

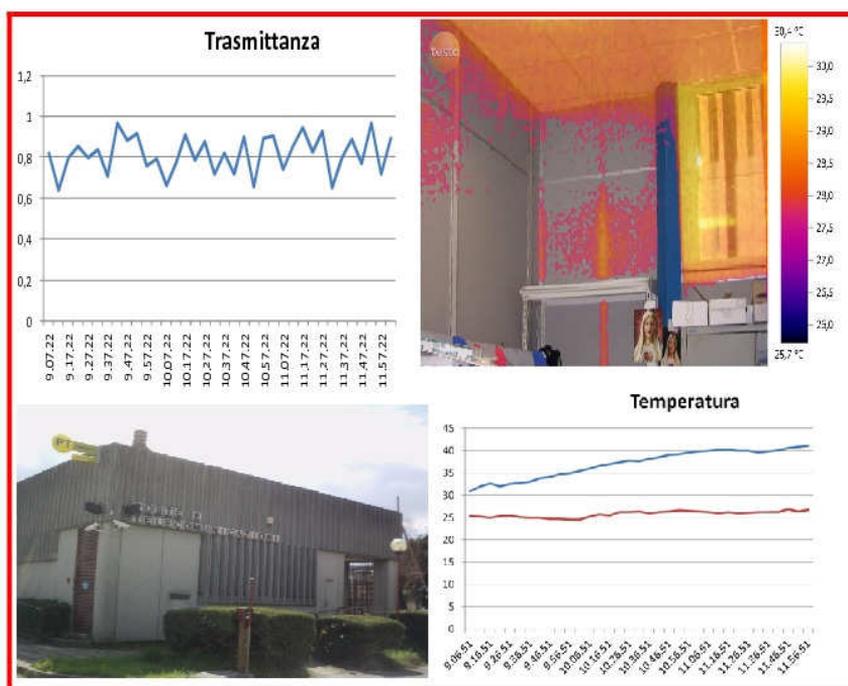


Università degli Studi di Napoli Federico II  
Facoltà di Ingegneria

**PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN  
COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.**

**IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE**

**VOLUME I**



**TUTORI:**  
**Prof. Ing. Renato Iovino**  
**Prof.ssa Arch. Flavia Fascia**

**Dottorando:**  
**Ing. Fabio Sannino**

Coordinatore: Prof. Ing. Luciano Rosati  
Dottorato in **Ingegneria delle Costruzioni**  
Indirizzo: **Recupero edilizio ed innovazione tecnologica**  
**XXIII CICLO**



Università degli Studi di Napoli Federico II  
Facoltà di Ingegneria  
Dottorato in Ingegneria delle Costruzioni  
Indirizzo: Recupero edilizio ed innovazione tecnologica  
XXIII CICLO



***PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN  
COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.  
IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE***

**VOLUME I**

**Coordinatore: Prof. Ing. Luciano Rosati**

**TUTORI:**  
**Prof. Ing. Renato Iovino**  
**Prof.ssa Arch. Flavia Fascia**

**Dottorando:**  
**Ing. Fabio Sannino**



*A chi ha instillato in me la convinzione che nella  
vita tutto ciò che si ha è un dono del Signore*

*A chi mi ha insegnato che ogni impegno della vita  
va affrontato con dedizione, lealtà ed umiltà*

*A chi mi ha inculcato che ogni cosa nella vita,  
prima ancora di concepirla, va amata*

*A chi mi ha dedicato tutta la Propria vita,  
ed io, della mia, potrò Loro dedicarne un solo ritaglio*

*A Mamma e Papà,  
della loro immagine vorrei farne riflesso della mia vita*



## VOLUME I

### SOMMARIO

<b>PREFAZIONE</b>	<b>13</b>
<b>CAPITOLO I - SOSTENIBILITÀ E SVILUPPO SOSTENIBILE</b>	<b>16</b>
1.1. L'ORGANISMO "AMBIENTE" .....	16
1.2. IL SISTEMA ENERGIA, AMBIENTE E SVILUPPO .....	16
1.3. DAL "FUTURO DI TUTTI NOI" AL "PROTOCOLLO DI KYOTO".....	18
1.4. LA BIOECOLOGIA E L'ENERGY CONSCIOUS DESIGN .....	20
1.5. L'INTELLIGENS DESIGN .....	21
<b>CAPITOLO II – LA NORMATIVA ENERGETICA INTERNAZIONALE, NAZIONALE, REGIONALE</b>	<b>23</b>
2.1. IL DIBATTITO NORMATIVO.....	23
2.2. LA NORMATIVA INTERNAZIONALE .....	23
2.2.1 La Direttiva Europea 2002/91/CE	25
2.2.2 La Direttiva Europea 2006/32/CE	26
2.3. LA NORMATIVA NAZIONALE.....	27
2.3.1 La Legge 9 Gennaio 1991 n. 10 – “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”	27
2.3.2 Il DPR n. 412 del 26 agosto 1993 “Norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini dei consumi d’energia, in attuazione dell’articolo 4 comma 4, legge 09.01.91 n. 10” e modificato dal D.P.R. n. 551/ 1999	28
2.4. LA NORMATIVA REGIONALE.....	37
<b>CAPITOLO III – IL PIANO ENERGETICO</b>	<b>39</b>
3.1. IL RUOLO DEL PIANO ENERGETICO .....	39
3.2. LE FINALITÀ DEL PIANO ENERGETICO.....	40
3.3. IL RUOLO DEGLI ENTI PUBBLICI.....	41
3.4. L'ISTITUZIONE NORMATIVA DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE .....	42
3.5. I CONTENUTI DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE.....	43
3.5.1 Analisi e proiezioni dei consumi energetici	44
3.5.2 Disamina delle fonti di energia e tecnologie alternative	44
3.5.3 Scenario Tendenziale e Scenario Obiettivo	45
3.5.4 Linee guida di politica energetica, monitoraggio del sistema e studi di fattibilità	45
<b>CAPITOLO IV – ANALISI DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE NAZIONALE ITALIANO</b>	<b>47</b>
4.1. LE UNITÀ IMMOBILIARI IN ITALIA .....	47
4.2. LE UNITÀ IMMOBILIARI RESIDENZIALI.....	50
4.3. LE UNITÀ IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI.....	51
4.4. IMPATTO AMBIENTALE ED ENERGETICO DELL'EDILIZIA IN ITALIA .....	53
4.4.1 Consumi degli edifici ad uso civile, il settore residenziale	57
4.4.2 Consumi degli edifici ad uso civile, il settore primario, secondario e terziario	59

<b>CAPITOLO V – ANALISI DELLA CONSISTENZA IMMOBILIARE DI UN’AZIENDA TIPO</b>	<b>62</b>
5.1. DETERMINAZIONE DEL CAMPIONE ELABORATO.....	62
5.2. ANALISI DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE UTILIZZATO DA POSTE ITALIANE.....	64
5.2.1 Il patrimonio immobiliare di proprietà esclusiva	65
5.3. GLI UFFICI ITALPOSTE.....	65
5.4. LA TECNOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI UFFICI ITALPOSTE.....	68
5.5. LE CATEGORIE C, D, E.....	70
5.5.1 La categoria C	71
5.5.2 La categoria D	72
5.5.3 La categoria E	72
5.6. LA TECNOLOGIA IMPIANTISTICA DEGLI UFFICI ITALPOSTE.....	73
5.6.1 Tipologia di impianto termico installato	75
5.6.2 Tipologia impianto di climatizzazione installato	76
<b>CAPITOLO VI – ANALISI SPERIMENTALI CONDOTTE SULL’INVOLUCRO</b>	<b>78</b>
6.1. CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA TRASMITTANZA DELL’INVOLUCRO.....	78
6.2. DAL CRITERIO SINTETICO ALL’ANALISI SU BASE CLUSTER.....	79
6.3. CRITERI DI VALUTAZIONE ADOPERATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA U DELLA TAMPONATURA.....	80
6.3.1 Termografia IR	81
6.3.2 Misura del flusso termico	83
6.4. DEFINIZIONE DELLA ZONA TERMICA DEGLI EDIFICI OGGETTO DI STUDIO.....	84
6.5. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA C1.....	85
6.5.1 Analisi Termografiche	86
6.5.2 Calcolo Trasmittanza termica con flussimetro	93
6.6. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA D.....	96
6.6.1 Analisi Termografica	97
6.6.2 Calcolo trasmittanza termica con flussimetro	104
6.7. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA E.....	107
6.7.1 Analisi Termografica	108
6.7.2 Calcolo trasmittanza termica con flussimetro	114
6.8. VALORI DELLA TRASMITTANZA U DELLE TAMPONATURE OTTENUTI MEDIANTE ANALISI SPERIMENTALI.....	117
<b>CAPITOLO VII – CALCOLO ANALITICO E METODO TABELLARE PER LA DETERMINAZIONE DEI VALORI U DELLA TRASMITTANZA</b>	<b>119</b>
7.1. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI CALCOLO.....	119
7.2. CALCOLO ANALITICO DEI VALORI DI U PER ELEMENTI OPACHI.....	122
7.3. CONFRONTO DEI VALORI DI U DELLA TAMPONATURA OTTENUTI ANALITICAMENTE CON I RISULTATI RICAVATI DALLE ANALISI SPERIMENTALI.....	123
7.4. CALCOLO TABELLARE DEI VALORI DI U PER ELEMENTI TRASPARENTI.....	124
<b>CAPITOLO VIII - VERIFICA DELLA TRASMITTANZA U E DEGLI INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE</b>	<b>126</b>
8.1. VERIFICA DEI VALORI DI U.....	126
8.2. DETERMINAZIONE DEI RAPPORTI DI FORMA.....	128

8.3. VERIFICA DEI VALORI DELL' EP <sub>1</sub> .....	129
<b>CAPITOLO IX - LA DIAGNOSI ENERGETICA</b>	<b>136</b>
9.1. DETERMINAZIONE DEI FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA (INV./A.C.S.) E DELLE EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> .....	136
9.2. DETERMINAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALI .....	139
<b>CAPITOLO X - INTELLIGENS DESIGN E RETROFIT ENERGETICO</b>	<b>141</b>
10.1. TIPOLOGIA DI INTERVENTI .....	142
10.2. NUOVE MISURAZIONI.....	146
10.2.1 Trasmittanze	146
10.2.2 Fabbisogni Energetici, Emissioni CO <sub>2</sub> , EPglob	148
10.3. OTTIMIZZAZIONE DELL'EP <sub>glob</sub> E DELLE EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> .....	152
10.4. CONSIDERAZIONI E SVILUPPI FUTURI.....	155
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI PRINCIPALI</b>	<b>159</b>

## INDICE DELLE TABELLE

TAB. 1 - AGGREGAZIONI E CATEGORIE CATASTALI D.P.R. 23 MARZO 1998 N. 138.....	47
TAB. 2 - DISTRIBUZIONE DELLE UNITA' IMMOBILIARI PER CATEGORIE CATASTALI.....	48
TAB. 3 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE UNITA' IMMOBILIARI PER CATEGORIE CATASTALI.....	48
TAB. 4 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE UNITA' IMMOBILIARI RESIDENZIALI PER CATEGORIE CATASTALI .....	50
TAB. 5 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE UNITA' IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI PER CATEGORIA B.....	52
TAB. 6 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE UNITA' IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI PER CATEGORIA C.....	53
TAB. 7 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE UNITA' IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI PER CATEGORIA D .....	53
TAB. 8 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE UNITA' IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI PER CATEGORIA E.....	53
TAB. 9 - BILANCIO ENERGETICO IN ITALIA PER FONTE ENERGETICA.....	54
TAB. 10 - (A) AL NETTO DEGLI APPORTI DI POMPAGGIO; (B) A PARTIRE DAL 2008 VALUTATO CON UN P.C.I. DI 8,190 KCAL/MC INVECE DI 8,250 KCAL/MC PER UNIFORMITA' CON LE STATISTICHE INTERNAZIONALI DI EUROSTAT.....	55
TAB. 11 - STOCK ANNO 2010 DELLE UNITA' IMMOBILIARI DELLE TIPOLOGIE NON RESIDENZIALI.....	62
TAB. 12 - INCIDENZA QUANTITATIVA DELLE MICRO CATEGORIE NEI GRUPPI IND. 1 ED IND. 2 .....	68
TAB. 13 - DURATA DEL RISCALDAMENTO IN FUNZIONE DELLA ZONA CLIMATICA .....	74
TAB. 14 - VALORI DI U DELLA TAMPONATURA RILEVATI PER TIPOLOGIA EDILIZIA.....	118
TAB. 15 - VALORI MEDI DI U DELLA TAMPONATURA RILEVATI PER TIPOLOGIA EDILIZIA .....	118
TAB. 16 - MAGGIORAZIONI PERCENTUALI RELATIVE ALLA PRESENZA DEI PONTI TERMICI .....	121
TAB. 17 - VALORE DEI COEFFICIENTI DI SCAMBIO TERMICO UNI 10344 .....	122
TAB. 18 - VALORI DI U PER ELEMENTI OPACHI.....	123
TAB. 19 - CONFRONTO DEI VALORI DI U RILEVATI CON ANALISI SPERIMENTALI E CON SOFTWARE .....	124
TAB. 20 - VALORI DI U INFISSO - NORMA UNI/EN 1007 - 1 : 2007 .....	125
TAB. 21 - VALORI DI U DEL TELAIO - NORMA UNI/EN 1007 - 1 : 2007.....	125
TAB. 22 - VALORI LIMITE DELLA TASMITTANZA TERMICA U DELLE STRUTTURE VERTICALI OPACHE .....	126
TAB. 23 - VALORI LIMITE DELLA TASMITTANZA TERMICA U DELLE COPERTURE.....	127
TAB. 24 - VALORI LIMITE DELLA TASMITTANZA TERMICA U DEL PAVIMENTO .....	127
TAB. 25 - VALORI LIMITE DELLA TASMITTANZA TERMICA U DEI SERRAMENTI.....	127

TAB. 26 - VALORI LIMITE DELLA TRASMITTANZA TERMICA U DEI VETRI.....	128
TAB. 27 - CONFRONTO DEI VALORI DI U ANALITICI CON I VALORI DI U <sub>lim</sub> DI LEGGE. ....	128
TAB. 28 - VALORI LIMITE DELL'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	130
TAB. 29 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA C1 CON VALORE LIMITE .....	133
TAB. 30 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA C2 CON VALORE LIMITE .....	133
TAB. 31 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA D CON VALORE LIMITE .....	134
TAB. 32 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA D <sub>CTR</sub> CON VALORE LIMITE .....	134
TAB. 33 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA E CON VALORE LIMITE.....	134
TAB. 34 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA E <sub>CTR</sub> CON VALORE LIMITE .....	135
TAB. 35 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA E <sub>R</sub> CON VALORE LIMITE .....	135
TAB. 36 - CONFRONTO VALORE EPi CATEGORIA E <sub>S</sub> CON VALORE LIMITE.....	135
TAB. 37 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA B.....	137
TAB. 38 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA C.....	138
TAB. 39 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA D.....	138
TAB. 40 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA E.....	139
TAB. 41 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA F.....	139
TAB. 42 - INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE PER CATEGORIA E ZONA CLIMATICA.....	140
TAB. 43 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA C1 .....	146
TAB. 44 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA C2 .....	146
TAB. 45 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA D.....	147
TAB. 46 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA D <sub>CTR</sub> .....	147
TAB. 47 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA E .....	147
TAB. 48 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA E <sub>CTR</sub> .....	147
TAB. 49 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA E <sub>R</sub> .....	148
TAB. 50 - VALORI DI U - RETROFIT/LIMITI DI LEGGE - CATEGORIA E <sub>S</sub> .....	148
TAB. 51 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA B - RETROFIT.....	149
TAB. 52 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA C - RETROFIT.....	149
TAB. 53 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA D - RETROFIT.....	150
TAB. 54 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA E - RETROFIT.....	150
TAB. 55 - FABBISOGNI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA F - RETROFIT.....	151
TAB. 56 - INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE PER CATEGORIA E ZONA CLIMATICA - RETROFIT.....	151
TAB. 57 - CONFRONTO VALORI EP GLOB - CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA B - ANTE/POST RETROFIT.....	152
TAB. 58 - CONFRONTO VALORI EP GLOB - CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA C - ANTE/POST RETROFIT.....	153
TAB. 59 - CONFRONTO VALORI EP GLOB - CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA D - ANTE/POST RETROFIT.....	153
TAB. 60 - CONFRONTO VALORI EP GLOB - CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA E - ANTE/POST RETROFIT.....	154
TAB. 61 - CONFRONTO VALORI EP GLOB - CO <sub>2</sub> ZONA CLIMATICA F - ANTE/POST RETROFIT.....	154

## INDICE DELLE FIGURE

FIG. 1 - QUOTE DI STOCK COMPLESSIVO PER GRUPPI DI CATEGORIA .....	48
FIG. 2 - QUOTE DI STOCK COMPLESSIVO PER GRUPPI DI CATEGORIA CENSIBILE .....	49
FIG. 3 - NUMERO MEDIO VANI PER CATEGORIA RESIDENZIALE .....	51
FIG. 4 - QUOTE DI STOCK NON RESIDENZIALI PER GRUPPI DI CATEGORIA CATASTALE.....	52
FIG. 5 - CONSUMI ENERGETICI PER SETTORE.....	56
FIG. 6 - I CONSUMI PER FONTE ENERGETICA NEL SETTORE RESIDENZIALE - 2007.....	57

FIG. 7 - L'USO DELL'ENERGIA NEL SETTORE RESIDENZIALE - 2007.....	58
FIG. 8 - I CONSUMI PER FONTE ENERGETICA NEL SETTORE E.A. - 2007.....	59
FIG. 9 - I CONSUMI PER FONTE ENERGETICA NEL SETTORE RESIDENZIALE/NON RESIDENZIALE - 2007.....	60
FIG. 10 - DISTRIBUZIONE DELLO STOCK 2010 DELLE TIPOLOGIE NON RESIDENZIALI.....	63
FIG. 11 - QUOTA DELLE TIPOLOGIE COSTRUTTIVE ITALPOSTE.....	66
FIG. 12 - QUOTA CATEGORIA IN IND. 1.....	66
FIG. 13 - QUOTA CATEGORIA IN IND. 2.....	66
FIG. 14 - QUOTA CATEGORIA TRADIZIONALE.....	67
FIG. 15 - QUOTA CATEGORIA IN RISTRUTTURATO.....	67
FIG. 16 - INCIDENZA PERCENTUALE DELLE MICROCATEGORIE NEL GRUPPO IND. 1.....	68
FIG. 17 - INCIDENZA PERCENTUALE DELLE MICROCATEGORIE NEL GRUPPO IND. 2.....	68
FIG. 18 - CONI OTTICI PLANIMETRIA UFFICIO C1.....	86
FIG. 19 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 1 CATEGORIA C1.....	87
FIG. 20 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 2 CATEGORIA C1.....	88
FIG. 21 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 3 CATEGORIA C1.....	89
FIG. 22 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 4 CATEGORIA C1.....	90
FIG. 23 - TERMOGRAMMA CONO OTTICO 5 CATEGORIA C1.....	91
FIG. 24 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 6 CATEGORIA C1.....	91
FIG. 25 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 7 CATEGORIA C1.....	92
FIG. 26 - TERMOGRAMMA CONO OTTICO 8 CATEGORIA C1.....	92
FIG. 27 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 9 CATEGORIA C1.....	93
FIG. 28 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 1 CATEGORIA C1.....	93
FIG. 29 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERATURA MISURA 1 CATEGORIA C1.....	94
FIG. 30 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 2 CATEGORIA C1.....	94
FIG. 31 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERATURA MISURA 2 CATEGORIA C1.....	95
FIG. 32 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 3 CATEGORIA C1.....	95
FIG. 33 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERATURA MISURA 3 CATEGORIA C1.....	96
FIG. 34 - CONI OTTICI PLANIMETRIA UFFICIO D.....	97
FIG. 35 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 1 CATEGORIA D.....	97
FIG. 36 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 2 CATEGORIA D.....	98
FIG. 37 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 3 CATEGORIA D.....	99
FIG. 38 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 4 CATEGORIA D.....	100
FIG. 39 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 5 CATEGORIA D.....	101
FIG. 40 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 6 CATEGORIA D.....	102
FIG. 41 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 7 CATEGORIA D.....	102
FIG. 42 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA COPERTURA CATEGORIA D.....	103
FIG. 43 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 1 CATEGORIA D.....	104
FIG. 44 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERATURA MISURA 1 CATEGORIA D.....	105
FIG. 45 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 2 CATEGORIA D.....	105
FIG. 46 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERATURA MISURA 2 CATEGORIA D.....	106
FIG. 47 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 3 CATEGORIA D.....	106
FIG. 48 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERATURA MISURA 3 CATEGORIA D.....	107
FIG. 49 - CONI OTTICI PLANIMETRIA UFFICIO E.....	108
FIG. 50 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 1 CATEGORIA E.....	109

FIG. 51 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 2 CATEGORIA E .....	109
FIG. 52 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 3 CATEGORIA E .....	110
FIG. 53 - TERMOGRAMMA CONO OTTICO 4 CATEGORIA E .....	110
FIG. 54 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 5 CATEGORIA E .....	110
FIG. 55 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 6 CATEGORIA E .....	111
FIG. 56 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 7 CATEGORIA E .....	111
FIG. 57 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 8 CATEGORIA E .....	112
FIG. 58 - IDENTIFICAZIONE E TERMOGRAMMA CONO OTTICO 9 CATEGORIA E .....	113
FIG. 59 - TERMOGRAMMA CONO OTTICO 10 CATEGORIA E .....	114
FIG. 60 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 1 CATEGORIA E .....	114
FIG. 61 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERTATURA MISURA 1 CATEGORIA E .....	115
FIG. 62 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 2 CATEGORIA E .....	115
FIG. 63 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERTATURA MISURA 2 CATEGORIA E .....	116
FIG. 64 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TRASMITTANZA MISURA 3 CATEGORIA E .....	116
FIG. 65 - ANDAMENTO DEI VALORI DELLA TEMPERTATURA MISURA 3 CATEGORIA E .....	117
FIG. 66 - NUMERO DI UFFICI DISTRIBUITI PER PROVINCIA .....	117
FIG. 67 - VALORI DI S/V PER CATEGORIA .....	129
FIG. 68 - GG ED EPLIM DELLE LOCALITA' APPARTENENTI ALLA CATEGORIA E, ZONA CLIMATICA C .....	130
FIG. 69 - VARIAZIONE LINEARE DELL'EPLIM IN FUNZIONE DEI GG .....	131
FIG. 70 - TRIPLICE INTERPOLAZIONE LINEARE PER LA DETERMINAZIONE DELL'EPLIM .....	131
FIG. 71 - ANDAMENTO DELL'EPLIM PER ZONA CLIMATICA .....	132
FIG. 72 - VALORI DEI COEFFICIENTI KI PER LA DETERMINAZIONE DELL'EPLIM .....	132
FIG. 73 - INTERVENTO DI RETROFIT ENERGETICO SULLA TAMPONATURA .....	143
FIG. 74 - DIMENSIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI IN FUNZIONE DELLA ZONA CLIMATICA .....	143
FIG. 75 - INTERVENTO DI RETROFIT ENERGETICO SULLA COPERTURA .....	144
FIG. 76 - DIMENSIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI IN FUNZIONE DELLA ZONA CLIMATICA .....	144
FIG. 77 - TIPOLOGIA DEI SERRAMENTI ESTERNI IN FUNZIONE DELLA ZONA CLIMATICA .....	145
FIG. 78 - CONSUMI UFFICI POSTALI .....	156
FIG. 79 - CONSUMI CMP .....	156

## VOLUME II

### SOMMARIO

CAPITOLO 1 – CARATTERISTICHE GEOMETRICHE .....	169
CAPITOLO 2 – DETTAGLI COSTRUTTIVI .....	179
CAPITOLO 3 – ELABORATI PLANIMETRICI .....	187
CAPITOLO 4 – ANALISI TERMOGRAFICHE E TERMOFLUSSIMETRICHE .....	197
CAPITOLO 5 – VALORI DEGLI EPlim, FE, CO2, EPGLOB, PER LOCALITA', CATEGORIA EDILIZIA E ZONA CLIMATICA .....	260

## *Prefazione*

L'umanità del XXI secolo deve essere consapevole che i capitoli di un secolo ancora tutto da scrivere riguarderanno difficili sfide fra uomo e la sua capacità di sopravvivere in un'era nella quale il fattore limitante non è più il capitale prodotto dall'uomo, ma quel che rimane del capitale naturale. In questa delicata fase l'unica strada di sostenibilità è investire nella risorsa più scarsa, nel fattore limitante. Il quadro che ci apprestiamo ad osservare nell'era corrente sembrerebbe la rappresentazione del “*dipinto narrativo*” dello scrittore Tiezzi che nella sua brillante interpretazione<sup>1</sup> della natura nell'anno 1996 sosteneva l'indispensabilità di investire nella direzione del capitale naturale e cioè nell'insieme dei sistemi naturali (territorio, fauna, flora, mari, laghi, fiumi e foreste).

