : Il mulino, 2012.
- Mercalli, Luca, "Prepariamoci : [a vivere in un mondo con meno risorse, meno energia, meno abbondanza... e forse più felicità : un piano per salvarci" Milano : Chiarelettere, 2011
- Ricci, Maurizio, "Atlante ragionato delle fonti di energia rinnovabili e non, con mappe, descrizioni e riflessioni", Monte San Pietro : Muzzio, 2010
- Ruffoni, Cirillo, "La tutela dell'ambiente e l'amministrazione di un comune di Valtellina (Gerola) nei secoli scorsi" (in Bollettino della Società Storica Valtellinese, 1987)
- Scaramellini, Guglielmo, "Il paesaggio agrario valtellinese ed i fattori della sua formazione" (in "Bollettino della Società Storica Valtellinese", Sondrio, 1981)
- Scelsi, Giacinto, (a cura di), "Statistica generale della Provincia di Sondrio", 1865 (ristampa anastatica pubblicata dalla Provincia di Sondrio, Sondrio, tip. Bettini, 1999)
- Scuderi, Massimo, "Il conto termico : dal D.M. 28 dicembre 2012 alle regole applicative del GSE con 11 esempi svolti per la stima degli incentivi ottenibili" Santarcangelo di Romagna : Maggioli, 2013
- Servizio ricerche e sviluppo IACP di Milano, "Risparmio energetico nel patrimonio edilizio esistente", Milano : BE-MA, 1983.
- Torelli, Luigi, "Osservazioni sulla presente condizione della Valtellina", Milano, 1845 (ristampa anastatica a cura della Banca Popolare di Sondrio, 2011)
- Wenland, Andreas, "Passi alpini e salvezza delle anime: la Spagna, Milano e la lotta per la Valtellina, 1620-1641" (trad. Gianprimo Falappi), Sondrio, l'Officina del Libro, 1999

Bibliografia informatica:

www.archinfo.it

www.architetturaecosostenibile.it

www.arpalombardia.it

www.castellomasegra.org

www.cened.it

www.icponte.it

www.infopannellisolari.com

www.instat.it

www.italiamappe.it

www.it.wikipedia.org

www.meteomontagnavaltellina.it

www.meteopiateda.it

www.my.meteonetwork.it

www.passomortirolo.com

www.provincia.so.it

www.racem.it

www.ss301.it

www.vallibergamasche.info

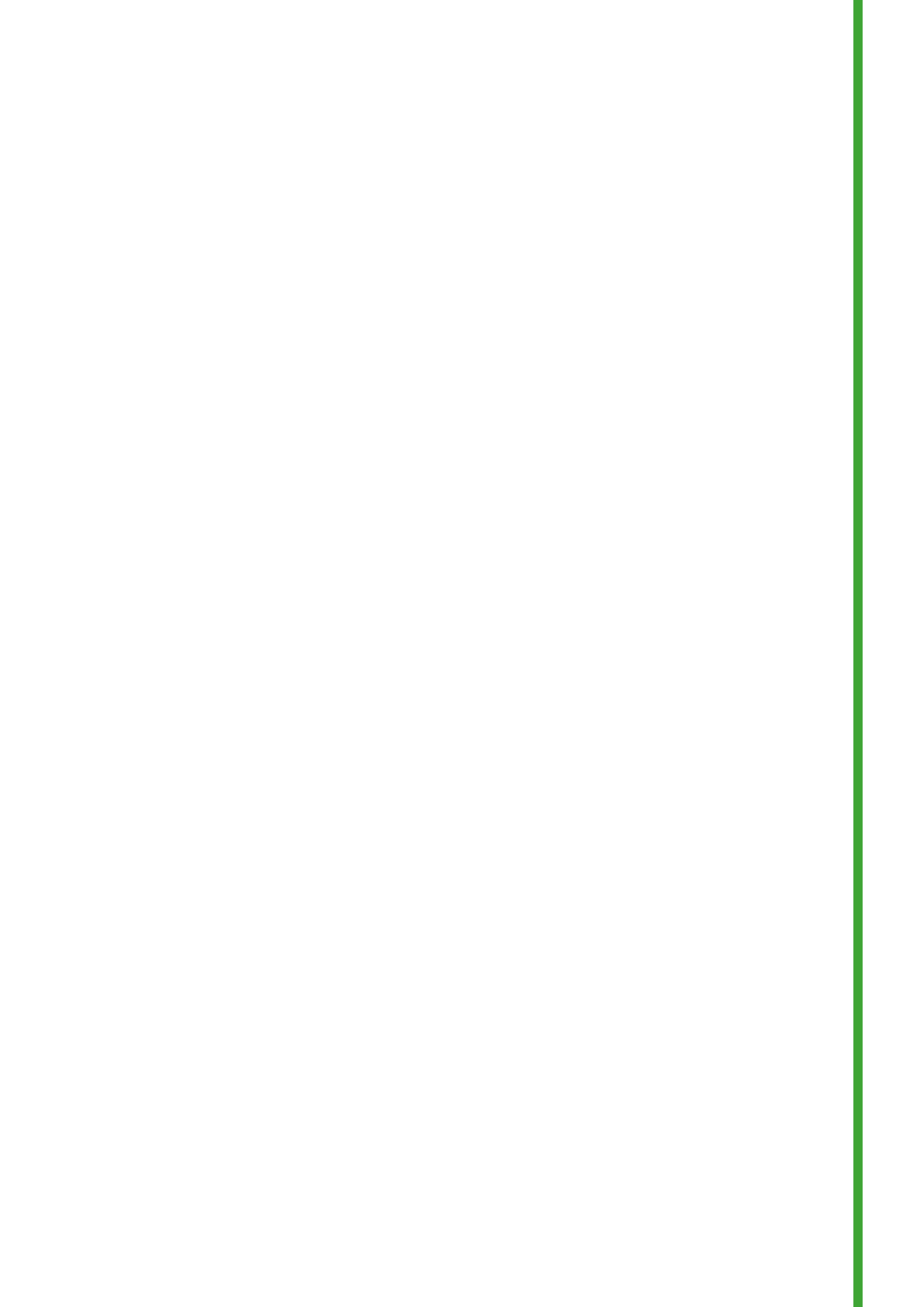
www.valtellina.it

www.vaol.it/it

www.viestoriche.net

www.rinnovabili.it

www.statvalt.eu



RINGRAZIAMENTI

Dopo parecchi anni di studi e di lavoro sono giunta alla conclusione di questo importante percorso, professionale e di vita ed è quindi il momento di ringraziare tutti coloro che mi hanno aiutato alla stesura di questo mio lavoro di tesi, con suggerimenti, critiche, consigli e sostegno morale, a loro va tutta la mia gratitudine ma spetta solo a me la responsabilità per ogni errore contenuto nel suddetto lavoro. Essendo inseriti nel lavoro di tesi inizierò ringraziando gli addetti ai lavori.

Un grande ringraziamento lo devo al Professore Gabriele Masera, relatore della mia tesi, a lui devo dire grazie per tutti gli insegnamenti che mi ha dato, non solo durante questi mesi di stesura della tesi ma anche durante gli anni universitari, tramite i corsi da lui tenuti.

Desidero inoltre ringraziare il Professore Graziano Salvalai per la disponibilità dimostrata e per l'aiuto datomi nella realizzazione della tesi e e nella risoluzione dei miei dubbi durante la stesura di questo lavoro.

Proseguo con il personale ALER della città di Sondrio, dimostratosi estremamente gentile e disponibile nel fornirmi tutto il materiale richiesto, aprendomi gli archivi e dedicandosi alle ricerche di tutto del materiale a loro disposizione.

Grazie a tutte le biblioteche, soprattutto quelle di Sondrio e Morbegno per avermi permesso di passare intere giornate a ispezionare tomi, volumi e materiale sul territorio, all'istituto ARPA, per gli innumerevoli dati climatici dati e alle ditte che mi hanno fornito i materiali e i dati sui prodotti richiesti.

Il ringraziamento più grande lo dedico ai miei genitori e a mia sorella che da ventisei anni mi aiutano moralmente ed economicamente ed è grazie a loro se oggi ho potuto raggiungere questo importante traguardo, grazie infinite papà, perché mi ha trasmesso la passione per le costruzioni, ed ora, giunta a questo punto, spero di poterti rendere fiero di me.

Grazie a tutti coloro che mi hanno sostenuto.

Amedeo, per tutta la pazienza che hai sempre portato, per il sostegno, gli incoraggiamenti a far sempre il massimo e cosa più importante, perché hai sempre creduto in me e so che continuerai a farlo tutt'ora.

A Daniela per il prezioso aiuto datomi con l'inglese, per tutti i sabati trascorsi a studiare, cercando di farmi capire che non era poi così impossibile impararlo, per le chiacchiere e il sostegno morale.

Alle mie amiche, perché mi hanno sempre ascoltato e incoraggiato, perché solo le amiche vere ci sono sempre anche quando non ci si riesce a vedere ma a noi basta poco per ricordarci che ci siamo le une per le altre.

Infini ma non per questo meno importanti tutti i miei amici e i miei istruttori della palestra che, come hanno detto loro, mi hanno supportato, quando entravo in palestra stanca e sfiduciata e uscivo più carica di prima.

L'ultimissimo ringraziamento lo faccio a me stessa, perché se sono arrivata qui, è un po' anche merito mio.