La stessa citazione dello scrittore, “*Ora, il punto non è di rinunciare, ovviamente, a queste conquiste del progresso e della scienza; il punto è semmai di sapere che siamo sfuggiti ai controlli di retroazione e di omeostasi della naturale evoluzione biologica e che solo noi, come uomini, possiamo scegliere la strada della sopravvivenza della nostra specie e del Pianeta, rispettando le specie più deboli, i grandi cicli biologici, la biodiversità, i vincoli della natura*”, mostra come il progresso non deve essere alieno dal rispetto della natura.

Investire, quindi, nel capitale naturale, significa Sviluppo Sostenibile.

La vera sfida del XXI secolo riguarda la conservazione delle risorse energetiche, non a caso la maggiore aliquota di richiesta di energia è legata alle necessità di riscaldamento e di raffreddamento degli edifici.

Il mondo delle costruzioni e della progettazione deve, pertanto, guardare al tema energia con grande impegno e responsabilità.

Il crescente consumo energetico e l'inquinamento ambientale mostra come sia necessario razionalizzare il problema del contenimento energetico con azioni e proposte idonee a perseguire regole edilizie di natura bioclimatica o bioarchitettoneca sul “nuovo costruito”, ma anche negli interventi sull'esistente.

Conseguentemente è facile percepire la grande possibilità d'azione riservata all'edilizia.

Occorre, quindi, definire un'adeguata politica di governo del sistema energetico volta al suo miglioramento nella pratica edilizia con la redazione di opportuni piani d'azione nei quali andranno inserite indicazioni e vincoli che regolamentino sia gli insediamenti di nuova costruzione, sia gli

---

<sup>1</sup> “Fermare il Tempo” – titolo originale “Long John Silver”

interventi di ristrutturazione, andando anche oltre le imposizioni dei decreti, italiani ed europei, recanti attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Determinante, quindi, è l'esigenza della definizione di un'adeguata politica di governo del sistema energetico edilizio che abbia come risultato la predisposizione di un documento, che, attraverso un processo di sperimentazione e concertazione, porti alla definizione di un piano di azione operativo.

Gli immobili dei *prossimi anni* saranno il risultato di questa nuova concezione; essi dovranno cambiare struttura, pelle, prestazioni. In un'unica direzione dovranno andare sia le norme esistenti e future che la forte sensibilità verso il rispetto della tutela della vita propria ed altrui, ricordando che sviluppo sostenibile significa *“uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni”*<sup>2</sup>.

Migliorare la qualità delle costruzioni, tutelare i diritti delle persone coinvolte nel processo produttivo, impiegare materiali testati sul piano ambientale, ridurre gli sprechi delle risorse, garantire un migliore comfort abitativo ed incentivare la realizzazione di interventi innovativi sul rendimento energetico non sono impegni facili. Occorre una pianificazione di settore a livello locale in cui tutti i protagonisti della filiera edilizia, dalle imprese ai progettisti, dai singoli cittadini agli Enti Pubblici e Privati, sono chiamati ad interpretare queste sfide ed opportunità insieme con proposte pratiche ed efficaci.

Le considerazioni sopra esposte mostrano come sia rilevante l'importanza di coinvolgere in tale progetto tutte le strutture, private e pubbliche, nell'applicazione di norme che fino ad ora sono risultate una “fastidiosa imposizione”, in tal caso gli interventi che andrebbero realizzati su questi edifici potrebbero risultare di notevole impatto e testimonianza per l'intera collettività.

L'attività di ricerca svolta nell'ambito delle politiche energetiche è, quindi, finalizzata alla necessità di definire azioni e strumenti che possano dimostrarsi incisivi per orientare e selezionare le scelte in campo energetico con indicazioni e vincoli che regolamentino sia gli insediamenti di nuova costruzione, sia gli interventi di ristrutturazione.

Nello specifico, la ricerca, nata dall'esigenza della definizione di un'adeguata politica di governo del sistema energetico edilizio, ha come risultato la definizione di una procedura per la diagnosi energetica di un complesso immobiliare che attraverso un processo di sperimentazione e concertazione porta alla definizione di un piano di azione operativo. Il piano individua il “mix design energetico” ottimale, ovvero l'insieme delle azioni e strumenti che garantiscono lo sviluppo di un sistema energetico locale efficiente e sostenibile, in grado di ridurre i consumi di combustibili fossili e le

---

<sup>2</sup> Rapporto Brundtland - 1987

emissioni di gas ad effetto serra, mantenendo allo stesso tempo una coerenza con le principali variabili socio-economiche e territoriali locali.

Il lavoro, attraverso lo studio normativo, l'analisi dello scenario energetico ambientale e del patrimonio immobiliare nazionale italiano, definito il campione immobiliare da analizzare, ha richiesto l'analisi sul campo mediante rilievi sull'edificio, calcoli analitici ed adozione di interventi di retrofit che permettono di ridurre notevolmente i consumi energetici.

L'attività di ricerca, svolta presso l'Università degli studi di Napoli Federico II, ha richiesto la collaborazione dell'Azienda Poste Italiane S.p.A. presso i cui immobili sono stati svolti continui sopralluoghi tecnici per i dovuti rilievi ed analisi tecniche.

I risultati ottenuti, applicati al campione immobiliare scelto, non solo costituiscono una riduzione delle dispersioni termiche e delle emissioni di gas ad effetto serra dell'intero edificio, ma introducono un modello innovativo di procedura per la diagnosi energetica degli immobili applicabile al patrimonio immobiliare che presenta caratteristiche tecnico-costruttive similari.

## *Capitolo I - Sostenibilità e Sviluppo Sostenibile*

### **1.1. L'ORGANISMO “AMBIENTE”**

L'assetto ambientale tende ad essere turbato dalle attività vitali, in particolare quella umana. Pur tuttavia, il sistema ambiente possiede gli strumenti per riportare nella norma tali alterazioni sempre che non superino limiti di soglia che spesso vengono raggiunti a seguito delle immissioni di sostanze inquinanti in aree in cui ostacoli originali (geologici, catene montuose, condizioni meteorologiche) o aggiunti (l'edificato) impediscono il ricambio dell'aria che potrebbe provocare pericoli per la salute dell'uomo o minacciare l'esistenza di animali e piante.

Desto curiosità come i comuni definiscono “*l'ambiente*”, ovvero “*il verde che ci circonda, la natura*”; in realtà “l'ambiente” è un insieme di diversi fattori (esseri viventi, caratteristiche climatiche, interventi umani, ecc.) che permettono la vita ed anche un piccolo cambiamento può causare conseguenze gravi. Non irrilevante è il ruolo dell'uomo all'interno del “sistema” che con le sue attività spesso crea degli squilibri negli ecosistemi. Basti pensare come negli ultimi due secoli il progresso abbia influito sull'ambiente a tal punto da variarne la propria natura; non a caso si è passati ad un mondo costituito più di “*cemento*” che di “*verde*”. Nonostante tutto, i paesi industrializzati tardano ad acquisire la consapevolezza che l'inquinamento atmosferico ha raggiunto concentrazioni tali da modificare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria. Le principali fonti di inquinamento atmosferico sono le emissioni nell'aria dovute ai processi produttivi (attività industriali ed artigianali) ed ai processi di combustione (riscaldamento e traffico dei veicoli a motore); nonché tutto ciò che altera in maniera significativa le caratteristiche fisico – chimico dell'acqua, del suolo o dell'aria.

### **1.2. IL SISTEMA ENERGIA, AMBIENTE E SVILUPPO**

Il settore delle fonti energetiche, nel corso degli anni, ha subito continue evoluzioni a seguito del susseguirsi delle epoche storiche ed industriali. Nel corso degli anni si è passati dalla civiltà del legno<sup>3</sup> a quella del carbone<sup>4</sup>, a quella del vapore<sup>5</sup> fino ad arrivare ai giorni nostri dove il petrolio<sup>6</sup> risulta una

---

<sup>3</sup> Le civiltà prima del Settecento furono «civiltà del legno», per l'importanza che esso ebbe nelle costruzioni, nella meccanica, nella fabbricazione di utensili e, soprattutto, come fonte di energia. «L'onnipresenza del legno ha pesato enormemente fino a non molto tempo fa. L'Europa molto ben ripartita dal punto di vista forestale, ha trovato in ciò una delle ragioni della propria potenza. Di fronte a lei l'Islam è stato minato sul lungo periodo dalla penuria delle risorse di legname e dal loro progressivo esaurirsi». C.F.F. BRADUEL, *Civiltà materiale, economia e capitalismo*, Torino 1982, 79.

<sup>4</sup> Nel primo decennio del Settecento due innovazioni assegnarono al carbone un ruolo del tutto nuovo rispetto a quello che aveva avuto prima, dando avvio alla nuova «civiltà del carbone»: la prima fu la messa a punto di convertitori inanimati per ottenere energia meccanica dal calore; la seconda consentì di utilizzare questo fossile nella fusione del minerale di ferro, utilizzando il carbone non solo per la sua funzionalità termica, ma anche come

delle fonti energetiche primarie ritardandone l'interesse per le fonti rinnovabili ed ignorandone i costi sociali, ambientali ed economici.

Oggi, le attuali condizioni di criticità energetica, economica ed ambientale inducono la società ad indirizzare verso un unico sentiero i temi dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo. Questi temi sono talmente correlati che l'alterazione o la crisi di uno di essi si ripercuote a cascata sugli altri.

Il sistema energetico così come lo sviluppo tecnologico hanno ricadute sull'ambiente per ragioni ecologiche o sanitarie, e sullo sviluppo economico perché il ricorso indiscriminato a fonti fossili potrebbe tramutarsi nell'indisponibilità delle tali producendo un crollo della capacità energetica capace di far collassare gli ecosistemi naturali che "smettono di crescere quando raggiungono i limiti rappresentativi delle risorse disponibili<sup>7</sup>.

Diviene quindi necessario, onde sovvertire la crisi, ricorrere ad un modello di sviluppo sostenibile che, se da un lato investa su un'economia in grado di non perdere di competitività riducendo drasticamente le emissioni di carbonio, dall'altro rilanci i temi della solidarietà, dell'equità e della salvaguardia dell'ambiente.

---

indispensabile agente chimico per la riduzione del minerale. Queste due innovazioni innescarono un singolare circolo virtuoso tra espansione del consumo del fossile, sviluppo della meccanica, decollo della siderurgia, meccanizzazione dei trasporti ed ulteriore diffusione e intensificazione della domanda di carbone che, grazie poi ad ulteriori e continue innovazioni, avrebbe impresso al sistema economico una ininterrotta spinta propulsiva destinata ad esaurirsi solo vero la fine dell'Ottocento.

<sup>5</sup> Solo grazie ai miglioramenti che nel primo trentennio dell'Ottocento ne ha reso più pratico e flessibile l'impiego, il vapore divenne più conveniente e fu adottato nelle attività più disparate. Per questo motivo, «carbone e vapore non fecero la rivoluzione industriale ma ne permisero lo straordinario sviluppo e diffusione». D. LANDES, *Prometeo liberato*, Torino 1978, 123. Il sistema energetico basato sul carbone ebbe effetti ambientali modesti durante l'estrazione (scorie alla bocca della miniera) e il trasporto (polveri durante la movimentazione). La combustione, invece, produce anidride carbonica, ossidi di azoto e zolfo, fumi, polveri e ceneri. Per gran parte del XIX secolo gli impieghi avvennero in modo parcellizzato, anche a causa della relativamente modesta potenza delle singole macchine: nei trasporti, dunque, gli effetti del paradigma carbone – vapore sugli ecosistemi furono trascurabili. Divennero significativi, invece, nelle aree urbane, a causa del loro utilizzo per il riscaldamento, e nelle regioni densamente industriali o nei distretti siderurgici, con conseguenze che, in mancanza di studi specifici, sono da ipotizzare come gravi per la salute della popolazione. In questo senso, la produzione di gas aggravò la situazione: la purificazione originava, infatti, un liquido velenoso che era disperso di notte per le strade o scaricato nelle fognature, inquinando fiumi ed incidendo sull'equilibrio dell'ecosistema.

<sup>6</sup> La storia del petrolio è quella di una lenta e graduale affermazione. Alla fine dell'Ottocento la sua adozione era frenata da numerosi fattori: elevati costi di trasporto imposti dalle ferrovie, eccessive e repentine oscillazioni dei prezzi, ma soprattutto era frenata dal fatto che tutta l'impianistica era progettata per il carbone; il paradigma dominante, quindi, ostacolava l'affermazione della nuova fonte energetica. La sua penetrazione poté avvenire solo in ambiti del tutto nuovi, grazie all'adozione di nuovi convertitori. Solo con la Grande guerra il petrolio cessò di essere una semplice alternativa al carbone e divenne la principale risorsa strategica, influenzando lo sviluppo energetico ed economico.

<sup>7</sup> J. MARTINEZ-ALIERE, *Economia ecologica*, Milano 1991, 8 – 9.

### 1.3. DAL “FUTURO DI TUTTI NOI” AL “PROTOCOLLO DI KYOTO”

Con il termine “sviluppo sostenibile” si è andata affiorando una riflessione globale su sviluppo e ambiente che riuscisse a coniugare i principi di libertà e uguaglianza con il diritto ad avere adeguate condizioni di vita e la consapevolezza che le risorse naturali della terra dovessero essere tutelate attraverso pianificazioni strategiche proprio in virtù del ruolo fondamentale rivestito dalla natura e dall’ambiente nelle dinamiche economiche.

Non a caso con la **Conferenza di Stoccolma sull’Ambiente Umano** (1972) per la prima volta sono stati toccati i temi ambientali e 113 nazioni si sono incontrate con la finalità di predisporre strumenti legislativi ed economici a salvaguardia delle risorse naturali, a beneficio delle generazioni future<sup>8</sup>.

In tal senso viene anche costituito l’UNEP<sup>9</sup>, il programma O.N.U. relativo alle problematiche ambientali, con l’obiettivo di coordinare le politiche ambientali globali.

**Gro Harlem Brundtland**, Presidente della Commissione Mondiale su Ambiente e Sviluppo, nel 1987 su incarico delle Nazioni Unite presentò un rapporto intitolato *Il futuro di tutti noi*.

Nel rapporto faceva appello ad un nuovo modello di sviluppo, definito sostenibile<sup>10</sup>, inteso come il processo di cambiamento capace di organizzare sfruttamento delle risorse, direzione degli investimenti e sviluppo tecnologico con la non compromissione dei bisogni delle generazioni future. Pertanto, la protezione dell’ambiente non viene più considerata un vincolo allo sviluppo, ma una condizione necessaria per uno sviluppo duraturo e sostenibile<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> «La protezione ed il miglioramento dell’ambiente è una questione di capitale importanza che riguarda il benessere dei popoli e lo sviluppo economico del mondo intero; essa risponde all’urgente desiderio dei popoli di tutto il mondo e costituisce un dovere per tutti i governi». *Dichiarazione delle Nazioni Unite sull’ambiente umano*, Stoccolma 1972, n. 2.

<sup>9</sup> United Nations Environmental Programme è stato istituito nel 1972 come organismo istituzionale cui è attribuito il fine generale della tutela ambientale e dell’utilizzo sostenibile delle risorse naturali, nel quadro del complesso sistema organizzativo delle Nazioni Unite. Il suo quartier generale è a Nairobi, in Kenya.

<sup>10</sup> Inteso come sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri. Il concetto informatore di questo modello di sviluppo, compatibile con le esigenze di tutela e salvaguardia delle risorse e capitale dell’umanità, ripropone una visione del mondo nella quale il fine ultimo rappresentato dal raggiungimento di una migliore qualità della vita, dalla diffusione di una prosperità crescente ed equa, dal conseguimento di un livello ambientale non dannoso per l’uomo e per le altre specie viventi e nel quale sia possibile una più equa accessibilità alle risorse.

<sup>11</sup> Se, infatti, da un lato «lo sviluppo sostenibile impone di soddisfare i bisogni fondamentali di tutti e di estendere a tutti la possibilità di attuare le proprie aspirazioni a una vita migliore», dall’altro nella proposta persiste una ottimistica fiducia nella tecnologia che porterà ad una nuova era di crescita economica: «Il concetto di sviluppo sostenibile comporta limiti, ma non assoluti, bensì imposti dall’attuale stato della tecnologia e dell’organizzazione sociale alle risorse economiche e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane. La tecnica e la organizzazione sociale possono però essere gestite e migliorate allo scopo di inaugurare una nuova era di crescita economica». Comunque sia, «il soddisfacimento di bisogni essenziali (*basic needs*) esige non solo una nuova era di crescita economica per nazioni in cui la maggioranza degli abitanti siano poveri ma anche la garanzia che tali poveri abbiano la loro giusta parte delle risorse necessarie a sostenere tale crescita. Una siffatta equità dovrebbe essere coadiuvata sia da sistemi politici che assicurino l’effettiva partecipazione dei cittadini nel processo decisionale, sia da una maggior democrazia a livello delle scelte internazionali».

Nel 1989 la Prima Conferenza ONU sull'ambiente e lo sviluppo approvò la **Risoluzione 228** con la finalità di elaborare misure in grado di frenare e sovvertire gli effetti del degrado ambientale.

Solo successivamente, nel 1992, con la convocazione della **Conferenza di Rio de Janeiro** fu compresa la necessità di affrontare la problematica ambientale con un approccio globale al fine di individuare soluzioni efficaci che avrebbero coinvolto tutti gli Stati. Nasce quindi *Agenda 21*, il Programma d'Azione per il XXI secolo che propone un processo multi-settoriale attraverso la definizione e l'attuazione di un piano strategico di lungo termine che affronti le problematiche prioritarie di sviluppo sostenibile al livello locale con il fine di perseguire obiettivi fondamentali quali la lotta alla povertà, la conservazione e gestione delle risorse naturali, la protezione della natura, il cambiamento dei modelli di produzione e consumo.

Nello stesso anno, 1992, l'Unione Europea, per rendere operativi gli accordi di Rio, approva il **Quinto Piano di Azione Ambientale** identificando cinque settori su cui intervenire (industria, energia, trasporti, agricoltura e turismo) e sette tematiche specifiche (cambiamento del clima, acidificazione e qualità dell'aria, protezione della natura e delle biodiversità, gestione delle risorse idriche, ambiente urbano, zone costiere, gestione dei rifiuti).

Nel 1994 ad Aalborg, in Danimarca, le città e le regioni europee con la sottoscrizione della **Carta di Aalborg**, si sono impegnate ad attuare l'Agenda 21 al livello e ad elaborare piani per un sviluppo sostenibile. Non a caso, in Italia, nasce nel 1999 il Coordinamento Nazionale Agenda 21 locali a Ferrara per dare un impulso decisivo verso questa direzione e con lo scopo di diffondere e favorire lo scambio di esperienze tra enti locali.

Il **Quinto Piano di Azione Ambientale** e la sottoscrizione della **Carta di Aalborg**, rappresentano, fino a quell'epoca (1994), i principi innovatori della nuova legislazione ambientale.

Testimonianza di quest'era storica sono certamente le norme tecniche della serie ISO 14000 elaborate, per la prima volta nel 1996, da uno specifico Comitato Tecnico ISO<sup>12</sup> e contenenti le buone pratiche rivolte alla protezione dell'ambiente.

Nonostante i numerosi eventi susseguiti nel corso degli anni sul tema della sostenibilità, il famoso *Protocollo*<sup>13</sup> redatto al termine della Conferenza di Kyoto, ha rappresentato un salto qualitativo in materia di sostenibilità.

---

<sup>12</sup> ISO 14000: Sistemi di Gestione Ambientale. Le norme tecniche della serie ISO 14000 rispecchiano, a livello internazionale, il generale consenso circa le attuali buone pratiche rivolte alla protezione dell'ambiente, applicabili a qualunque organizzazione ed in qualunque parte del mondo.

<sup>13</sup> Il Protocollo è un trattato internazionale che fissa le linee guida generali per la riduzione delle emissioni inquinanti responsabili del riscaldamento globale. Esso ha un valore vincolante per i Paesi che l'hanno sottoscritto, sancito in una serie di sanzioni per quanti non dovessero rientrare negli obiettivi programmati.

Il Protocollo, sottoscritto da tutti i paesi con eccezione di Cina, India ed USA, approvato nel 1997 ed entrato in vigore il 16 febbraio 2005, ha come obiettivo la riduzione del totale delle emissioni di gas serra del 5% per i paesi industrializzati e del 6,5% per l'Italia rispetto ai livelli del 1990, nel periodo 2008-2012.

Nonostante i risultati attesi, le emissioni non sono diminuite e dal 2000 al 2004 sono aumentate dell' 11%.

Partendo dagli scarsi risultati ottenuti dal Protocollo di Kyoto il tema dello sviluppo sostenibile è stato rilanciato nel 2001 con il **Sesto Programma d'Azione ambientale**, nel 2002 con la **Conferenza Rio plus ten**, nel 2006 con la **Conferenza delle Parti tenutasi a Nairobi** ed in ultimo con l'approvazione del Parlamento Europeo del **pacchetto clima – energia** ratificato nel 2008 volto a conseguire gli obiettivi che l'UE si è fissata per il 2020 ovvero ridurre del 20% le emissioni di gas effetto serra; portare al 20% il risparmio energetico ed aumentare al 20% il consumo di fonti rinnovabili; pur tuttavia la situazione ad oggi è preoccupante.

#### **1.4. LA BIOECOLOGIA E L'ENERGY CONSCIOUS DESIGN**

La necessità di creare degli ambienti interni agli edifici sempre più salubri garantendo benessere abitativo e riduzione delle problematiche connesse all'inquinamento interno trova la sua massima forma rappresentativa nelle nuove concezioni progettuali pensate per garantire spazi intelligenti e razionali (Logos), in equilibrio con l'ambiente (Oikos) e favorevoli alla vita (Bios).

Promotore di tale progetto è il Dott. Anton Schneider, fondatore dell'Istituto di Biologia Edile di Neubern in Germania, che nel 1976 con il termine Baubiologie<sup>14</sup> ridefinisce le tecnologie costruttive (impiantistiche, energetiche, ecologiche, sostenibili, di involucro) utili a garantire spazi favorevoli alla vita.

In un contesto in cui trova sempre maggiore diffusione il concetto di sostenibilità e la ricerca del benessere abitativo, le nuove progettazioni convergono verso l'adozione di un'architettura bioclimatica mirata all'adozione di soluzioni progettuali tecnologiche che assicurino condizioni di confort termico limitando, quindi, i consumi energetici per il raffrescamento ed il riscaldamento.

Si divulga, quindi, un modo di progettare maggiormente responsabile ed energeticamente consapevole, l' *Energy conscious design*<sup>15</sup> che, attraverso lo studio della conformazione fisica

---

<sup>14</sup> Studio degli esseri viventi in relazione alle costruzioni.

<sup>15</sup> "Energy conscious design", progetto fondato sull'esigenza di pensare all'energia in termini di risparmio e di agire per una redistribuzione più uniforme e compatibile delle risorse.

dell'edificio, dell'orientamento e del tipo di involucro, permette di conseguire confort ambientali con un minimo utilizzo di tecnologie impiantistiche.

### 1.5. L'INTELLIGENS DESIGN

In un periodo dove cresce la presa di coscienza degli sprechi energetici e la necessità di garantire benessere abitativo con un esiguo utilizzo degli impianti, cresce anche la competenza tecnica dei progettisti impegnati in una progettazione intelligente dell'edificio integrata alla scelta degli impianti.

Progettare in modo intelligente significa tener conto dei fattori:

- Ambientali:
  1. Progettazione attenta al clima locale ed alle stagioni (temperatura, umidità, irraggiamento solare, ventilazione);
  2. Progettazione in relazione al sito (caratteristiche dell'area e presenza di altre strutture ombreggianti attorno).
  
- Tipologici:
  1. Forma (migliore se compatta);
  2. Orientamento edificio e stanze al suo interno;
  3. Distribuzione ed orientamento di finestre.
  
- Tecnico – Costruttivi:
  1. Presenza di un efficace isolamento termico negli elementi verticali ed orizzontali;
  2. Tipologia e caratteristiche dell'elemento costruttivo trasparente;
  3. Uso passivo dell'energia solare diretta ed indiretta;
  4. Uso di tecnologie solari attive e ad alto rendimento.

A questi ultimi appartengono sia gli interventi sull'involucro che sull'impianto e possono essere sinteticamente analizzati nelle seguenti tecnologie:

- *Tecnologie Neo-tradizionali*: basate sulla riscoperta e rielaborazione di tecnologie antiche a basso impatto ambientale (terra cruda, struttura lignea massiccia, muratura in laterizio portante, murature e volte in tufo, etc.) in continuità con i sistemi costruttivi e forme del passato ma sviluppate secondo logiche e forme originali. Tra cui si possono evidenziare quelle leggere, che utilizzano sistemi costruttivi innovativi basati su materiali dal contenuto energetico basso, con cui sia possibile realizzare strutture caratterizzate dalla estrema leggerezza (cartone strutturale, strutture assemblate in legno o derivati del legno, cls cellulare, strutture di materiali derivanti dall'agricoltura, etc...);

- *Tecnologie d'involucro del fabbricato*: basate sull'incremento dello spessore o del numero degli strati che costituiscono il pacchetto di tamponamento o involucro dell'edificio e finalizzato al controllo del microclima interno attraverso la riduzione delle dispersioni di calore e il controllo dei flussi in ingresso (super-isolamenti, pareti a doppia pelle, superfici esterne selettive, griglie protettive, sistemi di schermatura, etc.);
- *Tecnologie impiantistiche passive*: basate sull'integrazione nel disegno degli spazi, dei volumi e degli elementi architettonici, di componenti e dispositivi in grado di garantire da un lato il recupero di risorse anche non energetiche, dall'altro lo sfruttamento delle proprietà dei materiali e dei fluidi per la climatizzazione degli ambienti (ventilazione naturale, massa termica, camini di ventilazione, camini di luce, sistemi a guadagno solare ed effetto serra, sistemi di riciclo e recupero delle acque, etc.);
- *Tecnologie energetiche rinnovabili attive*: basate sulla completa integrazione di una serie di componenti attivi nello sfruttamento delle risorse rinnovabili (solare termico e fotovoltaico, energia del vento, geotermia, etc.);
- *Tecnologie impiantistiche attive*: basate sull'impiego di dispositivi impiantistici ad alto rendimento (pompe di calore, impianti/elementi ad alta efficienza, recuperatori/scambiatori di calore, etc.) che consentono l'uso di risorse energetiche non nobili (biomasse, biofuel, calore naturale), il recupero di energie di scarto da reimmettere nel ciclo.

## *Capitolo II – La normativa Energetica Internazionale, Nazionale, Regionale*

### **2.1. IL DIBATTITO NORMATIVO**

Il dibattito internazionale sulle questioni dell'ambiente, dell'energia e sull'impatto dello sviluppo economico sulle risorse ambientali globali è convenuto all'idea che l'attuale sistema di produzione e utilizzo dell'energia sia insostenibile.

Non a caso l'energia se, da un lato, è un elemento fondamentale per lo sviluppo sostenibile, dall'altro è responsabile di una parte significativa degli effetti negativi delle attività umane sull'ambiente, in particolare sulla stabilità del clima globale.

Occorre, quindi, definire un impegno politico decisionale che crei le condizioni affinché si possa coniugare lo sviluppo economico e sociale con la tutela dell'ambiente. A tal proposito si sono succedute negli anni direttive e disposizioni legislative che hanno portato alla definizione di politiche di governo, ambientali ed energetiche che se da un lato sono sembrate per i cittadini "una fastidiosa imposizione", dall'altro hanno prodotto e produrranno profondi effetti sulla tutela ambientale.

### **2.2. LA NORMATIVA INTERNAZIONALE**

I numerosi dibattiti in materia energetica ed il succedersi di protocolli e convenzioni hanno permesso la definizione, in campo normativo, di strumenti di governo che regolamentino la progettazione del sistema edificio – impianto.

A livello internazionale occorre ricordare la **Carta Europea dell'Energia** (1991), il **Trattato sulla Carta dell'Energia** (1994) che fissa una cooperazione nel settore dell'energia con i Paesi dell'Europa Orientale ed il **Protocollo di Kyoto** (1997) volto ad ottenere la riduzione dei gas ad effetto serra.

Al Consiglio Europeo di Dublino (giugno 1990) il primo ministro dei Paesi Bassi aveva suggerito di instaurare una cooperazione nel settore dell'energia con i paesi dell'Europa Orientale e dell'ex Unione Sovietica per accelerare la loro ripresa economica e migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento della Comunità Europea.

La Commissione, che era stata invitata dal Consiglio a studiare le modalità migliori per attuare questa cooperazione, ha proposto nel 1991 l'idea di una Carta Europea dell'Energia. I negoziati

concernenti questa carta sono stati avviati a Bruxelles nel luglio 1991 e sono terminati nel 17 dicembre 1991, con la firma di un documento conclusivo, a l'Aia.

La Carta Europea dell'Energia promuove un modello di cooperazione energetica a lungo termine, in Europa e a livello mondiale, nel quadro di una economia di mercato, basato sull'assistenza reciproca nonché sul principio di non discriminazione.

I 51 firmatari intendono migliorare la certezza degli approvvigionamenti di energia e conseguire la massima efficienza nella produzione, conversione, trasporto, distribuzione ed impiego dell'energia per accrescere le condizioni di sicurezza e limitare al massimo i problemi ambientali su una base economica accettabile.

Il Trattato sulla Carta dell'Energia crea un quadro per la cooperazione internazionale tra i paesi europei ed altri paesi industrializzati, allo scopo in particolare di sviluppare il potenziale energetico dei paesi dell'Europa centrale ed orientale e di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico dell'Unione Europea.

Il Protocollo sull'efficienza energetica e sugli aspetti ambientali correlati mira a promuovere politiche in materie di efficienza energetica compatibili con lo sviluppo sostenibile, ad incentivare un utilizzo più efficiente e sano dell'energia e ad incoraggiare la cooperazione nel settore dell'efficienza energetica.

Il Trattato sulla Carta dell'Energia ed il protocollo sull'efficienza energetica e sugli aspetti ambientali correlati sono stati firmati il 17 dicembre 1994 a Lisbona da tutti i firmatari della Carta del 1991, ad eccezione degli Stati Uniti e del Canada.

Il Protocollo di Kyoto entra definitivamente in vigore il 16 febbraio 2005, grazie alla ratifica da parte della Russia. Questo significa che gli obiettivi sottoscritti nel 1997 dai Paesi aderenti (tra cui l'Italia), diventano vincolanti: riduzione dei livelli di emissione rispetto al 1990 del 5% per i Paesi industrializzati entro il 2012 e del 6,5% per l'Italia.

Nonostante gli obiettivi vincolanti del Protocollo, le emissioni di gas serra (biossido di carbonio CO<sub>2</sub>, metano CH<sub>4</sub>, protossido di azoto N<sub>2</sub>O, idrofluorocarburi HFC, perfluorocarburi PFC, esafluoro di zolfo SF<sub>6</sub>) continuano a mostrare tendenza all'aumento. I dati mostrano come nel caso dell'Italia nel 2008<sup>16</sup> la quota di emissioni di gas serra assegnata è stata superata di 8,9 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> e per l'energia rinnovabile l'Italia al 2008 si collocava attorno all'8,5% rispetto al target del 17%. E' corretto, quindi, che ogni singola realtà territoriale traduca gli obiettivi di Kyoto in obiettivi sulla propria scala territoriale.

---

<sup>16</sup> Rapporto SAIENERGIA 2009

### **2.2.1 La Direttiva Europea 2002/91/CE**

La forte spinta che si deve produrre nella direzione dell'efficienza energetica viene data anche dalle diverse Direttive Europee emanate.

In particolare il 16 Dicembre 2002 è stata emanata la direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia<sup>17</sup>.

Tale direttiva è stata recepita in Italia attraverso il D.Lgs. n. 192 del 19/08/2005 modificato ed ampliato dal successivo D.Lgs. n. 311 del 29/12/2006.

L'obiettivo della direttiva è promuovere il miglioramento energetico degli edifici nella Comunità tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, delle prescrizioni per quanto riguarda il clima degli ambienti interni e dell'efficacia sotto il profilo dei costi, adottando una metodologia di calcolo del rendimento energetico degli edifici unica a livello nazionale e regionale.

La direttiva contiene, inoltre, disposizioni riguardo l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico per gli edifici di nuova costruzione e per quelli già esistenti da ristrutturare di grande metratura, l'ispezione periodica degli impianti termici e la certificazione energetica. Il metodo di calcolo del rendimento energetico degli edifici deve tener conto dei seguenti aspetti:

- caratteristiche termiche dell'edificio (murature esterne e divisioni interne, ecc.);
- impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda, comprese le relative caratteristiche di coibentazione;
- sistema di condizionamento d'aria;
- ventilazione;
- impianto di illuminazione incorporato;
- posizione ed orientamento degli edifici, compreso il clima esterno;
- sistemi solari passivi e protezione solare;
- ventilazione naturale;
- il clima degli ambienti interni progettato.

Il calcolo deve, ancora, tener conto degli eventuali vantaggi forniti dai sistemi solari attivi ed altri impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, dai sistemi di cogenerazione e riscaldamento a distanza (complesso di edifici/condomini), illuminazione naturale. La tipologia di calcolo si differenzia anche in relazione alla classificazione degli edifici. La direttiva europea, inoltre, dà la possibilità Stati membri di non applicare i requisiti minimi ad edifici protetti o

---

<sup>17</sup> Energy performace of building – Methods for expressing energy performance and energy certification of building

fabbricati temporanei nonché siti industriali, officine ed edifici agricoli non residenziali a basso fabbisogno energetico.

Inoltre, in tema di certificazione energetica, gli Stati membri provvedono affinché, in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio, l'attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del proprietario o che questi lo metta a disposizione del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi. La validità dell'attestato è di dieci anni al massimo. Questo strumento ha valenza giuridica e permette ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell'edificio. L'attestato è corredato di raccomandazioni per il miglioramento del rendimento energetico in termini di costi-benefici per cui la redazione di tale attestato e le raccomandazioni che lo corredano devono essere redatte da esperti qualificati e riconosciuti.

Al fine di ridurre il consumo energetico e le emissioni di biossido di carbonio, gli Stati membri stabiliscono le misure necessarie affinché i sistemi di condizionamento d'aria e le caldaie vengano periodicamente ispezionati.

Riguardo i sistemi di condizionamento, per quelli con potenza nominale utile superiore a 12 kW si effettua un controllo sull'efficienza del sistema stesso, ed un controllo sul suo dimensionamento rispetto al fabbisogno dell'edificio.

### **2.2.2 La Direttiva Europea 2006/32/CE**

Un'altra direttiva intesa a promuovere il miglioramento energetico è la direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia ed i servizi energetici. Questa direttiva ha lo scopo di rafforzare il miglioramento, inteso come incremento, dell'efficienza degli usi finali dell'energia risultante da cambiamenti tecnologici, comportamentali e/o economici.

La direttiva individua nel settore pubblico e nella pubblica amministrazione il ruolo strategico nella promozione di una politica di efficienza energetica. Infatti, il pubblico diverrebbe da emblema per l'intera società così che gli interventi che andrebbero realizzati su edifici pubblici risulterebbero di notevole impatto e testimonianza per l'intera comunità.

Inoltre, la direttiva dispone di finanziamenti incentivanti per l'attuazione di programmi e misure di miglioramento dell'efficienza energetica e di disponibilità di sistemi di diagnosi energetica efficaci e di alta qualità destinati ad individuare eventuali misure di miglioramento dell'efficienza energetica applicate in modo indipendente a tutti i consumatori finali, compresi i clienti di piccole dimensioni nel settore civile, commerciale e le piccole e medie imprese, riconoscendo nella

diagnosi energetica l'equipollenza con la certificazione energetica di cui all'art. 7 della direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/2001 sul rendimento energetico nell'edilizia.

### **2.3. LA NORMATIVA NAZIONALE**

A livello territoriale, la sensibilità sui temi dell'energia e dell'ambiente si traduce nella consapevolezza che lo sviluppo territoriale e il governo non possono fare a meno di una politica di monitoraggio dei fabbisogni e di messa a punto di scelte coerenti, sostenibili ed efficaci.

Un importante settore energetico a cui è imputabile una gestione sregolata delle risorse energetiche disponibili e una consistente percentuale dei consumi del nostro paese è quello della climatizzazione estiva e invernale degli edifici.

La progettazione dell'involucro edilizio dal punto di vista dell'efficienza energetica, il fabbisogno d'energia primaria per il suo raffrescamento e riscaldamento, la progettazione del relativo impianto e la sua conduzione è da oggi regolamentato da una serie di strumenti legislativi sia di carattere normativo che attuativo.

#### ***2.3.1 La Legge 9 Gennaio 1991 n. 10 – “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”***

Rappresenta il riferimento normativo nazionale fondamentale nell'impostazione dei Piani Energetici a scala regionale e Comunale. In particolare, in ottemperanza a quanto predisposto dalla direttiva europea 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, l'art. 26 affida un ruolo prioritario per la diffusione delle fonti rinnovabili di energia o assimilate agli Enti Locali dato che si prevede che "negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate, salvo impedimenti di natura tecnica od economica. La progettazione di nuovi edifici pubblici deve prevedere la realizzazione di ogni impianto, opera ed installazione utili alla conservazione, al risparmio e all'uso razionale dell'energia".

La legge, in particolare all'articolo 5 comma 5, assegna ai Comuni con oltre 50.000 abitanti il compito di integrare il Piano Regolatore Generale (L. 1150/42) con “uno specifico piano relativo all'uso delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER)”.

Cronologicamente è la prima legge che in Italia si è occupata di risparmio energetico degli edifici.

***2.3.2 Il DPR n. 412 del 26 agosto 1993 “Norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini dei consumi d’energia, in attuazione dell’articolo 4 comma 4, legge 09.01.91 n. 10” e modificato dal D.P.R. n. 551/1999***

Tale Decreto di carattere attuativo assegna ai Comuni con oltre 40.000 abitanti il censimento ed il controllo degli impianti termici. Per valutare l'efficienza degli impianti termici il DPR 412/93:

- ✓ suddivide il territorio nazionale in sei zone climatiche in funzione dei gradi giorno comunali e indipendentemente dall’ubicazione geografica;
- ✓ stabilisce per ogni zona climatica la durata giornaliera di attivazione e il periodo annuale di accensione degli impianti di riscaldamento;
- ✓ classifica gli edifici in otto categorie a seconda della destinazione d'uso e stabilisce per ogni categoria di edifici la temperatura massima interna consentita;
- ✓ stabilisce i valori limite di rendimento per i generatori di calore ad acqua calda e ad aria calda.

Tale regolamento è stato modificato dal D.P.R. n°551/99. In relazione alla progettazione degli impianti le novità introdotte appaiono marginali, ad eccezione della novità di dotare gli impianti termici, al servizio di edifici la cui concessione edilizia è stata rilasciata dopo il 30 giugno 2000, di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del consumo energetico per ogni singola unità immobiliare. Più sostanziali sono invece le modifiche alle norme sull’esercizio e la manutenzione degli impianti, soprattutto in riferimento alla responsabilità e alle competenze sia dei responsabili degli impianti termici che degli installatori e dei manutentori.

***2.3.3. Il D.Lgs. n.192 del 19 Agosto 2005 – “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico dell’edilizia”***

Il Decreto in vigore dal 8/10/2005 ha come obiettivo principale quello di stabilire criteri, condizioni e modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l’integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas ad effetto serra posti al protocollo di Kyoto e promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico. Esso disciplina in particolare:

- la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici;
- l'applicazione dei requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici;
- i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici;
- le ispezioni periodiche degli impianti di climatizzazione;
- i criteri per garantire la qualificazione e l'indipendenza degli esperti incaricati della certificazione energetica e l'ispezione degli impianti;
- la raccolta delle informazioni e delle esperienze, delle elaborazioni e degli studi necessari all'orientamento della politica energetica del settore;
- la promozione dell'uso razionale dell'energia anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, la formazione e l'aggiornamento degli operatori del settore.

Con l'entrata in vigore del presente decreto sono definiti, oltre ai criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi finalizzati al contenimento dei consumi di energia e al raggiungimento degli obiettivi, i criteri generali di prestazione energetica per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata nonché per l'edilizia pubblica e privata, ed ancora i requisiti professionali e i criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti o degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione.

Tale decreto viene applicato ad edifici di nuova costruzione ed edifici oggetto di ristrutturazione, tranne che per fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono riscaldati per esigenze del processo produttivo o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili, ed ancora a fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 metri quadrati.

Il Decreto inoltre favorisce l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia quali il solare termico per la produzione di a.c.s., il fotovoltaico ed il teleriscaldamento.

Tale utilizzo è limitato al 20% per edifici situati nei centri storici.

Promuove, ancora, la diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto al fine di individuare gli interventi di riduzione di spesa energetica, i relativi tempi di ritorno degli investimenti e i miglioramenti di classe energetica dell'edificio.

Per quanto riguarda le funzioni degli enti locali, assegna alle Province e Regioni il compito di eseguire accertamenti e ispezioni necessarie all'osservanza delle norme relative al contenimento dei

consumi di energia nell'esercizio e nella manutenzione degli impianti di climatizzazione e promuove la realizzazione di programmi informatici per la costituzione dei catasti degli impianti di climatizzazione presso le autorità competenti, per avere un controllo sempre maggiore delle prestazioni energetiche della filiera edilizia.

#### **2.3.4. Le Verifiche**

In attesa dei decreti attuativi vige attualmente un regime normativo transitorio in merito ai requisiti della prestazione energetica degli edifici, valgono quindi le verifiche contenute dal D.Lgs. n. 192/05 in particolare all'allegato I. L'allegato stabilisce le verifiche da effettuare per le varie categorie di edifici in base al tipo d'intervento ed alla zona climatica. Quest'ultima è individuata dai gradi giorno (GG) che è il parametro rappresentativo del clima nelle varie città italiane, ed è funzione della differenza tra temperatura interna ed esterna. Le verifiche riguardano quindi:

- **INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (E<sub>Pi</sub>)**, definito come il fabbisogno di energia primaria annuo per unità di superficie o di volume dell'edificio. Si deve verificare che il valore caratteristico degli edifici sia inferiore al valore ammissibile indicato dalla norma.
- **RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE ( $\eta_g$ )**, ovvero il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche, compresa l'energia elettrica dei dispositivi ausiliari calcolato con riferimento al periodo annuale d'esercizio.
- **TRASMITTANZA TERMICA (K o U)**, che esprime la quantità di calore che nell'unità di tempo in regime stazionario attraversa un elemento di dimensioni unitarie. La verifica è soddisfatta se il valore caratteristico degli elementi costituenti l'involucro dell'edificio sia inferiore al valore ammissibile indicato dalla norma.
- **MASSA SUPERFICIALE**, ovvero la massa per unità di superficie delle pareti opache compresa la malta nei giunti ed esclusi gli intonaci. Occorrerà verificare per località in cui il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è maggiore di 250 W/mq, la massa superficiale  $M_s$  delle pareti opache verticali, orizzontali e inclinate deve risultare maggiore di 230 Kg/m<sup>2</sup>.

- CONDENSA, occorrerà verificare l'assenza di condensa superficiale e che la presenza di condensa interstiziale si limiti a quella pari alla quantità rievaporabile come nella UNI EN 13788. Al fine di verificare l'insorgere o meno della condensa pertanto controllare che la temperatura, superficiale e/o interna alla parete, sia maggiore della relativa temperatura di condensazione (ovvero che la pressione parziale del vapore sia maggiore della pressione di saturazione).
- OBBLIGO SCHERMI ESTERNI, occorrerà verificare la presenza di sistemi schermanti esterni per edifici con superficie utile maggiore di 1000 mq.

***2.3.5. Il D.Lgs. 29 Dicembre 2006 n. 311 "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 Agosto 2005 n. 192 recante attuazione alla Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico dell'edilizia"***

Il Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n. 311, in vigore dal 2/2/2007, reca disposizioni integrative e correttive del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 che, sulla base della delega conferita al Governo dalla legge comunitaria 2003, ha dato attuazione alla direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia. Le misure previste dal decreto sono volte:

- allo sviluppo della politica energetica nazionale e regionale del settore civile;
- all'integrazione e alla correzione del testo del D.Lgs. 192/2005 sulla base dei risultati emersi nel primo periodo di applicazione.

Le principali novità introdotte dal D.Lgs. n. 311/2006 rispetto al D.Lgs. n. 192/05 sono così riassumibili:

- l'obbligo del "certificato energetico", attestante la capacità di risparmio energetico di un determinato edificio nel momento in cui viene immesso sul mercato immobiliare, necessario dal 1° luglio 2007 per gli edifici già esistenti o in fase di costruzione già da Ottobre 2005. Tale certificato risulta, inoltre, indispensabile dal 1° gennaio 2007 per godere dei benefici fiscali previsti per la ristrutturazione di edifici in funzione di una maggiore efficienza energetica;
- l'anticipazione al 1° gennaio 2008 dei livelli di isolamento termico previsti per il 1° gennaio 2009 e introduzione di un livello di isolamento molto più incisivo a partire dal 2010;

- l'obbligo del solare termico per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, per una frazione almeno del 50% del fabbisogno di acqua calda in tutti i nuovi edifici per i quali inoltre è previsto l'obbligo di un impianto fotovoltaico la cui potenza sarà definita con apposito decreto ministeriale.

Il nuovo decreto stabilisce inoltre che, fino all'adozione delle *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici* l'Attestato di Certificazione Energetica venga sostituito - a tutti gli effetti - dall'Attestato di Qualificazione Energetica. Per attestato di certificazione energetica s'intende il documento redatto nel rispetto delle norme contenute nel suddetto decreto, attestante la prestazione energetica ed eventualmente alcuni parametri energetici caratteristici dell'edificio. In tal caso, il tecnico ha l'obbligo di redigere una relazione tecnica, un rapporto di controllo tecnico per impianti termici di potenza maggiore a 35 kW e un rapporto di controllo tecnico per impianti termici di potenza inferiore a 35 kW.

Il primo documento contiene informazioni circa i fattori tipologici dell'edificio o del complesso di edifici, i parametri climatici della località, i dati tecnici e costruttivi dell'edificio (o del complesso di edifici) e delle relative strutture, i dati relativi all'impianto termico e i principali risultati dei calcoli; il secondo contiene informazioni circa la documentazione tecnica a corredo, l'esame visivo ed il controllo della centrale termica e dell'impianto, il controllo del rendimento di combustione; il terzo contiene l'identificazione dell'impianto, l'esame visivo del locale di installazione, il controllo evacuazione dei prodotti della combustione e del rendimento della combustione ed il controllo dell'impianto.

L'attestato di qualificazione energetica è, invece, quel documento "transitorio" che sostituisce, in quelle regioni sprovviste del decreto attuativo, l'attestato di certificazione energetica. E' un documento rilasciato dal costruttore (e redatto dal progettista o dal direttore lavori) contestualmente alla conformità delle opere in progetto. Esso va depositato in comune e può essere utilizzato per ottenere gli eventuali benefici di legge per ristrutturazioni e/o installazione di impianti produttori di energia termica a fonte rinnovabile. Mentre "l'attestato di qualificazione energetica può essere redatto da "chiunque" competente in materia di edilizia, per esempio il direttore lavori o il progettista dell'immobile, quello "di certificazione energetica" è firmato e sottoscritto da un "soggetto certificatore" competente e abilitato all'esercizio di tale professione.

Pertanto, potremmo dire che mentre il primo è uno strumento di carattere comunicativo che informa il compratore dell'immobile, il secondo è di carattere normativo che attesta le

caratteristiche e il rispetto dei requisiti minimi dell'edificio ai fini dell'ottenimento dei titoli abilitati.

Il Decreto inoltre apporta delle modifiche al D.Lgs. n. 192/05 relative al regime transitorio in precisione alle metodologie di base di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici e introduzione dei limiti minimi di efficienza degli impianti termici e massimi di trasmittanza dell'involucro edilizio; definisce le disposizioni di installazione e ristrutturazione integrale degli impianti termici nonché la sostituzione dei generatori di calore ed esplicita la necessità di diagnosi energetica dell'edificio per installazione di impianti di potenza superiore a 100kW; inserisce le norme volte a risolvere eventuali conflitti tra disposizioni che migliorano l'efficienza energetica degli impianti e le esigenze di sicurezza degli stessi; precisa meglio le condizioni che consentono l'utilizzo del metodo semplificato nel calcolo della prestazione energetica degli edifici e limita maggiormente la percentuale di superficie trasparente nell'involucro edilizio.

Relativamente alle verifiche da effettuare, il D.Lgs. n. 311/06 apporta disposizioni differenti sul piano applicativo rispetto al D.Lgs. n. 192/05 riguardo l'applicazione della verifica della massa superficiale, gli obblighi per la sostituzione dei generatori ed introduce nuovi valori di Trasmittanza e Indice di Prestazione Energetica.

***2.3.6. Il D.P.R. 2 Aprile 2009 n. 59 "Regolamento di attuazione dell'art.4 comma 1 lettere a e b del Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, concernente attuazione della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia"***

Il Decreto ha come fine quello di delineare un regolamento atto a definire un metodo di calcolo della prestazione energetica, specificando ancor di più gli ambiti di intervento del Decreto fonte.

Per il calcolo della prestazione energetica degli edifici il Decreto impone l'adozione di Norme Tecniche Nazionali appartenenti alla Norma EN a supporto della Direttiva 2002/91/CE della serie UNI/TS 11300, in particolare:

- UNI/TS 11300 - 1 per la Determinazione del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300 - 2 per la Determinazione del fabbisogno di energia primaria e rendimento termico per la climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria.

Inoltre, il Decreto definisce i criteri generali ed i requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti.

Infatti, al suo art. 4 stabilisce che nel caso di edifici di nuova costruzione e nei casi di ristrutturazione di edifici esistenti si procede, in sede progettuale, in prima istanza, alla determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI) ed alla successiva verifica dei valori rispetto a quelli indicati al punto 1 allegato C D.Lgs. n. 192/05; successivamente si procede alla determinazione ed alle relative verifiche dell'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio (Epe, invol) cioè il rapporto tra il fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento, in base alla temperatura di progetto estiva, e la superficie utile, per gli edifici residenziali, o il volume per gli edifici con altre destinazioni; ed ancora alla determinazione e verifica della trasmittanza termica (U) degli elementi costituenti l'involucro dell'edificio.

In caso, invece, di nuova installazione o ristrutturazione degli impianti termici o sostituzione dei generatori di calore indica di procedere al calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico ed alla verifica che lo stesso risulti maggiore rispetto al valore limite riportato al punto 5 dell'allegato C al D.Lgs. n. 192/05.

Il Decreto dispone inoltre, al suo art. 4, di indicazioni in caso di sostituzione dei generatori di calore, di installazione di impianti alimentati da fonte rinnovabile, di determinazione del fabbisogno annuo di energia primaria, di verifica dell'assenza di condensa e per tutte le categorie di edifici, ad eccezione della categoria E8, nel caso di nuova costruzione e ristrutturazione di edifici esistenti da realizzarsi in zona climatica C, D, E ed F, il valore della trasmittanza (U) delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti deve essere inferiore o uguale a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , nel caso di pareti divisorie verticali ed orizzontali.

Il medesimo limite deve essere rispettato per tutte le strutture opache, verticali, orizzontali ed inclinate, che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di impianto di riscaldamento.

Oltre alle misure sull'involucro e sugli impianti il Decreto promuove l'efficacia dei sistemi schermanti, delle fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica, la realizzazione di programmi informatici per la costituzione di catasti degli impianti di climatizzazione presso le autorità competenti, senza nuovi oneri per gli enti interessati ed i criteri generali ed i requisiti generali per l'esercizio, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale.

### **2.3.7. Il D.M. 26 Giugno 2009 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”**

Per un’applicazione omogenea, coordinata e immediatamente operativa della certificazione energetica degli edifici su tutto il territorio nazionale, è stato emanato il Decreto Ministeriale 26/06/2009 allo scopo di definire le Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici e fissare strumenti di raccordo, concertazione e cooperazione tra lo Stato e le Regioni.

Scopo delle dette linee guida è:

- ✓ fornire informazioni sulla qualità degli immobili, anche nel caso di acquisti e locazioni;
- ✓ riqualificare energeticamente le abitazioni per la loro rivalutazione monetaria;
- ✓ fornire informazioni sui consumi degli immobili;
- ✓ contribuire ad un’applicazione omogenea della certificazione energetica degli edifici coerente con la direttiva 2002/91/CE e con i principi desumibili dal D.Lgs. n. 192/05, attraverso la definizione di una procedura nazionale che comprenda:
  - l’indicazione di un sistema di classificazione degli edifici;
  - l’individuazione di metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Le disposizioni contenute nelle Linee Guida Nazionali si applicano per le regioni e le province autonome che non abbiano ancora provveduto ad adottare propri strumenti per la certificazione energetica degli edifici in applicazione alla Direttiva 2002/91/CE e, comunque, sino alla data di entrata in vigore dei predetti strumenti regionali di certificazioni energetica degli edifici.

Le regioni e le province che alla data del presente decreto abbiano già provveduto al recepimento della direttiva 2002/91/CE e quindi hanno già emanato proprie linee guida, effettueranno un graduale ravvicinamento dei propri strumenti regionali di certificazione energetica degli edifici alle presenti linee guida. La procedura di certificazione energetica degli edifici comprende:

- l’esecuzione di una diagnosi, o di una verifica di progetto, finalizzata alla determinazione della prestazione energetica dell’immobile e all’individuazione degli interventi di riqualificazione energetica;
- la classificazione dell’edificio in funzione degli indici di prestazione energetica;

- il rilascio dell'attestato di certificazione energetica, che il soggetto certificatore entro i 15 giorni successivi alla redazione dovrà trasmettere copia alla Regione o Provincia autonoma competente per territorio.

Ai sensi dell'art. 8 comma 2 del D.Lgs. n. 311/2006, invece, l'attestato di qualificazione è obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione e deve essere predisposto da un tecnico abilitato non necessariamente estraneo alla proprietà, alla progettazione o alla realizzazione dell'edificio, deve essere asseverato dal Direttore dei Lavori e presentato al Comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori.

La differenza dall'attestato di certificazione energetica sta essenzialmente nei soggetti che sono chiamati a redigerlo e nell'assenza dell'attribuzione di una classe di efficienza energetica all'edificio in esame, che viene solo proposta dal tecnico che lo redige.

### ***2.3.8. La normativa in materia di riqualificazione energetica degli edifici: il D.M. 11/3/2008 ed il D.M. 26/01/2010***

Sulla base di quanto prefissato dalla Legge 24 dicembre 2007 n. 244, nota come Legge Finanziaria 2008, ed in considerazione delle misure di contenimento energetico intraprese dalla collettività viene emesso il D.M. 11 marzo 2008 “attuazione dell’art. 1, comma 24, lettera a) della Legge 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell’applicazione dei commi 344 e 345 dell’art.1 della Legge 27 dicembre 2006, n. 296” ed il D.M. 26 gennaio 010 “aggiornamento del Decreto 11 marzo 2008 in materia di riqualificazione degli edifici”.

Entrambi i decreti regolamentano il riconoscimento degli incentivi, in materia di riqualificazione energetica degli edifici, che devono essere riconosciuti per soli interventi che conseguono valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale e di valori di trasmittanza termica adeguatamente più stringenti di quelli minimi obbligatori di cui al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

In particolare il Decreto 26 gennaio 2010 modifica sensibilmente i valori limite previsti nel D.M. 11 marzo 2008 della trasmittanza termica dell'involucro edilizio, il cui rispetto è necessario per accedere alle detrazioni fiscali del 55% per gli interventi di riqualificazione energetica, e di requisiti necessari all'ottenimento delle agevolazioni qualora l'intervento di riqualificazione energetica globale dell'edificio preveda la sostituzione di generatori di calore con generatori di calore alimentati da biomasse combustibili. In tal caso il provvedimento

prevede che nelle zone climatiche C, D, E ed F i valori della trasmittanza delle chiusure apribili e non che delimitano l'edificio verso l'esterno o verso locali non riscaldati, rispettino i valori limite riportati nella tabella 4a presente al punto 4 dell'allegato C del D.Lgs. n. 192/05.

Tale puntualizzazione occorre per evitare che si ricorra ad un utilizzo incontrollato delle biomasse in edifici con involucro a basse prestazioni energetiche, contribuendo così a contenere l'immissione di polveri sottili nell'aria.

Inoltre, il nuovo Decreto chiarisce le modalità per il calcolo dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale e delle trasmittanze degli elementi costituenti l'involucro edilizio definendo quale metodologia da utilizzare quella di cui all'art. 3 del D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59; ritenendo valido, nel caso di procedura semplificata anche lo schema riportato all'allegato 2 al Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2009 per la determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale dell'edificio.

#### **2.4. LA NORMATIVA REGIONALE**

Il Decreto Legislativo 311 detta criteri generali di indirizzo dell'attività di programmazione energetica delle regioni, prevedendo, da parte delle medesime, un Programma di riqualificazione energetica del parco immobiliare, in accordo con gli enti locali.

Il Programma riguarderà diversi aspetti, quali:

- ✓ la realizzazione di campagne di informazione sull'efficienza energetica degli usi finali, anche in collaborazione con le imprese distributrici di energia;
- ✓ l'attivazione di accordi con le parti sociali;
- ✓ l'applicazione di un sistema di certificazione energetica;
- ✓ la realizzazione di diagnosi energetiche a partire dagli edifici a minore efficienza;
- ✓ la definizione di regole coerenti con i principi del decreto per eventuali sistemi di incentivazione locali;

- ✓ la promozione di strumenti di finanziamento per interventi di miglioramento individuati in sede di certificazione energetica oppure delle attività ispettive previste per gli impianti dotati di generatori di calore di età superiore ai 15 anni.

Le regioni devono considerare inoltre, fra gli strumenti di pianificazione ed urbanistici, le soluzioni necessarie all'uso razionale dell'energia e all'uso di fonti rinnovabili, dettando indicazioni anche in ordine all'orientamento ed alla conformazione degli edifici da realizzare al fine di massimizzare lo sfruttamento della radiazione solare.

## Capitolo III – Il Piano Energetico

### 3.1. IL RUOLO DEL PIANO ENERGETICO

Nel rilancio di uno sviluppo sostenibile, proprio il fattore energetico sembra essere il nodo cruciale intorno al quale si raggruppano le criticità che hanno portato al collasso del sistema e, al tempo stesso, le occasioni e le possibilità di un suo rilancio.

A tal proposito, sembra essere diventata decisiva l'adozione di uno strumento di *governance* locale che miri alla programmazione di uno sviluppo economico sostenibile mediante interventi in grado di conseguire i più elevati livelli di efficienza, competitività, flessibilità e sicurezza grazie all'interazione di fattori quali l'uso razionale delle risorse presenti sul territorio, l'incremento del risparmio energetico e l'utilizzo di fonti rinnovabili.

Chiaramente lo sganciamento da un modello energetico legato esclusivamente alle fonti fossili dipenderà sia dalla capacità dei territori di contenere e ridurre la domanda, che dalla parallela volontà di investire nella diversificazione della produzione.

Il Piano energetico si presenta come uno strumento organico, una pianificazione accurata delle attività da porre in essere che dovrebbe, contestualmente, porre fine alle iniziative sporadiche, incostanti e, quindi, incapaci di produrre vero cambiamento. Per questo motivo, condizione necessaria è l'articolazione e intersecazione del Piano con gli altri strumenti programmatici e di settore in modo da renderlo uno strumento di programmazione dinamico, capace, cioè, di adattarsi alle trasformazioni del mercato, alle evoluzioni tecnologiche, economiche e sociali, e alle trasformazioni del quadro di riferimento nazionale e comunitario.

Il Piano energetico è chiamato, quindi, a farsi promotore degli accordi di Kyoto, a valorizzare le risorse naturali ed ambientali presenti sul territorio, a promuovere processi di sviluppo territoriali, a stimolare lo sviluppo di modelli di *governance* locali che avviino misure di politica industriale fortemente innovative e a potenziare la ricerca e il trasferimento tecnologico.

Diverse sembrano, allora, essere le sfide associate al comparto energetico; da un lato, far sì che l'introduzione di politiche energetiche incentrate sulla progressiva «decarbonizzazione» offra importanti opportunità commerciali nei settori tecnologici legati all'efficienza energetica e alle energie rinnovabili, promuovendo, oltre al contenimento della spesa energetica, anche una modernizzazione ecologica del sistema economico; dall'altro, la creazione di un sistema di *governance* a livello locale che consenta di investire sul territorio, stabilendo condizioni di convenienza insediative per le imprese, privilegiando la qualità delle infrastrutture e dei servizi del territorio per favorirne la permanenza; ed

ancora ri-orientare immediatamente quei progetti o atteggiamenti che non raggiungerebbero gli obiettivi prefissati e privilegiare, al contrario, i progetti che coinvolgono più imprese e maggiori settori produttivi e si rivelino a minore impatto ambientale e a maggior impatto tecnologico ed occupazionale; non per ultimo potenziare la ricerca e lo sviluppo, investendo sulla formazione permanente.

### **3.2. LE FINALITÀ DEL PIANO ENERGETICO**

Le emissioni di gas climalteranti sono un indicatore dell'impatto ambientale del sistema di trasformazione ed uso dell'energia che non può essere ignorato dalle presenti e future politiche di riconversione, efficienza e contenimento del consumo energetico.

Procedere verso un sistema energetico sostenibile significa, nel concreto, orientarsi verso una maggiore efficienza e razionalità negli usi finali dell'energia, promuovendo, da un lato, modi innovativi di utilizzo e trasformazione dei combustibili fossili (che rappresentano ancora la fonte energetica prevalente) e, dall'altro, un crescente ricorso alle fonti rinnovabili di energia.

Questa spinta al cambiamento verso un modello energetico sostenibile avviene proprio dalla constatazione che anche la politica energetica sta cambiando, sia a livello internazionale che a livello nazionale, chiamando in causa un maggiore interesse e una maggiore responsabilità degli attori presenti nei diversi territori.

Il Piano Energetico si presenta come uno strumento organico in grado di progettare, indirizzare e sostenere questo cambiamento; esso, infatti, si pone l'obiettivo di individuare quelle azioni e quegli strumenti in grado di garantire lo sviluppo di un sistema energetico locale efficiente e sostenibile che dia priorità al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili come mezzi per la riduzione dei consumi di fonti fossili e delle emissioni di CO<sub>2</sub> e, contestualmente, per una maggiore tutela ambientale.

Parimenti, si propone di garantire lo sviluppo di un sistema energetico locale efficiente e sostenibile che risulti coerente con le principali variabili socio-economiche presenti sui territori locali.

Il Piano Energetico, inoltre, apporta un valore aggiunto che risulta essere fondamentale all'interno di una seria pianificazione energetica, consente di superare la frammentazione delle azioni, spesso sporadiche, scoordinate, e quindi non inserite organicamente all'interno di una progettazione più ampia, che finiscono per essere meri esercizi di buona volontà sterili, senza una reale incidenza.

Bisogna, infatti, essere consapevoli che l'evoluzione del sistema energetico verso livelli sempre più elevati di consumo e l'emissione di sostanze climalteranti non possono essere fermate se non introducendo dei livelli di intervento molto vasti che coinvolgono il maggior numero di attori possibili e il maggior numero di tecnologie.

Il Piano Energetico diviene la risposta a questa esigenza in quanto consente di analizzare e valutare i processi in atto e delinearne una razionalizzazione, di definire e tradurre gli obiettivi in impegni specifici per fonte energetica e settore economico, di coniugare le affermazioni di principio e gli obiettivi teorici grazie ad una attenta mediazione con il contesto storico e socio-economico, di associare le problematiche climatiche ed energetiche alle opportunità derivanti dall'attuazione del protocollo di Kyoto e favorire, in questo modo, la costruzione di un sistema energetico a basse emissioni di carbonio promuovendone una modernizzazione ecologica.

Molteplici risultano, dunque, le finalità del Piano Energetico, ovvero, la riduzione della domanda energetica da conseguire attraverso una migliore efficienza e razionalizzazione sia delle risorse che dei consumi con particolare riferimento alla domanda pubblica, la diversificazione ed il decentramento della produzione energetica da conseguire assegnando la priorità all'uso delle fonti rinnovabili e dei nuovi settori ad esse associabili, ed ancora la creazione di uno spazio comune per la ricerca e il trasferimento tecnologico ed un solido coordinamento delle politiche di settore e dei relativi finanziamenti.

### **3.3. IL RUOLO DEGLI ENTI PUBBLICI**

Il nuovo corso dello sviluppo sostenibile passa attraverso le sfide dell'efficienza energetica e dello sviluppo delle fonti rinnovabili. In questa sfida, gli enti locali sono chiamati ad un salto qualitativo nella propria azione, visto il ruolo decisivo che è loro assegnato (non ultimo da Agenda 21), ovvero devono sapersi trasformare da luoghi di transito di reti e cantieri infrastrutturali a territori capaci di progettare ed accompagnare uno sviluppo armonico ed integrato del territorio.

Gli impegni di Kyoto dovrebbero, quindi, rappresentare un'opportunità di rilancio verso forme di economia sostenibili e verso una profonda riconversione economica e produttiva; ciò nonostante molti enti locali registrano ritardi o brusche frenate in questo cammino.

In questo contesto, appare sempre più importante il ruolo dell'ente pubblico nella *governance* di questi cambiamenti, soprattutto per i molteplici aspetti nei quali è interessato.

L'ente pubblico, infatti, è prima di tutto proprietario e gestore di un proprio patrimonio formato da edifici, illuminazione, veicoli; è evidente, quindi, che le azioni di promozione del risparmio energetico saranno più efficaci e più performative anche a livello comunicativo se l'ente pubblico avrà effettuato interventi rivolti in primo luogo al proprio patrimonio. Questo permetterà non solo di migliorare la qualità energetica del proprio parco edilizio (con significative ricadute anche in termini di risparmio), ma anche di favorire la diffusione degli interventi nel privato.

L'ente pubblico, però, è anche il pianificatore, il programmatore e il regolatore del territorio e delle sue attività. In questo senso, le amministrazioni dovranno maturare una significativa capacità di intervento e monitoraggio per assolvere al meglio le funzioni di attuazione, gestione, controllo e verifica della pianificazione energetica sul territorio; sarebbe, dunque, auspicabile l'attivazione di appositi organismi di assistenza e di consulenza in materia energetica che sappiano non solo monitorare l'attuazione del piano, ma anche indirizzare e consigliare il cittadino sugli aggiornamenti e le modifiche che si rendessero necessarie.

Sarebbe anche opportuno integrare gli obiettivi di sostenibilità energetica con gli altri strumenti di programmazione urbanistica, territoriale o di settore di cui già si dispone così che la sostenibilità energetica potrà essere davvero uno strumento efficace ad ampio raggio, organicamente coerente con lo sviluppo economico, sociale e produttivo del territorio.

L'ente pubblico, infine, può diventare un partner, coordinatore o promotore di iniziative su larga scala.

Molte azioni, infatti, sono difficilmente gestibili dalla pubblica amministrazione con gli strumenti di cui normalmente dispone; possono, però, essere promosse attraverso uno sforzo congiunto che interessi più attori, con l'evidente vantaggio di distribuire i costi economici delle azioni in campo energetico, svincolandone la realizzazione dalla dipendenza delle risorse pubbliche e garantendone una diffusione più ampia.

Una simile tipologia di intervento può rappresentare un'importante opportunità di innovazione per le imprese e per il mercato e può diventare la sede per la promozione efficace di nuove forme di partnership nell'elaborazione di progetti operativi o per la sponsorizzazione di varie azioni di intervento.

L'amministrazione pubblica dovrà, in questo senso, porsi come referente per la promozione di tavoli di lavoro con soggetti pubblici e privati che partecipino, direttamente o indirettamente, alla gestione dell'energia sul territorio e per individuare criticità, orientamenti e opportunità e promuovere opportuni accordi o finanziamenti per iniziative su differenti settori.

### **3.4. L'ISTITUZIONE NORMATIVA DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE**

La legge 9 gennaio 1991 n. 10 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" attribuiva alle Regioni in diritto-dovere di pianificare e legiferare in materia di energia individuando quali sarebbero potuti essere i bacini energetici presenti sul loro territorio regionale e quale consumo

razionale attribuire loro.

La Legge n. 10 all'articolo 5 imponeva ai Piani Regolatori Generali Comunali redatti secondo la Legge 17 Agosto 1942 n. 1150 (Legge Madre dell'Urbanistica) e successive loro modificazioni ed integrazioni di prevedere un piano specifico relativo al consumo razionale dell'energia e all'utilizzo di fonti rinnovabili; tale strumento prende il nome di Piano Energetico Comunale (PEC).

Oggi, a distanza di 18 anni dall'entrata in vigore della legge quasi tutte le regioni italiane si sono attrezzate con un Piano Energetico Ambientale Regionale ed alcune di esse anche con delle Leggi Regionali in materia.

L'istituto della Pianificazione Energetica a livello comunale rimane ancora una pratica poco diffusa nei comuni italiani e sono soprattutto le città del centro-nord che già da diversi anni dispongono del PEC in vigore sul proprio territorio comunale.

### **3.5. I CONTENUTI DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE**

Il Piano Energetico Comunale rappresenta una concreta applicazione dei Piani Energetici Regionali con l'obiettivo principale di rendere gli strumenti urbanistici di governo del territorio coerenti con gli indirizzi di politica energetica, segnatamente alla promozione delle fonti rinnovabili.

L'obbligo della Legge n. 10 di redigere un piano energetico implica i comuni a censire i fabbisogni energetici del territorio di competenza, i quali vanno a costituire il punto di partenza di una pianificazione razionale ed efficiente dei sistemi di produzione di energia.

La redazione del PEC in Italia, tuttora, gode ancora di una piena discrezionalità, anche se, interpretando al meglio lo spirito della norma, la politica energetica europea e nazionale ed una casistica di piani energetici tuttora vigenti, esso si può definire come quello strumento che fornisce da un lato la fotografia dell'attuale situazione dei consumi energetici del comune, dall'altro lo scenario di quali possano essere le prospettive future di impiego delle singole fonti di energia. Il PEC ha, quindi, lo scopo di comporre un quadro sintetico, ma completo, delle criticità presenti nell'ambiente urbano relative ai consumi e delle potenzialità energetiche non ancora sfruttate nell'ambito del territorio comunale.

In particolare, nel settore residenziale, il piano energetico prevede che il RUEC sia un importante strumento mediante il quale possono effettuarsi i primi interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti. Per ottenere questo, esso deve contenere indicazioni verso il contenimento dei consumi dell'edificato, implementando le procedure di certificazione che debbono quindi rappresentare sia un "vincolo" normativo che un' "opportunità" per la valorizzazione di quelle

imprese in grado di rispondere tecnologicamente ed operativamente a questi nuovi requisiti che il comune deve possedere.

L'elaborato energetico è solitamente organizzato in due parti. Una prima, analitica, costituita da un inquadramento generale territoriale ed energetico in cui vengono effettuati bilanci, analisi dei dati e descritte le principali azioni già esistenti. Tutto ciò analizzando le risorse disponibili sul territorio in termini di servizi e forniture recependo le indicazioni degli strumenti legislativi e giuridici già in vigore. Questa parte è costituita da due sottosezioni: “Analisi e proiezioni dei consumi energetici” e “Disamina delle fonti di energia e tecnologie alternative” possibili sul territorio comunale.

Una seconda parte, operativa, contiene gli interventi che dovranno essere realizzati ed i risultati attesi dalla loro attuazione, nonché le indicazioni strategiche per una politica energetica futura. Tale parte è anch'essa costituita da due sottosezioni: “Scenario tendenziale ed obiettivo” e “Linee guida di politica energetica, monitoraggio del sistema energivoro urbano e studi di fattibilità”. Questa sezione rende lo strumento energetico dinamico creando un ponte tra lo stesso ed eventuali progetti mirati di innovazione tecnologica.

### **3.5.1 *Analisi e proiezioni dei consumi energetici***

Il lavoro di analisi del documento prevede la “georeferenziazione” dei consumi con la creazione di mappe dei consumi. In tali quadri vengono valutate le evidenti criticità e abusi come le emissioni di gas serra nell'ambiente.

La distribuzione dei consumi viene studiata suddividendo gli stessi in base ai vettori energetici utilizzati, ovvero gas, metano, propano, gasolio, legno, energia elettrica e in base agli ambiti di gestione urbana in cui l'energia viene impiegata (residenziale, terziario, pubblico, dei trasporti, dell'industria e dell'agricoltura).

I dati acquisiti vengono stimati in proiezione, valutando le variazioni dei consumi energetici a breve, medio e lungo termine, al fine di ottenere indicazioni sulle conseguenze evolutive della domanda di energia.

### **3.5.2 *Disamina delle fonti di energia e tecnologie alternative***

Con l'impiego delle fonti di energia rinnovabili o assimilate è possibile soddisfare la domanda di energia con tecnologie differenti rispetto a quelle tradizionali. Infatti, questa classe di fonti energetiche consente di predisporre una offerta di energia in grado di conseguire vantaggi sia di tipo economico

che ambientale, attraverso una diversificazione ed una razionalizzazione dell'utilizzo delle risorse energetiche.

Per ciascuna delle tecnologie e dei sistemi impiantistici più complessi il piano energetico fornisce un focus dello stato dell'arte evidenziando nel contempo sia le caratteristiche tecnologiche, sia le potenzialità dei dispositivi disponibili sul mercato.

### **3.5.3 *Scenario Tendenziale e Scenario Obiettivo***

Nella pianificazione energetica sono individuate due ipotesi di evoluzione del sistema globale comunale al fine di valutare quantitativamente le variazioni che tali evoluzioni possono implicare allo scenario attuale e confrontandole tra esse.

La prima ipotesi è detta Scenario Tendenziale dove non vengono messe in atto azioni di miglioramento energetico.

La seconda è lo Scenario Obiettivo, ovvero la costruzione di un processo di efficientizzazione energetica basato su azioni migliorative praticabili entro un certo anno di riferimento. Tale scenario di evoluzione viene definito per tutti gli ambiti della vita comunale ponderando l'efficacia dei singoli interventi in relazione alle risorse economiche disponibili e al grado di applicazione in linea con le potenzialità del territorio.

Le tecnologie e fonti alternative suggerite vengono inquadrare da un punto di vista economico e ambientale nell'ambito del contesto territoriale del comune.

Lo Scenario Obiettivo consente di verificare non solo la riduzione dei consumi, ma soprattutto l'efficacia dei diversi interventi in termini economici e di mercato e il guadagno ottenibile mediante il loro impiego.

### **3.5.4 *Linee guida di politica energetica, monitoraggio del sistema e studi di fattibilità***

Le conclusioni del lavoro svolto forniscono le linee guida e le previsioni per la politica energetica degli anni a venire desunte da un confronto tra la domanda e l'offerta di energia evidenziate in precedenza.

Questo documento assume un certo dinamismo mediante la programmazione e la descrizione del monitoraggio degli interventi da effettuare, dell'adeguamento dello stesso piano alle evoluzioni del contesto energetico e la determina dei progressi compiuti nell'attuazione del piano stesso.

Oltre alle proposte di interventi migliorativi, il PEC fornisce altre proposte relative alla pianificazione energetica, quali:

- accordi più o meno impegnativi con soggetti pubblici, privati e misti che variano dai protocolli d'intesa agli accordi o contratti di programma, ovvero patti territoriali e contratti d'area;
- strumenti di politica fiscale a partire dai decreti legislativi agli strumenti di politica finanziaria a livello comunitario, nazionale e regionale;
- strumenti finanziari innovativi per investimenti di carattere energetico che permettono ad eventuali partner finanziari dell'ente comunale di effettuare investimenti in proprio, ripagati, sulla base di un contratto definito, dal risparmio ottenuto nell'esercizio degli impianti e nella riduzione dei consumi nocivi per l'ambiente.

## Capitolo IV – Analisi del patrimonio immobiliare nazionale italiano

### 4.1. LE UNITÀ IMMOBILIARI IN ITALIA

Per quantificare le unità immobiliari presenti in Italia è possibile servirsi del Nuovo Catasto Edilizio Urbano, introdotto nel '39 per definire destinazione d'uso e rendita delle unità immobiliari.

Il N.C.E.U. funge da registro per l'individuazione di tutti i beni immobili dello Stato che sono in grado di produrre reddito e viene gestito da una delle quattro Agenzie fiscali italiane, l'Agenzia del Territorio.

L'art. 2 del Decreto del Ministero delle Finanze n. 28 del 1998, definisce l'unità immobiliare come una porzione di fabbricato, un intero fabbricato o un insieme di fabbricati che, nello stato in cui si trovano e secondo l'uso locale, presentano potenzialità di autonomia funzionale e reddituale. Ciascuna unità immobiliare viene associata ad una categoria catastale che, a sua volta, viene suddivisa in micro categorie tali da permettere l'individuazione della rendita delle unità immobiliari urbane.

La circolare del Ministero delle Finanze 14 marzo 1992 n. 5, tra l'altro, fornisce delle definizioni delle diverse tipologie edilizie in modo da rendere agevole l'associazione degli immobili alle diverse micro categorie catastali.

Lo stesso viene effettuato dalla circolare 16 maggio 2006 n. 4 dell'Agenzia del Territorio, che regola le modalità di individuazione e classamento delle unità immobiliari urbane censibili nei gruppi speciali e particolari D ed E.

La tabella 1 riporta le aggregazioni e le categorie catastali (macro e micro categorie) così come integrate in base al Decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 138.

GRUPPO A	Destinazione ordinaria residenziale	A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9-A11
GRUPPO A10	Destinazione ordinaria uffici e studi privati	A10
GRUPPO B	Destinazione pubblica senza fini di lucro	B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8
GRUPPO C	Destinazione prevalente commerciale	C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7
GRUPPO D	Destinazione speciale	D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8-D9-D10
GRUPPO E	Destinazione particolare	E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8-E9
GRUPPO F	Immobili non censibili	F1-F2-F3-F4-F5
ALTRO	Beni comuni non censibili, unità senza rendita, uso non accertato	

Tabella 1 – Aggregazioni e categorie catastali D.P.R. 23 marzo 1998 n. 138

Secondo una ricerca condotta dall'Agenzia del Territorio nell'anno 2010 con riferimento alle statistiche catastali 2009,<sup>18</sup> le unità immobiliari divise per categorie catastali ammontano a 65.821.665 ripartite come in tabella 2.

	A	A10	B	C	D	E	F	Altro	Totale
Nord	14.820.121	338.192	81.791	12.846.511	636.488	37.621	951.817	2.939.163	<b>32.651.704</b>
Centro	6.252.134	132.539	41.148	4.643.172	200.414	16.003	470.355	1.121.557	<b>12.877.322</b>
Sud	11.411.816	135.586	45.246	6.010.828	244.418	18.929	1.128.715	1.297.101	<b>20.292.639</b>
<b>Italia</b>	<b>32.484.071</b>	<b>606.317</b>	<b>168.185</b>	<b>23.500.511</b>	<b>1.081.320</b>	<b>72.553</b>	<b>2.550.887</b>	<b>5.357.821</b>	<b>65.821.665</b>

Tabella 2 – Distribuzione delle unità immobiliari per categorie catastali

La tabella 3 e la figura 1, invece, riportano il dettaglio per macro aree (Nord, Centro, Sud) della quota di stock complessivo distinto per gruppi di categorie sul totale delle categorie catastali.

	A	A10	B	C	D	E	F	Altro	Totale
Nord	45,39%	1,04%	0,25%	39,34%	1,95%	0,12%	2,92%	9,00%	<b>100%</b>
Centro	48,55%	1,03%	0,32%	36,06%	1,56%	0,12%	3,65%	8,71%	<b>100%</b>
Sud	56,24%	0,67%	0,22%	29,62%	1,20%	0,09%	5,56%	6,39%	<b>100%</b>
<b>Italia</b>	<b>49,35%</b>	<b>0,92%</b>	<b>0,26%</b>	<b>35,70%</b>	<b>1,64%</b>	<b>0,11%</b>	<b>3,88%</b>	<b>8,14%</b>	<b>100%</b>

Tabella 3 – Distribuzione percentuale delle unità immobiliari per categorie catastali

#### Unità immobiliari in Italia

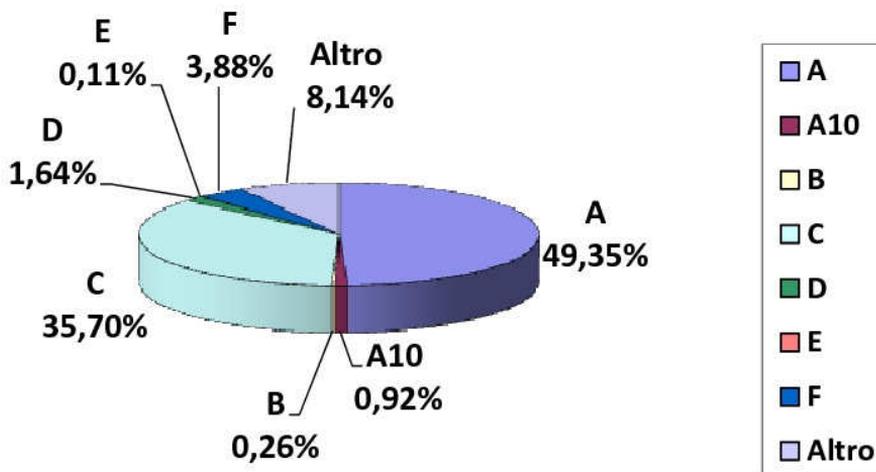


Figura 1 – Quote di stock complessivo per gruppi di categoria

<sup>18</sup> Statistiche catastali 2009 (catasto edilizio urbano) a cura dell'Agenzia del Territorio - pubblicazione 27 ottobre 2010. Direzione Centrale Osservatorio del Mercato Immobiliare e Servizi Estimativi/Ufficio Statistiche e Studi del Mercato Immobiliare.

E' possibile, quindi, evincere che sul totale stock nazionale il 49,35% è costituito da unità appartenenti al gruppo A (residenze) mentre il 50,65% è costituito dal restante gruppo (non residenziale).

E' opportuno precisare che la definizione di unità immobiliare permette di osservare che tutte le unità immobiliari che non hanno una propria autonomia reddituale non sono funzionali; circa il 93%<sup>19</sup> delle unità immobiliari non censibile (categoria F ed Altro) appartiene ai beni comuni non censibili (scale, locale centrale termica, cortile comune, rampa di accesso ai posti auto, ecc.). Pertanto, l'analisi si restringe alle sole categorie catastali A, A10, B, C, D, ed E che risultano pari a 57.912.957.

Il dettaglio delle quote di stock complessivo distinto per gruppi di categorie varierà, quindi, come nella figura 2.

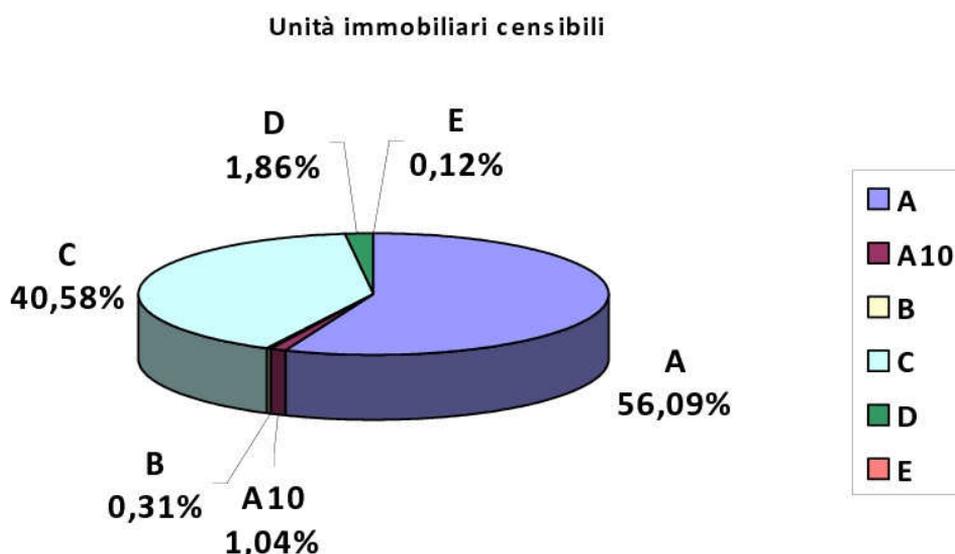


Figura 2 – Quote di stock complessivo per gruppi di categoria censibile

Le analisi condotte consentono, quindi, di affermare che il 56,09% delle unità immobiliari è destinato ad abitazione, mentre il restante 43,91% ha destinazione non residenziale.

<sup>19</sup> Statistiche catastali 2009 (catasto edilizio urbano) a cura dell'Agenzia del Territorio - pubblicazione 27 ottobre 2010. Direzione Centrale Osservatorio del Mercato Immobiliare e Servizi Estimativi/Ufficio Statistiche e Studi del Mercato Immobiliare.

Resta, però, da precisare che nel 43,91% destinato a non residenziale è inclusa l'aliquota del 36,11%<sup>20</sup> che sono unità immobiliari riferibili in larga massima alle pertinenze<sup>21</sup> residenziali (cantine e locali di deposito, box e posti auto).

Pertanto, solo il 7,80% delle unità immobiliari non appartenendo al settore residenziale appartiene al settore non residenziale e quindi primario, secondario e terziario in seguito definito *Economic Activities* (attività economiche); tuttavia, se si valuta il peso in termini di rendita catastale, risulta che a questo 7,80% è attribuito il 47% della rendita complessiva. Ciò si spiega essenzialmente con la considerazione che le unità immobiliari urbane non residenziali hanno una maggiore consistenza.

## 4.2. LE UNITÀ IMMOBILIARI RESIDENZIALI

Quando parliamo di unità immobiliari residenziali intendiamo gli immobili residenziali di qualsiasi tipologia, facendo riferimento alla categoria catastale A con esclusione della micro categoria A10 (uffici e studi privati).

Il totale delle unità immobiliari residenziali ammonta al 56,09% (32.483.378) dell'intero parco urbano più un ulteriore 36,11% (20.912.369) destinato a pertinenze, quest'ultima quota esula dalla presente analisi.

La tabella 4 riporta il dettaglio per macro aree (Nord, Centro, Sud) della quota di stock distinta per categoria residenziale sul totale categorie.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A11	Tot.
Nord	0,13%	33,93%	42,64%	13,24%	1,64%	0,73%	7,49%	0,15%	0,01%	0,04%	100%
Centro	0,13%	44,93%	27,04%	17,25%	2,86%	0,73%	6,90%	0,13%	0,01%	0,01%	100%
Sud	0,08%	28,53%	31,79%	23,06%	5,93%	5,96%	4,63%	0,03%	0,00%	0,09%	100%
<b>Italia</b>	<b>0,11%</b>	<b>34,15%</b>	<b>35,83%</b>	<b>17,46%</b>	<b>3,38%</b>	<b>2,57%</b>	<b>6,34%</b>	<b>0,11%</b>	<b>0,01%</b>	<b>0,05%</b>	<b>100%</b>
Destinaz.	Signorile	Civile	Economica	Popolare	Ultra popolare	Rurale	Villini	Ville	Castelli, palazzi	Tipiche luogo	

Tabella 4 – Distribuzione percentuale delle unità immobiliari residenziali per categorie catastali

In questa categoria è interessante visionare come varia il numero dei vani in funzione delle micro categorie catastali.

<sup>20</sup> Progetto "gli immobili in Italia 2010" a cura dell'Agenzia del Territorio e del Dipartimento delle Finanze.

<sup>21</sup> Le pertinenze, secondo l'art. 817 del CC, sono le cose destinate in modo durevole a servizio o ad ornamento di un'altra cosa. La destinazione può essere effettuata dal proprietario della cosa principale o da chi ha un diritto reale sulla medesima.

Nella figura 3 è possibile vedere che la quota percentuale dei vani<sup>22</sup> aumenta per le micro categorie che si presentano con una bassa percentuale all'interno della categoria A; lo stesso non avviene per la categoria A11 poiché per questa categoria i vani spesso hanno dimensioni tali da garantire la sola funzionalità degli spazi (rifuggi, baite di montagna, ecc.) o perché l'architettura locale determina lo spazio come nel caso di chi vive in un "sasso" a Matera oppure in un "trullo" ad Alberobello.

### Italia N° medio vani

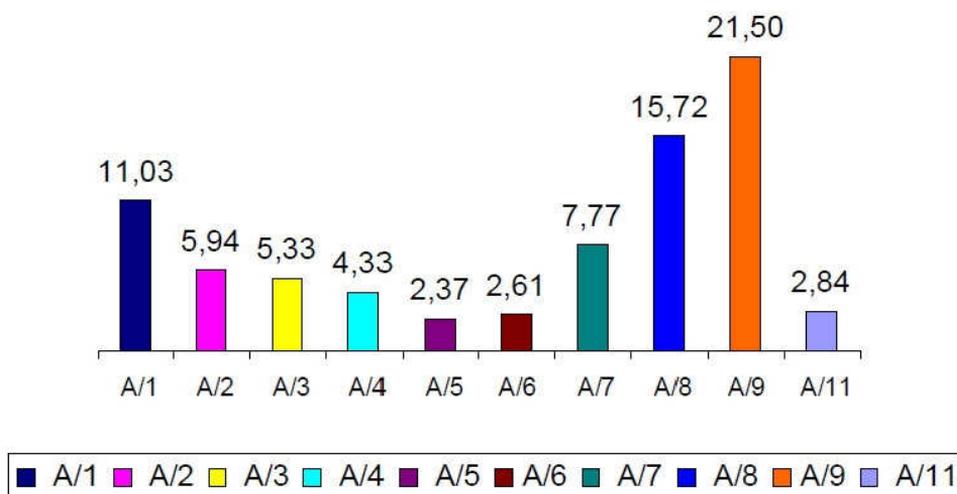


Figura 3 – Numero medio vani per categoria residenziale

### 4.3. LE UNITÀ IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI

Le analisi condotte finora consentono di affermare che il 43,91%<sup>23</sup> dello stock immobiliare è riferito ad unità immobiliari non residenziali censibili (A10, B, C, D ed E). Detta percentuale dovrà a sua volta essere scissa in un 36,11% consistente in pertinenze riferibili per lo più alle micro categorie residenziali<sup>24</sup> ed in un 7,80% destinato ad Economic Activities. Pertanto, considerando le sole unità immobiliari censibili (A10, B, C, D, E) non residenziali notiamo che il loro peso del 43,91% sul

<sup>22</sup> Statistiche catastali 2009 (catasto edilizio urbano) a cura dell'Agenzia del Territorio - pubblicazione 27 ottobre 2010. Direzione Centrale Osservatorio del Mercato Immobiliare e Servizi Estimativi/Ufficio Statistiche e Studi del Mercato Immobiliare.

<sup>23</sup> Cfr. fig. 2 pag 48 § 4.1

<sup>24</sup> Tanto è vero che la categoria C pesa ~ il 92,60% del totale 43,91% in quanto in essa sono inglobate locali deposito, stalle, rimesse, autorimesse, tettoie (cfr. figura 4 presente paragrafo).

patrimonio totale di 57.912.957 sarà pari a 25.429.580, e ciascuna categoria catastale considerata contribuisce in quota percentuale secondo quanto rappresentato in figura 4.

### Unità immobiliari censibili non residenziali

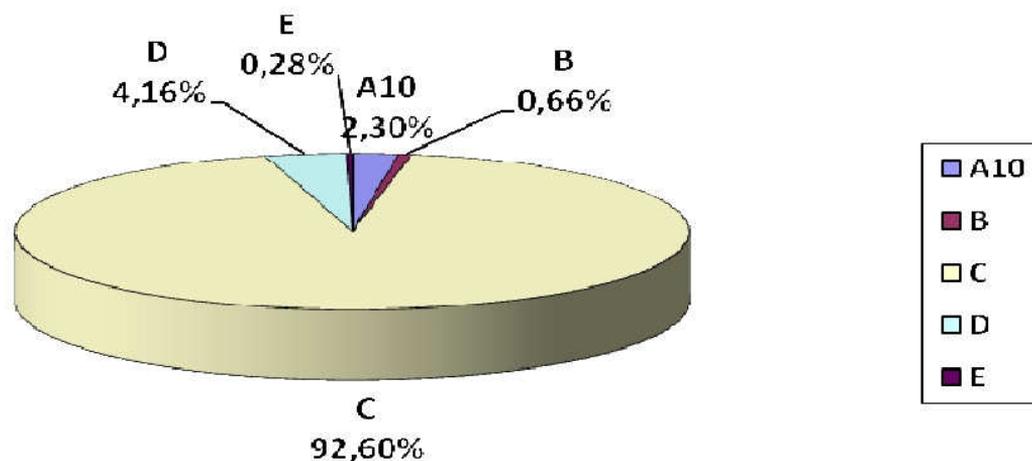


Figura 4 – Quote di stock non residenziale per gruppi di categoria catastale

Pur tuttavia un'analisi più dettagliata consente di affermare che il 43,91% (25.429.580) dell'intero patrimonio urbano (57.912.957) è destinato sia a pertinenze a servizio del residenziale che ad Economic Activities; occorre, però, precisare che di queste ultime l'incidenza prevalente è quella delle attività terziarie (commercio, turismo e servizi). Dalle analisi riportate dall'Agenzia del Territorio e dal Dipartimento delle Finanze nel progetto "Gli immobili in Italia 2010" si desume, altresì, che dei 25.429.580 non residenziali, il 36,11% (20.912.369) dell'intero patrimonio immobiliare (57.912.957) sono pertinenze, mentre il 7,80% sono Economic Activities. Pertanto, le Economic Activities costituiscono il 7,80% dell'intero patrimonio immobiliare, ovvero 4.517.211. Le tabelle seguenti (da 5 a 8) mostrano l'incidenza percentuale delle unità immobiliari censibili non residenziali per micro categoria sull'intera categoria. Il dettaglio delle tabelle viene inteso per macro aree (Nord, Centro, Sud).

Tabella 5 – Distribuzione percentuale delle unità immobiliari non residenziali per categoria B

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Totale
Nord	24,39%	3,61%	0,22%	21,01%	35,93%	1,65%	10,29%	2,90%	100%
Centro	21,59%	3,45%	0,31%	16,44%	24,39%	1,65%	14,83%	17,33%	100%
Sud	23,85%	3,19%	0,91%	24,92%	29,10%	0,85%	8,00%	9,19%	100%
<b>Italia</b>	<b>23,56%</b>	<b>3,46%</b>	<b>0,43%</b>	<b>20,94%</b>	<b>31,27%</b>	<b>1,44%</b>	<b>10,78%</b>	<b>8,12%</b>	<b>100%</b>
Destinaz.	Collegi convitti	Case cura ospedali	Prigioni riformatori	Uff. pubblici	Scuole	Biblioteche	Cappelle	Magazz. sotterranei	

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Totale
Nord	5,89%	16,98%	2,37%	0,11%	0,00%	73,21%	1,44%	100%
Centro	9,03%	28,86%	2,86%	0,10%	0,00%	58,76%	0,39%	100%
Sud	11,95%	37,49%	3,01%	0,03%	0,00%	47,31%	0,22%	100%
<b>Italia</b>	<b>8,06%</b>	<b>24,57%</b>	<b>2,63%</b>	<b>0,09%</b>	<b>0,00%</b>	<b>63,73%</b>	<b>0,92%</b>	<b>100%</b>
Destinaz.	Negozi botteghe	Magazz. Deposito	Laboratori	Eserc. Sportivi	Stabilim. Balneari	Stalle rimesse	Tettoie	

Tabella 6 - Distribuzione percentuale delle unità immobiliari non residenziali per categoria C

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	Tot.
Nord	33,87%	4,20%	0,83%	0,24%	1,95%	1,93%	25,68%	16,27%	0,37%	14,66%	100%
Centro	37,48%	6,21%	1,36%	0,37%	1,92%	2,90%	19,93%	15,28%	0,06%	14,48%	100%
Sud	38,59%	5,72%	1,12%	0,69%	1,53%	2,50%	18,10%	19,65%	0,18%	11,92%	100%
<b>Italia</b>	<b>35,61%</b>	<b>4,92%</b>	<b>1,00%</b>	<b>0,37%</b>	<b>1,85%</b>	<b>2,24%</b>	<b>22,90%</b>	<b>16,85%</b>	<b>0,27%</b>	<b>14,01%</b>	<b>100%</b>
Destinaz.	Opifici	Hotel	Teatri	Hospital case cura	Credito cambio assicur.	Eserc. Sportivi	Industr.	Centri Commerc.	Edifici gallegg. Sospesi	Agricolt.	

Tabella 7 - Distribuzione percentuale delle unità immobiliari non residenziali per categoria D

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Totale
Nord	8,08%	0,06%	49,97%	0,93%	0,39%	0,92%	5,26%	1,48%	35,94%	100%
Centro	7,92%	0,07%	47,84%	0,55%	0,25%	1,87%	8,04%	1,04%	32,43%	100%
Sud	12,35%	0,12%	50,97%	1,12%	0,64%	2,01%	12,80%	0,84%	19,15%	100%
<b>Italia</b>	<b>9,16%</b>	<b>0,08%</b>	<b>48,21%</b>	<b>0,89%</b>	<b>0,42%</b>	<b>1,41%</b>	<b>7,84%</b>	<b>1,21%</b>	<b>30,78%</b>	<b>100%</b>
Destinaz.	Stazioni serv. Trasporto	Ponti	Edifici speciali esigenz. Pubbliche	Recinti chiusi esigenz. Pubbliche	Fortificazioni	Fari, semafori, torri	Fabbr. Per culto	Fabbr. Nei cimiteri	Edifici non compresi prima	

Tabella 8 - Distribuzione percentuale delle unità immobiliari non residenziali per categoria E

#### 4.4. IMPATTO AMBIENTALE ED ENERGETICO DELL'EDILIZIA IN ITALIA

Se fino ad un certo periodo lo sviluppo economico ha giocato un ruolo di centralità sulla scena globale, in seguito si è giunti alla consapevolezza che lo sviluppo economico dipende dalle risorse naturali della terra e assicurarne la riproducibilità significa definire una politica sostenibile e contro la logica consumistica. Pertanto, per assicurare una politica sostenibile bisogna innanzitutto conoscere i consumi nazionali e per ogni settore definire delle logiche di intervento.

Nell'ottica di garantire uno sviluppo sostenibile, prima ancora di abbattere la "logica consumistica", bisogna individuare delle fonti energetiche alternative al combustibile fossile e al nucleare (abrogato con i referendum popolari 2011); ciò è stato confermato nel 1997 dal Protocollo di Kyoto, un trattato

internazionale in materia di ambiente riguardante il riscaldamento globale del pianeta, a cui hanno aderito 156 paesi, tra cui l'Italia.

Il 16 febbraio 2005 il Protocollo è entrato finalmente in vigore con lo scopo di ridurre le emissioni di biossido di carbonio del 15-30% entro il 2020 e 60-80% entro il 2050.

Il pacchetto “clima” della Commissione Europea, noto come “20-20-20” da attuare entro il 2020, prevede per l'Italia un abbattimento del -14% dell'emissione di gas serra rispetto alle emissioni totali 2005 ed una produzione da fonti rinnovabili pari al 17% del consumo energetico finale.

Oggi, l'impegno per l'Italia diviene sempre più arduo, basti pensare che nel 2008 la quota di emissioni di gas serra assegnata all'Italia è stata superata di 8,9 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub><sup>25</sup>. Anche sul fronte delle percentuali di consumo di energia rinnovabile l'Italia appare indietro rispetto al target del 17% nel 2020 poiché al 2008 si collocava attorno all'8,5%<sup>36</sup>.

Analizzando lo scenario dei consumi energetici, dai dati Terna 2010 emerge che i combustibili fossili hanno una valenza così elevata nel bilancio energetico nazionale che vengono utilizzati anche per la produzione di energia elettrica, infatti quest'ultima è attribuibile per il 64,8% al combustibile fossile, per il 22,2% alle fonti rinnovabili e per il 13,0% al nucleare (importato dalla Francia). In particolare la tabella 9 mostra il bilancio energetico in Italia per ciascuna fonte energetica, espresso in Mtep (milioni di tonnellate di petrolio equivalente).

Composizione per fonte	2010	
	GWh	%
<b>Consumo interno lordo di energia elettrica (al netto dei pompaggi) - di cui:</b>	338.963	100,0%
<b>Fonti tradizionali</b>	<b>219.750</b>	<b>64,8%</b>
Solidi	37.900	11,2%
Gas naturale	153.800	45,4%
Petroliferi	10.850	3,2%
Altri combustibili	17.200	5,1%
<b>Fonti rinnovabili</b>	<b>75.269</b>	<b>22,2%</b>
Idrica da apporti naturali	50.582	14,9%
Geotermica	5.358	1,6%
Eolica	8.449	2,5%
Fotovoltaica	1.600	0,5%
Bio combustibili	9.281	2,7%
<b>Saldo</b>	<b>43.944</b>	<b>13,0%</b>

Tabella 9<sup>26</sup> - Bilancio energetico in Italia per fonte energetica

<sup>25</sup> Rapporto SAIENERGIA 2009\_dato estrapolato dal registro emissioni ETS della Commissione Europea.

<sup>26</sup> Terna – dati statistici sull'energia elettrica in Italia, quadro di sintesi al 11 marzo 2011.

La tabella 10 e la figura 5 mostrano, invece, che la maggiore richiesta di energia deriva dal settore civile (46,374 Mtep), inteso come l'intero patrimonio edilizio ad uso civile (settore terziario e residenziale); in particolare l'energia elettrica e il gas naturale sono la maggiore fonte energetica richiesta.

Disponibilita' e Impieghi	ANNO 2009					
	Solidi	Gas naturale (b)	Petrolio	Rinnovabili (a)	Energia elettrica	Totale
1. Produzione	0,294	6,562	4,551	18,902		30,309
2. Importazione	12,726	56,716	94,292	1,354	10,356	175,444
3. Esportazione	0,239	0,102	26,189	0,087	0,465	27,082
4. Variaz. scorte	-0,291	-0,726	-0,641	-0,014		-1,672
5. Consumo interno lordo (1+2-3-4)	13,072	63,902	73,295	20,183	9,891	180,343
6. Consumi e perdite del settore energ.	-0,189	-1,093	-5,911	-0,097	-40,348	-47,638
7. Trasformazioni in energia elettr.	-10,183	-23,769	-5,069	-16,377	55,398	0,000
8. Totale impieghi finali (5+6+7)	2,700	39,040	62,315	3,709	24,941	132,705
- industria	2,593	11,852	5,284	0,394	9,832	29,955
- trasporti	-	0,601	39,934	1,059	0,905	42,499
- Civile	0,004	25,878	4,768	2,006	13,718	46,374
- Agricoltura		0,142	2,407	0,250	0,486	3,285
- usi non energetici	0,103	0,567	6,550	0,000	-	7,220
- bunkeraggi	-	-	3,372	-	-	3,372

Tabella 10<sup>27</sup> - (a) al netto degli apporti di pompaggio; (b) a partire dal 2008 valutato con un p.e.i. di 8,190 kcal/mc invece di 8,250 kcal/mc per uniformità con le statistiche internazionali e di Eurostat.

<sup>27</sup> Bilancio energetico nazionale 2009 – elaborato dal Ministero dello Sviluppo Economico

### Consumi enegetici per settore

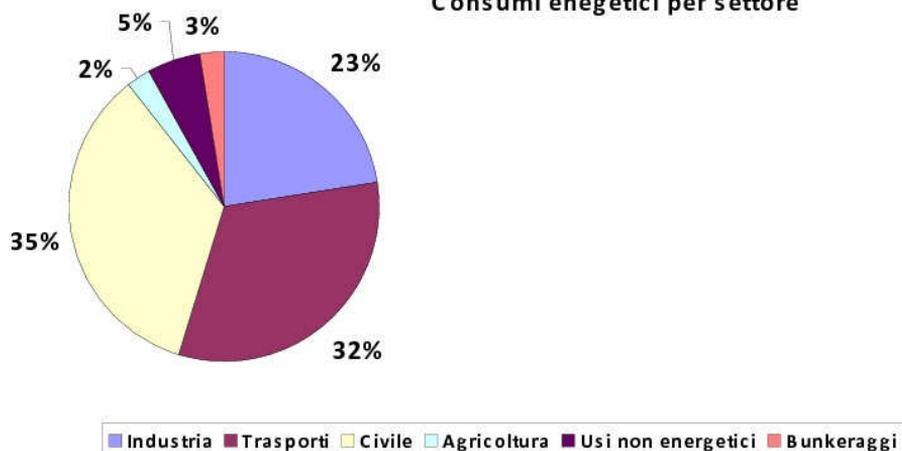


Figura 5 – Consumi energetici per settore

A prescindere dalle fonti energetiche che permettono di soddisfare il nostro fabbisogno energetico, bisogna abbattere i consumi energetici in eccesso e il sistema edilizio condiziona fortemente il fabbisogno energetico nazionale.

Per abbattere in maniera determinante l'emissione di biossido di carbonio, il settore edilizio è senza dubbio quello più appropriato, mentre nel settore industriale, inteso come attività manifatturiere, gli interventi di risparmio energetico influiscono meno sulla scena energetica nazionale rispetto all'edilizia del settore terziario e residenziale. Ciò è avvalorato dalle varie analisi effettuate sull'intero parco edilizio nazionale che evidenziano come il consumo annuo per unità di superficie (circa 250 kWh/m<sup>2</sup>a) sia superiore alla media di quello degli altri paesi europei<sup>28</sup>.

L'analisi energetica del parco immobiliare italiano evidenzia sprechi significativi e ampi margini per migliorare l'efficienza di un settore responsabile di buona parte dei consumi energetici nazionali.

In particolare gli edifici civili (settore residenziale e terziario) rappresentano un comparto rilevante del fabbisogno energetico delle unità immobiliari in Italia. Non a caso dal *RAPPORTO SAIENERGIA 2009* è emerso che i consumi energetici degli edifici ad uso civile nel 2008 ammontano a circa 44,3 milioni di tonnellate di petrolio equivalenti così ripartiti:

27,2 Ktep, pari al 61,4%, destinati al residenziale;

17,1 Ktep, pari al 38,6%, destinati al Terziario.

<sup>28</sup> Stima "Brita in PuBs – Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings"

Fra gli interventi e le azioni da intraprendere per ridurre le emissioni inquinanti e favorire politiche di sostegno per un uso razionale delle risorse energetiche, il tema dell'efficienza e del risparmio energetico in edilizia ha assunto un ruolo centrale e di interesse generale. Ne consegue che per abbattere una percentuale consistente dei consumi energetici occorre riqualificare l'esistente, considerato anche il fatto che tale operazione sia più vantaggiosa rispetto alle opere di demolizione e ricostruzione contribuendo ad un risparmio economico di circa il 60%. Non sono da escludere, inoltre, le problematiche connesse agli impatti ambientali dovuti dallo smaltimento dei rifiuti da demolizione, all'uso di nuove risorse e alle emissioni generate lungo l'intero ciclo di vita dei materiali da costruzione: estrazione, lavorazione, trasporto e smaltimento.

#### 4.4.1 Consumi degli edifici ad uso civile, il settore residenziale

Il settore residenziale, nel 2007, attestava i propri consumi sul 61,4% dell'energia spesa ad uso civile. La composizione dei consumi residenziali<sup>29</sup> vede la assoluta preminenza del gas naturale che, nel 2007, copriva ben il 56,7% dei consumi energetici di riscaldamento, produzione acqua sanitaria e uso cucina; la seconda fonte energetica per le abitazioni è risultata l'energia elettrica (21,9%). Questi dati lasciano intendere come sia considerevolmente aumentato l'utilizzo di entrambe le fonti tra il 1990 ed il 2007 passando dal 63,6% (45,5% il gas naturale e 18,1% l'energia elettrica) al 78,6% dei consumi energetici complessivi.

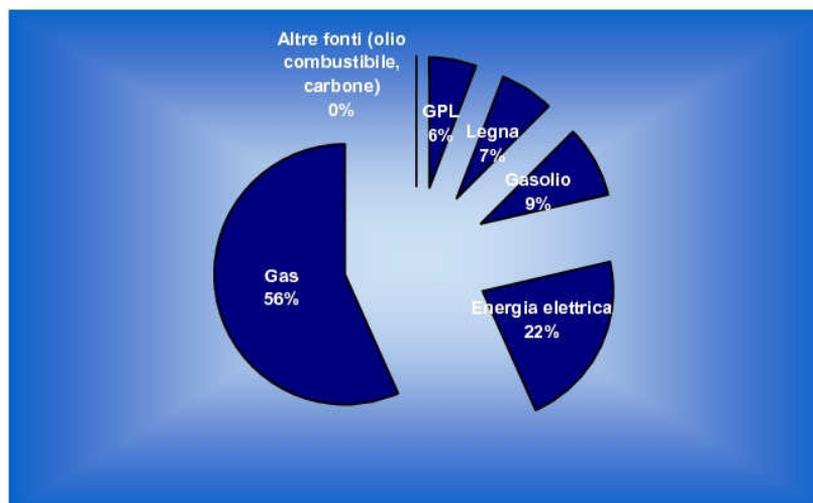


Figura 6 – I consumi per fonte energetica nel settore RESIDENZIALE - 2007

<sup>29</sup> Rapporto SAIENERGIA 2009 – elaborazione Cresme su dati ENEA.

Se analizziamo più da vicino il settore residenziale vediamo che il riscaldamento copre oltre due terzi dei consumi complessivi (68% nel 2007) e tale utilizzo appare fortemente stabile nel tempo (era il 68,8% nel 1990); i consumi domestici per uso cucina coprono circa il 4,9% (diminuiti rispetto al 1990 dove erano del 6,6%); i consumi per la produzione di acqua calda sanitaria coprono circa il 9% (diminuiti rispetto al 1990 dove erano dell'11,20%); i consumi dovuti all'uso diretto di energia elettrica da parte di apparecchi "obbligati" a tale fonte di energia coprono circa il 18,1% ed hanno subito un incremento rispetto al 1990 dove erano del 13,4%. Pertanto, la composizione dei consumi residenziali vede la assoluta preminenza del gas naturale che, nel 2007, copriva circa l'82% dei consumi energetici di riscaldamento, produzione acqua sanitaria e uso cucina; la seconda fonte energetica per le abitazioni è risultata l'energia elettrica (18%).

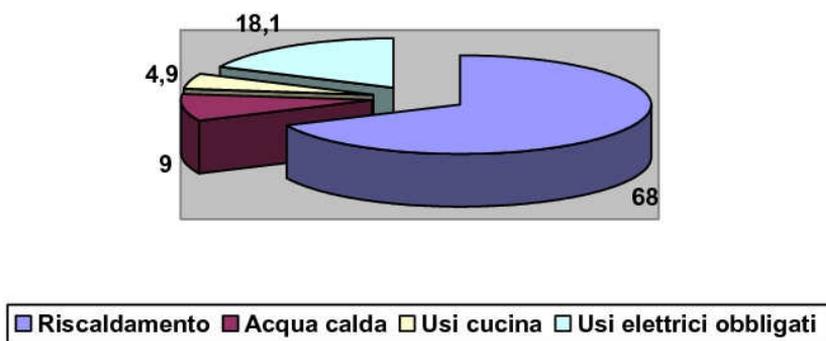


Figura 7 – L'uso dell'energia nel settore RESIDENZIALE - 2007

Le analisi richiamate, condotte da SAIENERGIA, consentono di rilevare il crescente aumento di combustibile fossile (petrolio, gas, carbone) a discapito dell'energia elettrica a seguito di alcune dinamiche di miglioramento dell'efficienza di gran parte degli utilizzatori di energia elettrica, della sostituzione di boiler elettrici con caldaie a gas. Infatti nel settore residenziale, dal 2008 al 2009, la variazione percentuale (espressa in mln KWh) di energia elettrica è stata del -2,1%<sup>30</sup>. Inoltre la presenza di disposizioni legislative che hanno favorito il miglioramento delle prestazioni dell'involucro edilizio, ha prodotto una diminuzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento.

<sup>30</sup> Tema – consumi energia elettrica per settore merceologico (anno 2009)

#### 4.4.2 Consumi degli edifici ad uso civile, il settore primario, secondario e terziario

I consumi del settore Economic Activities, in cui sono compresi gli edifici adibiti ai servizi, al commercio e alla Pubblica Amministrazione, hanno raggiunto nel 2007 valori del 38,6% dell'energia spesa ad uso civile, e, a tutt'oggi, risultano in continua e forte crescita. Basti pensare che tra il 1995 ed il 2008 si è rilevato un incremento complessivo dei consumi dell'80,8%<sup>31</sup> passando da circa 9,5 Mtep di consumi nel 1994 ad oltre 17,1 Mtep nel 2008.

Il settore E.A. nell'utilizzo delle fonti energetiche privilegia quasi esclusivamente le due fonti principali: il gas (50,4%) e l'energia elettrica (45,4%). L'utilizzo di gas ed energia elettrica, inoltre, è aumentato considerevolmente tra il 1990 e il 2007 passando dall'81,9% (45,6% il gas naturale e 36,3% l'energia elettrica) al 95,8% (50,4% il gas naturale e 45,4% l'energia elettrica) dei consumi energetici complessivi nell'ambito territoriale.

Il GPL rappresenta solo il 2,5% dei consumi del settore, il gasolio l'1,0% e le altre fonti coprono meno dell'1% dei consumi.

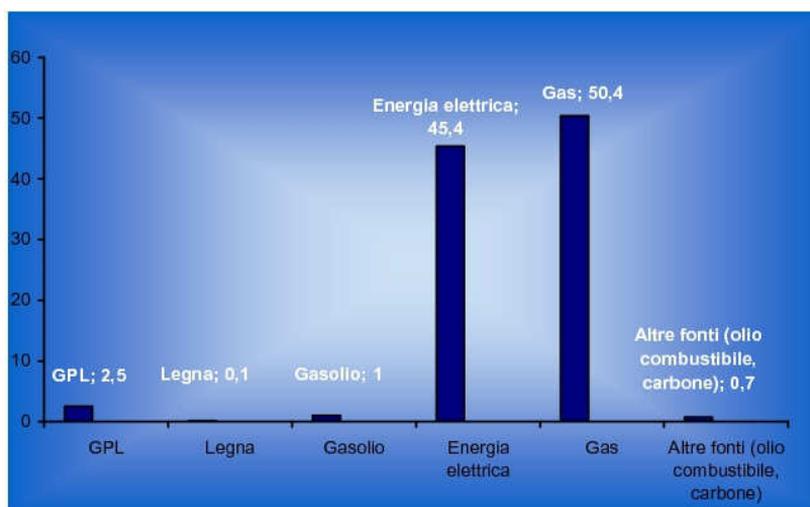


Figura 8 – I consumi per fonte energetica nel settore E.A. - 2007

Dal Report RSE/2009 dell'ENEA emerge che nel settore E.A. gli edifici destinati ad uso ufficio, totale o parziale, rappresentano una delle tipologie di edifici con evoluzione dei consumi più rilevante.

<sup>31</sup> Rapporto SAIENERGIA 2009 – elaborazione Cresme su dati ENEA

In questo contesto, anche il settore E.A. ha il compito di intervenire sugli edifici di sua competenza secondo una logica di riduzione dei consumi e di razionalizzazione dell'uso dell'energia senza dimenticare che l'azione esercitata può funzionare anche come "buon esempio" per i privati cittadini.

Le percentuali indicate in precedenza pongono il settore residenziale più energivoro del settore non residenziale, tuttavia in quest'ultimo settore il fabbisogno energetico è in crescita rispetto al settore residenziale soprattutto quando la fonte energetica è l'elettricità. Infatti nel settore non residenziale la variazione percentuale, dal 2008 al 2009, (espressa in mln KWh) di energia elettrica è stata di ~ 4,0%<sup>32</sup>.

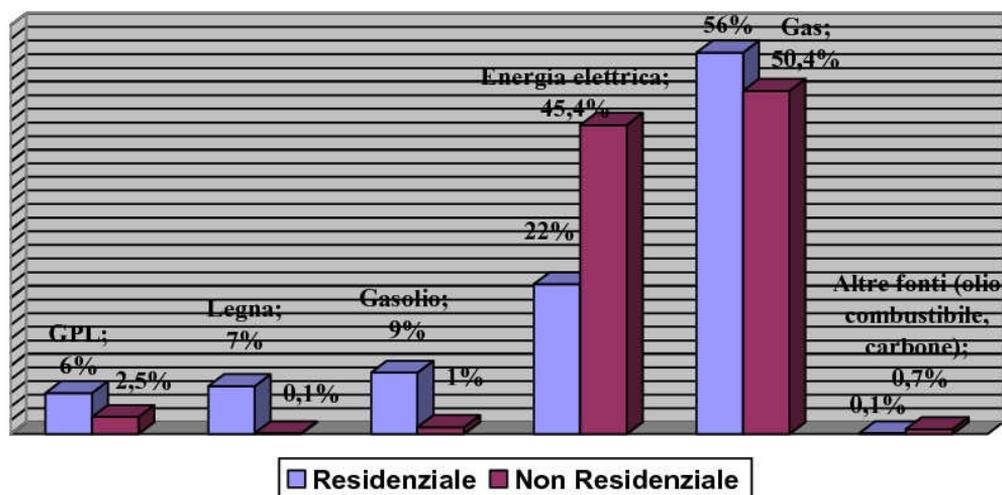


Figura 9 – I consumi per fonte energetica settore RESIDENZIALE/NON RESIDENZIALE - 2007

I risultati emersi sono testimonianza che in passato le normative in materia energetica sono state comprese come una fastidiosa imposizione. Attualmente, a fronte delle problematiche energetiche e ambientali in continua crescita, l'attuazione del comma 5 dell'art. 5 della legge n. 10 del 9 gennaio 1991 si sta tramutando in realtà per tutti i comuni di una certa entità.

La scelta di applicare lo studio che segue agli edifici del settore non residenziale, in particolare quelli ad uso pubblico, oltre che tecnica vuole divenire testimonianza per l'intera collettività, visto il notevole impatto degli stessi sull'intero costruito ad uso civile.

<sup>32</sup> Dati estrapolati dal confronto da Terna – consumi energia elettrica per settore merceologico (anno 2009) – e dal Ministero dello Sviluppo Economico – Bilancio energetico nazionale (2009)

Non a caso da una ricerca della Cgia di Mestre<sup>33</sup> è emerso che negli ultimi 10 anni le grandi imprese hanno puntato più sulle speculazioni immobiliari evidenziando un incremento degli investimenti sugli immobili di 2,5 volte rispetto ad altri investimenti - macchinari/attrezzature - ; nello specifico, la quota di investimenti nel settore immobiliare è stata pari a 237,58 mld euro, con un aumento del 104,1% quindi le grandi aziende hanno “*privilegiato, in larga misura, l'investimento di natura speculativa*” più che migliorare la competitività ed essere più concorrenziali sul mercato.

Inoltre, tra le unità immobiliari non residenziali la tipologia che presenta la più alta crescita di consumi energetici è quella degli uffici<sup>34</sup>. Quindi, previa l'individuazione delle tipologie edilizie destinate ad uffici, lo studio si pone come obiettivo l'analisi di edifici aventi caratteristiche di pregio o notorietà (maggiormente conosciuti dalla collettività) e caratteristiche omogenee e/o uguali così da rendere quanto più efficace il detto studio.

---

<sup>33</sup> Analisi marzo 2010

<sup>34</sup> Fonte: Report RSE/2009 dell'ENEA (Margiotta, Puglisi)

## Capitolo V – Analisi della consistenza immobiliare di un'Azienda tipo

### 5.1. DETERMINAZIONE DEL CAMPIONE ELABORATO

Come riferimento per la definizione del campione non residenziale da considerare si è assunto il “Rapporto Immobiliare 2011 - Immobili a destinazione Terziaria, Commerciale e Produttiva”<sup>35</sup>.

In esso vengono fornite, attraverso l'analisi territoriale dell'intero stock, notizie utili relative al 2010 del mercato italiano degli immobili non residenziali.

Come già anticipato in figura 4, cap. IV, § 4.3, il patrimonio delle attività primarie, secondarie e terziarie (Economic Activities) rappresenta circa il 7,80% dell'intero patrimonio immobiliare non residenziale.

Le analisi statistiche condotte dall'Agenzia del Territorio e dall'ASSILEA mostrano che le tipologie immobiliari che rappresentano con maggior significatività il mercato immobiliare delle Economic Activities sono quelle destinate a negozi, capannoni ed uffici.

La tabella 11 riporta, per le tipologie suddette e per area territoriale i dati nazionali relativi allo stock al 2010; sono altresì riportati, per completare il quadro delle tipologie edilizie non residenziali, i dati riferiti alle unità immobiliari destinate a istituti di credito, edifici commerciali ed alberghi.

Stock	Uffici	Negozi	Capannoni	Istituti di Credito	Edifici Commerciali	Alberghi	Altro	Totale
Nord Est	147.632	414.166	177.445	5.142	46.177	14.395		804.957
NordOvest	191.413	631.094	211.973	7.201	60.382	12.086		1.114.149
Centro	135.792	555.442	119.728	3.967	32.387	12.767		860.083
Sud	93.671	648.643	102.610	1.436	38.870	4.660		889.890
Isole	48.984	267.634	42.813	2.390	12.631	9.870		384.322
<b>ITALIA</b>	<b>617.492</b>	<b>2.516.979</b>	<b>654.569</b>	<b>20.136</b>	<b>190.447</b>	<b>53.778</b>	<b>463.810</b>	<b>4.517.211</b>

Tabella 11 - Stock anno 2010 delle unità immobiliari delle tipologie non residenziali

In termine di stock immobiliare, i negozi rappresentano la tipologia edilizia con il numero di unità più elevato tra le tipologie non residenziali. Infatti, come si evince dal grafico di Figura 9, i negozi rappresentano il 56% dello stock non residenziale, seguono i capannoni, con circa il 15% e gli uffici con il 14% circa.

<sup>35</sup> Il terzo Rapporto Immobiliare dedicato al mercato delle unità immobiliari di tipo produttivo, terziario e commerciale realizzato congiuntamente dall'Agenzia del Territorio e dall'Associazione nazionale delle società di *leasing* (ASSILEA) - 26/5/2011

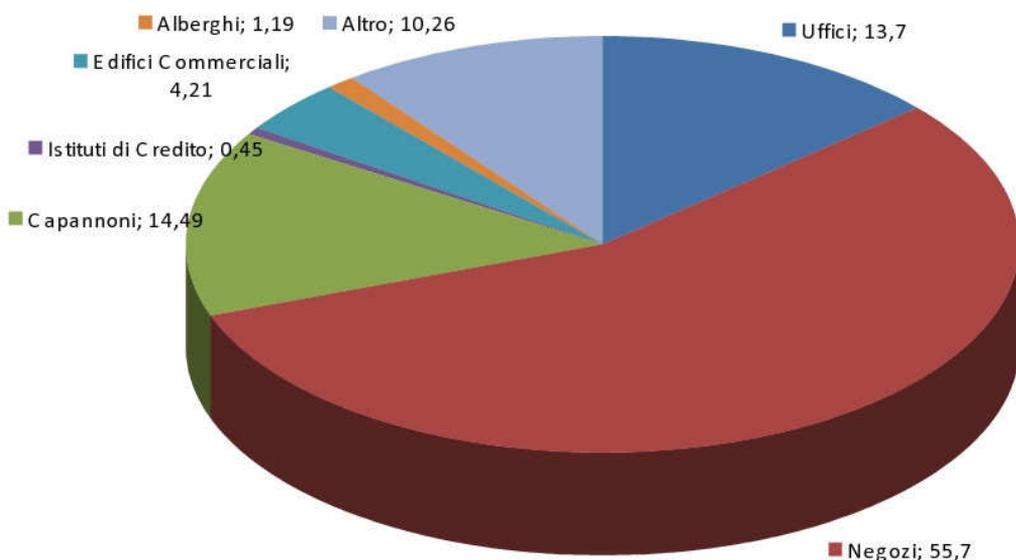


Figura 10 - Distribuzione dello stock 2010 delle tipologie non residenziali

Nel segmento non residenziale, quindi, le unità immobiliari delle tipologie uffici, negozi e capannoni rappresentano, complessivamente, l' 85% in termini di stock nazionale.

Si ritiene pertanto che l'analisi della composizione e della dinamica del mercato immobiliare delle suddette categorie possa fornire una descrizione rappresentativa del segmento non residenziale.

Ai fini dello studio, il campione da scegliere dovrà, oltre che costituire una sufficiente percentuale dell'intera tipologia edilizia non residenziale, presentare i seguenti requisiti:

- tipologie edilizie con caratteristiche costruttive omogenee;
- strutture costruttive modulari;
- interesse collettivo;
- maggior distribuzione sul territorio, e quindi frequente presenza delle strutture sul territorio;
- maggior numero di immobili di proprietà così da valorizzarne il patrimonio.

Il campione da studiare dovrà presentare i requisiti di cui ai punti a) e b) così da ottenere valori attendibili per la determinazione dei fabbisogni energetici totali e per la proposta di interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche; il requisito di cui al punto c) vuole essere da emblema per l'intera società nell'applicazione di norme che fino ad ora sono risultate una "fastidiosa imposizione", in tal caso gli interventi che andrebbero realizzati su questi edifici potrebbero risultare di notevole

impatto e testimonianza per l'intera collettività; il requisito, invece, di cui al punto d) è di fondamentale importanza per la finalità dello studio in quanto lo scopo è quello di realizzare un modello energetico che individui una procedura universale per la diagnosi energetica delle unità immobiliari.

Perché tale procedura presenti i requisiti di universalità occorre necessariamente individuare strutture presenti sull'intero territorio nazionale, con caratteristiche costruttive e tecnologiche omogenee, che presentino i requisiti di cui ai punti a), b), c), d) ed e).

Per le motivazioni già illustrate nel paragrafo 4.4.2 “*Consumi degli edifici ad uso civile: settore primario, secondario e terziario*”, la scelta del campione da elaborare ricadrà indiscutibilmente sugli edifici destinati ad ufficio.

Tra le strutture destinate ad ufficio quelle che presentano le caratteristiche di cui alle lettere a), b), c), d) ed e) del presente paragrafo sono certamente quelli della Società di Poste Italiane ed in particolare i 1096 edifici classificati nel seguito.

## **5.2. ANALISI DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE UTILIZZATO DA POSTE ITALIANE**

Il patrimonio immobiliare di Poste Italiane dispone di circa 15.000 unità immobiliari (proprietà e locazione) per un totale di circa 5 milioni di metri quadri.

Le tipologie edilizie del patrimonio immobiliare di Poste Italiane, sono articolate in:

a) 14.000 uffici postali, unità immobiliari generalmente di ridotta metratura, con una superficie media di circa 150 mq, caratterizzati da elevata numerosità e diffusione capillare sul territorio;

b) 450 uffici direzionali, immobili complessi e di grandi dimensioni, con una superficie media superiore ai 6.000 mq, molti dei quali localizzati nei centri storici delle principali città italiane, alcuni dei quali inclusi nelle categorie “vincolate” dalla Soprintendenza;

c) 21 centri di meccanizzazione postale, complessi industriali di elevata superficie e complessità impiantistica per tipologia di macchinari ed attività industriali ivi espletate, localizzati sul territorio nazionale nei principali punti nodali della rete logistica e distributiva di Poste Italiane;

d) 1.000 edifici industriali minori, immobili ospitanti lavorazioni di tipo industriale (ad esempio centri di distribuzione dedicati ad ospitare le attività manuali di ripartizione ed ordinamento del prodotto postale), di norma localizzati nelle periferie dei principali centri abitati.

Le conduzioni in locazione passiva corrispondono a circa 13.000 immobili per un totale di circa 1,5 milioni di metri quadri prevalentemente adibiti ad uffici postali ed edifici industriali; mentre il

patrimonio immobiliare aziendale annovera circa 3.000 immobili in proprietà per un totale di circa 3,5 milioni di metri quadri.

### **5.2.1 Il patrimonio immobiliare di proprietà esclusiva**

Il patrimonio immobiliare aziendale è costituito da 3.000 immobili che assolvono diverse funzioni ricadenti nelle quattro tipologie indicate nel paragrafo precedente.

Di queste unità immobiliari, circa un terzo degli uffici (1096) si sviluppa secondo caratteristiche geometriche e secondo tecnologie costruttive che permettono di individuare degli uffici standard; questi sono gli uffici realizzati dalla Società Italtel che nasce il 18 dicembre 1974 come concessionario dello Stato per i programmi di edilizia postale del Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni, sviluppando per conto di esso un programma per la costruzione di uffici postali.

## **5.3. GLI UFFICI ITALPOSTE**

Sono uffici realizzati in concessione con la L. 15/74 e la L. 39/82 dalla Società Italtel per conto dell'Amministrazione P.T. in comuni non capoluogo di provincia. Concepiti come strutture modulari estremamente flessibili, sono predisposti per eventuali modifiche o ampliamenti. Gli edifici in questione vengono classificati secondo il DPR. 412/93 art. 3 come categoria E2-“edifici adibiti ad uffici e assimilabili”.

In Italia si contano 1339 uffici realizzati dalla Società Italtel che tendeva differenziare le proprie costruzioni in 4 gruppi:

- Ind. 1 – industrializzato con telaio in acciaio;
- Ind. 2 - industrializzato con telaio in cemento armato;
- Tradizionale;
- Ristrutturato.

Ai gruppi Ind. 1 ed Ind. 2 appartengono gli uffici realizzati con strutture modulari e flessibili, non a caso circa l'82% (1096) appartengono a questi due gruppi; mentre la restante parte 18% (242) appartengono ai gruppi Tradizionale e Ristrutturato, dove il primo è concepito senza alcuno schema modulare; il secondo – invece – è caratterizzato da immobili comuni dove al loro interno la Società Italtel ha adattato la distribuzione funzionale degli uffici modulari.

La figura 11 mostra la distribuzione percentuale degli uffici postali nei 4 gruppi costruttivi ideati dalla Società Italtel.

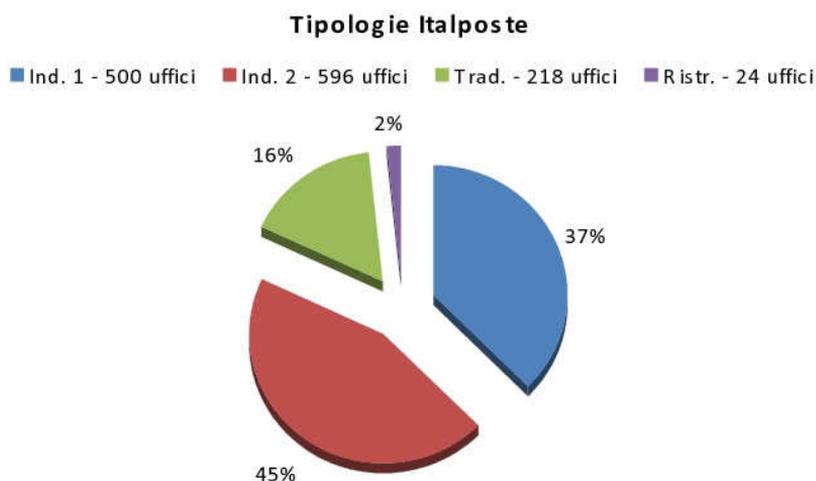


Figura 11 – Quota delle tipologie costruttive Italtoste

La Società Italtoste, inoltre, individuava 5 categorie funzionali/distributive (A, B, C, D, E) che si differenziano l'una dall'altra per la dimensione superficiale in pianta e per la distribuzione interna degli spazi. Nel merito si precisa che ai gruppi Ind. 1 ed Ind. 2 competono le sole categorie C, D ed E; ai gruppi Tradizionale e Ristrutturato tutte le 5 categorie.

Le figure 12, 13, 14 e 15 mostrano l'incidenza percentuale delle 5 categorie funzionali all'interno di ciascun gruppo (Ind. 1, Ind. 2, Tradizionale, Ristrutturato).

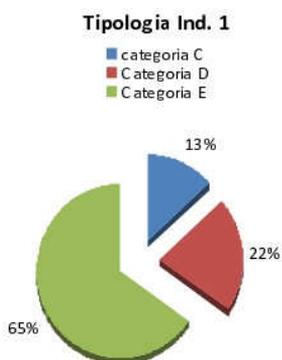


Figura 12 – Quota categoria in Ind. 1

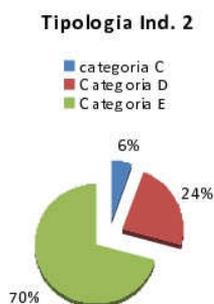


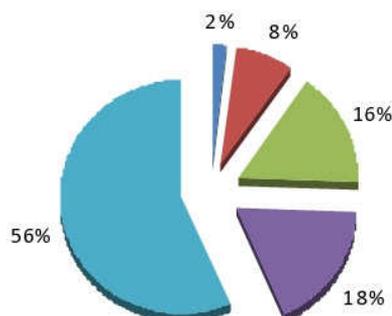
Figura 13 – Quota categoria in Ind. 2

Dei quattro gruppi la Ind. 1 e la Ind. 2 si distinguono non solo per la loro consistenza percentuale<sup>36</sup>, ma anche per la loro natura costruttiva modulare, pertanto il presente studio verterà sull'analisi diretta di tali gruppi di tipologie. Le due tipologie, come visibile dalle figure 12 e 13, contengono in esse tre delle cinque categorie funzionali: C, D, E.

Da queste categorie la Società Italposte ha individuato altre 6 micro categorie funzionali (C1, C2, Dctr, Ectr, Er, Es) che, anch'esse, si differenziano tra loro per le dimensioni in pianta e per la distribuzione interna degli spazi.

La tabella 12 e le figure 16 e 17 mostrano l'incidenza quantitativa e percentuale di ciascuna micro categoria all'interno dei gruppi Ind. 1 e Ind. 2.

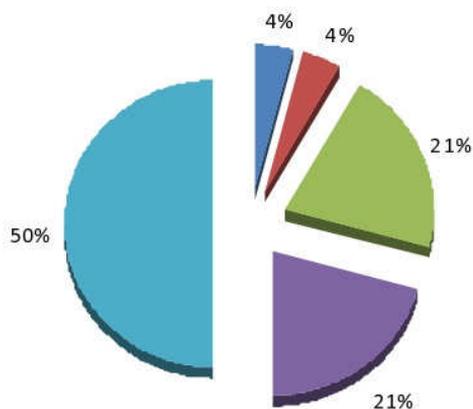
### Tipologia trad.



■ categoria A ■ Categoria B ■ Categoria C ■ Categoria D ■ Categoria E

Figura 14 – Quota categoria in Tradizionale

### Tipologia ristr.



■ categoria A ■ Categoria B ■ Categoria C ■ Categoria D ■ Categoria E

Figura 15– Quota categoria in Ristrutturato

<sup>36</sup> Cfr. figura 11 stesso paragrafo

Categoria	C		D		E			Totale	
	C1	C2	D	Dctr	E	Ectr	Er		Es
Ind. 1	47	19	35	73	114	14	150	48	500
Ind. 2	24	9	46	97	109	22	220	69	596
Mq	450	550	275	310	173	254	113	210	

Tabella 12 – Incidenza quantitativa delle micro categorie nei gruppi Ind. 1 ed Ind. 2

Le caratteristiche geometriche di ciascuna micro categoria sono rilevabili nel Volume II - Capitolo 1, “Caratteristiche Geometriche”.

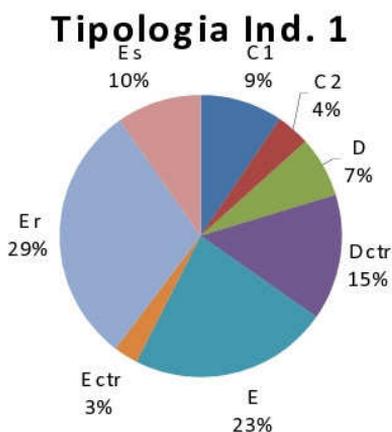


Figura 16 – Incidenza percentuale delle micro categorie nel gruppo Ind. 1

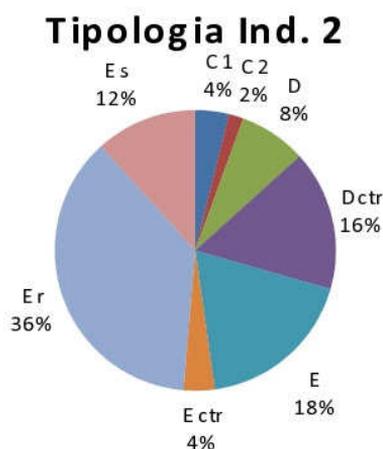


Figura 17 – Incidenza percentuale delle micro categorie nel gruppo Ind. 2

In entrambi i gruppi (Ind. 1, Ind. 2) le microcategorie “E, Ectr, Er, Es” occupano circa il 70% dell’intero; seguono le microcategorie “D, Dctr”, mentre le microcategorie “C1, C2” rappresentano la quota minima con una presenza di 99 uffici.

#### 5.4. LA TECNOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI UFFICI ITALPOSTE

A differenza dei gruppi “Tradizionale” e “Ristrutturato”, i gruppi “Ind. 1” ed “Ind. 2” si caratterizzano oltre che per la loro composizione (strutture modulari), anche per la loro tecnologia costruttiva; pur tuttavia la tecnologia costruttiva che definisce i due gruppi, Ind. 1 e Ind. 2, è irrilevante ai fini della valutazione dello studio poiché la struttura portante risulta sempre all’interno

dell'involucro edilizio e quindi i due gruppi non condizioneranno in alcun modo le caratteristiche termiche dell'involucro.

In particolare nell' Ind. 1 i pilastri sono stati realizzati con profilati di acciaio ad ala larga e sono protetti con zincatura a caldo mediante immersione, mentre per l' Ind. 2 la struttura è costituita da pilastri e travi in cemento armato.

La tecnologia costruttiva<sup>37</sup> è la medesima per tutte le categorie funzionali (C, D, E), pertanto gli elementi costruttivi sono stati così realizzati:

a) **Solaio di primo calpestio.** Si trova ad una quota di circa m. 0,35 rispetto alla quota di campagna in modo da presentare un'intercapedine areata. Il solaio di calpestio è costituito da coppelle nervate in c.a. poste, secondo il lato maggiore, su travi a U rovescia. Quest'ultima è fissata con le coppelle grazie ad un getto armato di sigillatura. A completare la sigillatura tra le coppelle è un massetto in calcestruzzo alleggerito. La pavimentazione di tutti gli ambienti viene realizzata in gomma a bolli ad esclusione della centrale termica e gruppo elettrico.

b) **Solaio di copertura.** L'estradosso si trova ad una quota di circa m. 4,65 rispetto al piano di campagna. Il solaio di copertura è costituito da coppelle nervate in c.a. poste, secondo il lato maggiore, su travi a U rovescia, che si incastrano nei capitelli predisposti sulla sommità dei pilastri. Come nel solaio di calpestio, la trave ad U rovescia viene sigillata con le coppelle tramite un getto armato. Segue uno strato di pannelli rigidi isolanti in resina espansa e poi uno strato di massetto alleggerito per regolare le pendenze. L'impermeabilizzazione è garantita da uno strato in guaina elastica in PVC o similare.

I primi edifici realizzati, presentavano una copertura costituita da un ulteriore strato di ghiaietto di 4 cm circa o lastre 40x40x3 cm. Attualmente, a seguito di interventi di ristrutturazione, possiamo considerare tutte le coperture rifinite da un ultimo strato di impermeabilizzazione in PVC o similare.

c) **Controsoffitti.** Formati da formelle a riquadri sagomate in lamiera preverniciata di alluminio forate e riempite con lana di roccia imbustate (sp. 4 cm); struttura portante ed elementi di riquadratura in canaline metalliche preverniciate sospese alla copertura, maglia 60 x 60 cm. Quota d'imposta sul piano finito m. 3,50 per gli uffici, m. 3,15 per i servizi.

d) **Tamponature.** Esternamente la struttura è in pannelli di calcestruzzo armato eseguiti fuori opera con modanature concave a tutta altezza fissati alle strutture di fondazione ed alle travi portanti di copertura con agganci metallici. I suddetti pannelli, alti ml. 5,55 e di modulo ml. 1,20, sono formati da impasto di cemento bianco e pigmenti colorati con inerti di pietra naturale, trattati in superficie con

---

<sup>37</sup> Cfr. Volume II Capitolo 2 "Dettagli Costruttivi"

sabbiatura e verniciatura idrorepellente, così da determinare un aspetto ruvido a tinta tenue conforme. Il pannello ha una forma ondulata, tale da presentare all'estremità uno spessore di 16 cm e in mezzeria uno spessore di 12 cm. Tale forma ondulata si interrompe in corrispondenza delle finestre dove il pannello raggiunge uno spessore complessivo pari a 33,5 cm. Le pareti perimetrali sono completate verso l'interno con pannelli in fibrocemento interposti da uno strato di lana di roccia.

e) **Tramezzature.** Le tramezzature interne sono realizzate con pannelli prefabbricati, formati da un telaio in lamiera di acciaio zincato sul quale aderiscono due lastre di fibrocemento compresso o di truciolato di legno con legante di cemento e colla dello spessore di 1 cm, con interposta lana di roccia. Si completa la tramezzatura con coprifili di alluminio o PVC rigido; contorni porte e vetrate in profili di alluminio anodizzato. Lo spessore totale del pannello è di circa 6,5 cm.

f) **Infissi esterni.** Per le finestre i serramenti sono in profilati di alluminio anodizzato con blindatura della parte corrispondente alla specchiatura inferiore. Doppi vetri per specchiatura apribile (all'esterno vetro Visarm) dove richiesto. Le dimensioni delle finestre variano in funzione dei vani illuminati e l'apertura è del tipo vasistas. Per i portoni d'ingresso, è disposta una bussola in doppia lamiera ( in genere 40/10 + 20/10) di acciaio zincato: due porte a due ante in lamiera con cristallo Blindovis. In particolare, per la bussola dell'ufficio arrivi e partenze, l'apertura delle porte è a consenso alternato con interblocco elettrico. Per la bussola principale, le due porte a due ante hanno un sistema di apertura va e vieni. Infine le bussole secondarie hanno le stesse proprietà della bussola principale, ma con una singola porta con un'anta a va e vieni.

## 5.5. LE CATEGORIE C, D, E

Dal punto di vista funzionale gli spazi<sup>38</sup> sono distribuiti in modo tale da avere, generalmente, sul fronte strada la sala al pubblico, da cui è possibile accedere tramite un accesso diretto, posto nell'atrio/portico coperto.

L'accesso alla sala al pubblico è permesso da una bussola principale con spalle e cielino in alluminio anodizzato su struttura in profilati d'acciaio zincato: due porte a due ante a va e vieni in cristallo temperato di notevoli caratteristiche di resistenza allo sfondamento complete di serranda esterna in acciaio zincato.

La sala arrivi e partenze è divisa dalla retrosportelleria da alcuni scaffali mobili e si trova sul fronte opposto alla sala al pubblico.

---

<sup>38</sup> Cfr. Volume II Capitolo 3 "Elaborati Planimetrici"

Davanti alla banchina della sala arrivi e partenze è previsto uno spazio per la sosta degli automezzi che devono caricare e scaricare gli effetti postali. E' possibile accedere alla sala tramite un bussola con caratteristiche simili alla bussola principale, ma con una sola porta a un'anta vieni e va.

A completare la suddivisione degli spazi, vi sono due locali tecnici, con accesso dall'esterno. Dal locale termico è possibile accedere, tramite una scala a spirale, alla copertura piana. Quest'ultima presenta in alcune zone dei lucernai con sistema antisfondamento.

In planimetria gli edifici mostrano la forma di un francobollo, la cui continuità lungo l'intero perimetro è assicurata in corrispondenza delle finestre tramite l'utilizzo di elementi prefabbricati in calcestruzzo, che tra l'altro fungono da protezione ad eventuali intrusioni.

Le micro categorie con il pedice "ctr" sono caratterizzate dalla presenza di apparati telex utilizzati per la corrispondenza che veniva fatta con telescriventi, infatti sono dotate di ulteriori due ambienti destinati ad "apparati" e "fono" con accesso dalla retroportelleria.

### **5.5.1 La categoria C**

Gli edifici della categoria C, si dividono in C1 e C2, ciascuno rispettivamente con una superficie di circa 460 mq e 560 mq, atrio escluso. Hanno uno sviluppo planimetrico a corpo doppio rettangolare, con passo delle strutture portanti di m. 3,60x8,40 e m. 4,80x8,40. Le dimensioni dell'edificio misurate tra gli assi dei pilastri d'ambito, sono di m. 16,80x26,40 per la C1 e 16,80x32,40 per la C2. Il piano di calpestio si trova ad una quota di m. 0,35 rispetto al piano di campagna; il piano di copertura si trova ad una quota di m. 4,65, arrivando fino a circa m. 5,40 con il parapetto, rispetto al piano di campagna.

Gli spazi all'interno degli edifici sono suddivisi in maniera tale da ospitare:

- a) Sala al pubblico;
- b) Sala al pubblico per accettazione telegrafica;
- c) Retroportelleria;
- d) Ufficio del direttore;
- e) Archivio;
- f) Bagno disabili;
- g) Due bagni e due spogliatoi per i dipendenti;
- h) Box valori;
- i) Fattorini;
- j) Fono;
- k) Apparati;
- l) Casellario.

La sala al pubblico presenta circa dieci postazioni, mentre la sala per accettazione telegrafica presenta circa 3 postazioni.

All'attualità qualcuno degli uffici avrebbe potuto modificare lievemente la distribuzione interna degli spazi, tale variazione risulterebbe comunque insignificante ai fini del presente studio.

### **5.5.2 La categoria D**

Fanno parte di questa categoria gli edifici D e Dctr, i quali presentano rispettivamente una superficie in pianta di circa 300 mq e 320 mq, atrio escluso. Hanno un diverso sviluppo planimetrico, ma comunque a corpo rettangolare con passo delle strutture portanti di m. 3,60x7,25. Il piano di calpestio si trova ad una quota di m. 0,35 rispetto al piano di campagna; il piano di copertura si trova ad una quota di m. 4,65, arrivando fino a circa m. 5,40 con il parapetto, rispetto al piano di campagna.

Gli spazi all'interno degli edifici, per la categoria Dctr, sono suddivisi in maniera tale da ospitare:

- a) Sala al pubblico;
- b) Retrosportelleria;
- c) Ufficio del direttore;
- d) Archivio;
- e) Due bagni e due spogliatoi per i dipendenti;
- f) Fattorini;
- g) Casellario.
- h) Apparati;
- i) Fono.

La categoria D ospita gli stessi ambienti della categoria Dctr a meno degli spazi:

- Apparati;
- Fono.

La sala al pubblico presenta circa otto postazioni.

All'attualità qualcuno degli uffici avrebbe potuto modificare lievemente la distribuzione interna degli spazi, tale variazione risulterebbe comunque insignificante ai fini del presente studio.

### **5.5.3 La categoria E**

Fanno parte di questa categoria gli edifici: Ectr, E, Es, Er, i quali presentano rispettivamente una superficie in pianta di circa 220 mq, 200 mq, 200 mq e 120 mq, atrio escluso. Hanno un diverso sviluppo planimetrico, ma comunque a corpo rettangolare e con passo delle strutture portanti di m. 3,60x7,20, eccetto per la categoria Er, dove le strutture portanti presentano un passo di m. 4,80x7,20.

Il piano di calpestio si trova ad una quota di m. 0,35 rispetto al piano di campagna; il piano di copertura si trova ad una quota di m. 4,65, arrivando fino a circa m. 5,40 con il parapetto, rispetto al piano di campagna.

Gli spazi all'interno degli edifici, per la categoria Ectr, sono suddivisi in maniera tale da ospitare:

- j) Sala al pubblico;
- k) Retrosportelleria;
- l) Ufficio del direttore;
- m) Archivio;
- n) Due bagni e due spogliatoi per i dipendenti;
- o) Fattorini;
- p) Casellario;
- q) Apparati;
- r) Fono.

La categoria E ospita gli stessi ambienti della categoria Ectr a meno degli spazi:

- Apparati;
- Fono.

Le categorie Es e Er, a meno degli spazi indicati per la categoria E, non presentano:

- Spogliatoi;
- Fattorini.

La sala al pubblico presenta circa otto postazioni per la categoria Ectr, cinque per la categoria E, tre per le categorie Es e Er.

All'attualità qualcuno degli uffici avrebbe potuto modificare lievemente la distribuzione interna degli spazi, tale variazione risulterebbe comunque insignificante ai fini del presente studio.

## **5.6. LA TECNOLOGIA IMPIANTISTICA DEGLI UFFICI ITALPOSTE**

La componente impiantistica all'interno degli edifici svolge un ruolo di notevole importanza ai fini delle condizioni di benessere termico degli occupanti, infatti per un qualsiasi edificio energivoro, per garantire le condizioni di comfort termico senza tener conto delle notevoli dispersioni termiche, è sufficiente incrementare la potenza termica dell'impianto. Questa è una logica che ha prevalso negli anni '70, quando i prezzi delle fonti primarie erano bassi e le tematiche ambientali non avevano l'attuale importanza.

Il sistema impiantistico all'interno di un edificio deve essere tale da soddisfare il fabbisogno termico o carico termico dell'involucro, che rappresenta la potenza termica che l'impianto deve scambiare con gli ambienti dell'edificio per assicurare le condizioni interne di progetto.

Il calcolo dei fabbisogni di energia dell'edificio vengono eseguiti in base a parametri che, secondo la normativa, stabiliscono le condizioni di benessere (comfort) per gli occupanti, ovvero l'atteggiamento mentale di completa soddisfazione per l'ambiente entro il quale si opera. Il principio è che l'insieme delle proprietà termiche dell'involucro edilizio e dell'azione degli impianti termici deve assicurare tale livello di benessere controllando temperatura, umidità, velocità dell'aria e ventilazione nella zona occupata.

Nel merito, il D.M. 26/06/09 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”, prevede la determinazione delle prestazioni energetiche degli impianti tramite la norma UNI/TS 11300:2008, costituita da due parti:

- UNI/TS 11300-2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-3: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

A supporto di tali normative il D.P.R. 412/93 stabilisce la durata di riscaldamento in funzione della zona climatica, pertanto l'art. 2 può essere così schematizzato:

<b>Zona climatica</b>	<b>Periodo d'accensione</b>	<b>Orario consentito</b>
<b>A</b>	1° dicembre - 15 marzo	6 ore giornaliere
<b>B</b>	1° dicembre – 31 marzo	8 ore giornaliere
<b>C</b>	15 novembre – 31 marzo	10 ore giornaliere
<b>D</b>	1° novembre - 15 aprile	12 ore giornaliere
<b>E</b>	15 ottobre – 15 aprile	14 ore giornaliere
<b>F</b>	Nessuna limitazione	Nessuna limitazione

Tabella 13 – Durata del riscaldamento in funzione della zona climatica

A tal proposito il D.P.R. sopra menzionato al suo art. 3 definisce le categorie edilizie e, nel caso specifico dello studio, gli immobili ricadono in categoria E2 “edifici adibiti ad uffici e assimilabili”, pertanto l'orario di funzionamento dell'impianto è in linea di massima pari a 4 ore (in genere dalle ore 8:00 alle ore 11:30).

In merito, invece, alla misurazione della temperatura dell'ambiente – in mancanza di dati oggettivi – è concesso considerare la norma UNI TS 11300-1, che fissa pari a 26°C la temperatura interna degli ambienti raffrescati nel periodo estivo e pari a 20°C nel periodo invernale.

Relativamente alla definizione ed alla tipologia degli impianti installati si è proceduto tenendo conto dei rilievi fatti sugli edifici scelti come riferimento. Un' analisi puntuale dei 1096 siti

condurrebbe, probabilmente, a far emergere lievi differenze sul tipo di modello utilizzato, sul costruttore e sulla potenzialità dell'impianto; pur tuttavia i dati rilevati sugli edifici campione si assumono di riferimento per tutti gli edifici appartenenti alla stessa tipologia (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es).

### **5.6.1 Tipologia di impianto termico installato**

#### Tipologia C1

L'impianto termico centralizzato è alimentato da una caldaia a basamento a gasolio, probabilmente risalente all'epoca di costruzione dell'immobile; la centrale termica è collocata in un vano tecnico ubicato sul retro dell'ufficio postale. La caldaia ha una potenza termica utile nominale pari a 105 KW ed una potenza termica massima installata pari a 115,80 KW. Ha un rendimento al 30% del carico nominale pari a 84% ed un rendimento al 100% del carico nominale pari a 89%. I terminali di erogazione sono anemostati ubicati nel controsoffitto che immettono aria calda nei locali dell'UP.

#### Tipologia C2

Impianto termico non presente.

#### Tipologia Dctr

Impianto termico non presente.

#### Tipologia D

L'impianto termico centralizzato è alimentato da una caldaia a basamento a gasolio, probabilmente risalente all'epoca di costruzione dell'immobile; la centrale termica è collocata in un vano tecnico ubicato sul lato destro dell'ufficio postale. La caldaia ha una potenza termica utile nominale pari a 25,70 KW ed una potenza termica massima installata pari a 32,20 KW. Ha un rendimento al 30% del carico nominale pari a 84% ed un rendimento al 100% del carico nominale pari a 89%. I terminali di erogazione sono anemostati ubicati nel controsoffitto che immettono aria calda nei locali dell'UP.

#### Tipologia Ectr

L'impianto termico centralizzato è alimentato da una caldaia a basamento a gasolio, probabilmente risalente all'epoca di costruzione dell'immobile; la centrale termica è collocata in un vano tecnico ubicato sul retro, al lato destro dell'ufficio postale. La caldaia ha una potenza termica utile nominale pari a 51,74 KW ed una potenza termica massima installata pari a 60,81 KW. Ha un rendimento al 30% del carico nominale pari a 84,4% ed un rendimento al 100% del carico nominale pari a 90%. I

terminali di erogazione sono anemostati ubicati nel controsoffitto che immettono aria calda nei locali dell'UP.

#### Tipologia E

L'impianto termico centralizzato è alimentato da una caldaia a basamento a gasolio. La centrale termica è collocata in un vano tecnico ubicato al lato destro dell'ufficio postale. La caldaia ha una potenza termica utile nominale pari a 80,00 KW ed una potenza termica massima installata pari a 89,00 KW. Ha un rendimento al 30% del carico nominale pari a 84,40% e un rendimento al 100% del carico nominale pari al 90%. I terminali di erogazione sono anemostati ubicati nel controsoffitto che immettono aria calda nei locali dell'UP.

#### Tipologia Es

L'impianto termico centralizzato è alimentato da una caldaia a basamento a gasolio. La centrale termica è collocata in un vano tecnico ubicato al lato destro dell'ufficio postale. La caldaia ha una potenza termica utile nominale pari a 25,00 KW ed una potenza termica massima installata pari a 31,5 KW. Ha un rendimento al 30% del carico nominale pari a 84,40% ed un rendimento al 100% del carico nominale pari a 90%. I terminali di erogazione sono anemostati ubicati nel controsoffitto che immettono aria calda nei locali dell'UP.

#### Tipologia Er

L'impianto termico centralizzato è alimentato da una caldaia a basamento a gasolio. La centrale termica è collocata in un vano tecnico ubicato sul retro, al lato sinistro dell'ufficio postale. La caldaia ha una potenza termica utile nominale pari a 29,60 KW e potenza termica massima installata pari a 34,80 KW. Ha un rendimento al 30% del carico nominale pari a 84,00 % e un rendimento al 100% del carico nominale pari al 90,00 %. I terminali di erogazione sono anemostati ubicati nel controsoffitto che immettono aria calda nei locali dell'UP.

### **5.6.2 Tipologia impianto di climatizzazione installato**

#### Tipologia C1

L'impianto di climatizzazione è costituito da un impianto canalizzato, a pompa di calore, posto all'interno della controsoffittatura dell'ufficio. L'impianto ha una potenza frigorifera di 28,82 KW. I terminali di erogazione sono anemostati installati all'interno della controsoffittatura.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico comandato da un termostato elettronico programmabile.

#### Tipologia C2

L'impianto di climatizzazione, a pompa di calore, è costituito da quattro mono split a parete di potenza frigorifera complessiva pari a 20,24 KW e da un dual split a parete di potenza frigorifera pari a 6,16 KW.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico su ciascuna pompa di calore.

#### Tipologia Dctr

L'impianto di climatizzazione, a pompa di calore, è costituito da dieci unità interne a controsoffitto ed ha una potenza frigorifera pari a 35,20 KW.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico centrale comandato da un termostato elettronico programmabile.

#### Tipologia D

L'impianto di climatizzazione, a pompa di calore, è costituito da otto unità interne a controsoffitto ed ha una potenza frigorifera di 28,15 KW.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico centrale comandato da un termostato elettronico programmabile.

#### Tipologia E

L'impianto di climatizzazione, a pompa di calore, è alimentato da quattro mono split a parete di potenza frigorifera complessiva pari a 12,31 KW.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico su ciascuna pompa di calore.

#### Tipologia Es

L'impianto di climatizzazione, a pompa di calore, è alimentato da sei mono split a parete di potenza frigorifera complessiva pari a 21,11 KW.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico su ciascuna pompa di calore.

#### Tipologia Er

L'impianto di climatizzazione, a pompa di calore, è alimentato da quattro mono split a parete di potenza frigorifera complessiva pari a 15,84 KW.

La regolazione dell'impianto avviene tramite un sistema automatico su ciascuna pompa di calore.

## *Capitolo VI – Analisi sperimentali condotte sull'involucro*

Il calcolo dei fabbisogni di energia dell'edificio vengono eseguiti in base a parametri che, secondo la normativa, stabiliscono le condizioni di benessere (comfort) per gli occupanti, ovvero l'atteggiamento mentale di completa soddisfazione per l'ambiente entro il quale si opera.

Il principio è che l'insieme delle proprietà termiche dell'involucro edilizio e dell'azione degli impianti termici deve assicurare tale livello di benessere controllando temperatura, umidità, velocità dell'aria e ventilazione nella zona occupata. Nel merito il D.M. 26/06/09 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici” prevede la determinazione delle prestazioni energetiche dell'involucro tramite la norma UNI/TS 11300-1:2008.

Nel presente capitolo sono state descritte le analisi sperimentali condotte sull'elemento costruttivo tamponatura mediante l'utilizzo di strumentazioni tecniche, al fine di definirne le relative prestazioni energetiche.

### **6.1. CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA TRASMITTANZA DELL'INVOLUCRO**

La trasmittanza termica, altresì detto coefficiente di trasferimento del calore, è la misura del flusso termico che, per una differenza di temperatura di 1 Kelvin, fluisce attraverso un metro quadrato di materiale.

L'unità di misura è:  $W/m^2K$

In generale, la determinazione della trasmittanza degli elementi costruttivi dell'involucro può essere effettuata secondo i seguenti approcci metodologici:

**1) *Calcolo analitico:*** i vantaggi sono nella semplicità (è sufficiente avvalersi di uno dei tanti software di calcolo certificati dal CTI) nella rapidità e nell'economicità. I limiti sono connessi ad una valutazione solo teorica che dipende fortemente dall'attendibilità dei dati assunti come input per il calcolo. Non si considerano poi in alcun modo le modalità di messa in opera dei manufatti nonché la possibile variazione prestazionale nel tempo.

**2) *Metodo tabellare secondo norma UNI:*** La norma fornisce valori di U in funzione dell'epoca di costruzione e della tipologia costruttiva del fabbricato. Per gli edifici esistenti le caratteristiche degli elementi opachi (involucro) vengono determinate mediante l'appendice A e B della norma UNI TS 11300-1 2008. In particolare l'appendice A si preoccupa della determinazione semplificata della trasmittanza termica dei componenti opachi di edifici esistenti, mentre nell'appendice B viene riportato l'abaco delle strutture murarie utilizzate in Italia in edifici esistenti.

Il limite sta nel fatto che si tratta di un elenco ancora incompleto fornito di diciotto tipologie costruttive di elementi murati verticali, ma privo di informazioni sugli elementi orizzontali.

L'appendice C e la norma UNI EN 10077-1:2007 consentono, invece, la determinazione del valore della trasmittanza degli elementi trasparenti (finestre).

**3) *Misura diretta (sperimentale) del flusso termico:*** è un'analisi quantitativa che consente di calcolare il valore della trasmittanza e di confrontare tra loro i diversi valori ottenuti (evidenziando, ad esempio, il contributo di un ponte termico). I principali limiti sono legati alla stagionalità, alla durata della misura (anche più di una settimana), al fatto che si tratta comunque di un'analisi puntuale e non globale di una facciata.

Al fine di definire la trasmittanza  $U$  risultano, poi, opportune le seguenti tipologie di prove:

**1) *Prove esplorative:*** con sondaggi è possibile verificare il materiale effettivamente utilizzato, il suo stato di conservazione e la modalità di posa. Tuttavia, trattandosi di prova distruttiva, è rilevante il disagio per l'utente connesso ad un'opera di parziale demolizione e rilevanti sono anche i costi di ripristino. Inoltre rimane l'incognita dell'attendibilità di valutazioni limitate a singoli punti che verrebbero estese all'intero fabbricato.

**2) *Termografia IR:*** la tecnica IR consente di effettuare analisi non distruttive a distanza, bidimensionali su aree più o meno vaste (e quindi non solo puntuali), con esiti in tempi rapidi. I principali limiti consistono nella stagionalità delle prove (possibili solo in determinate condizioni climatiche e meteorologiche) e nel fatto che si tratta di un'analisi qualitativa e non quantitativa.

## **6.2. DAL CRITERIO SINTETICO ALL'ANALISI SU BASE CLUSTER**

Prima di qualsiasi intervento è indispensabile uno studio dettagliato del comportamento energetico dell'edificio.

Una volta individuati gli elementi che causano le maggiori perdite di energia termica, si valuta la dimensione dell'intervento considerando l'importanza dell'omogeneità dell'involucro. Per determinare l'entità dell'intervento è importante fare un bilancio delle perdite energetiche di ogni singolo componente dell'involucro edilizio, ma sempre considerando che l'efficacia della riabilitazione energetica dipende dal comportamento termico dell'insieme.

In genere, affinché lo studio del comportamento dell'edificio considerato sia il più attendibile possibile, bisogna determinare le caratteristiche dell'involucro ed impiantistiche dell'edificio considerato mediante studi analitici degli stessi elementi costruttivi.

In alternativa, in mancanza di dati oggettivi, sulla base di norme UNI TS 11300, mediante degli abachi, è possibile rilevare i valori utili della trasmittanza. C'è da osservare che un criterio del genere, definito sintetico, non sempre permette di definire valori reali della trasmittanza termica; si tratta di valori approssimativi e spesso incapaci di tener conto dell'effettiva trasmittanza termica degli elementi opachi.

L'adozione, invece, di valori certi, determinati tramite l'analisi delle concessioni edilizie e l'effettuazione di rilievi sul posto, rendono l'analisi energetica più realistica.

Pertanto, note le caratteristiche geometriche, climatiche, tecniche e tecnologiche degli immobili, l'intero patrimonio considerato (1096 uffici) è stato diviso in cluster<sup>39</sup> e per ciascun cluster è stato scelto un edificio tipo sul quale sono state svolte le analisi sperimentali.

Ovviamente, le analisi sono state condotte nel rispetto delle attività che quotidianamente vengono svolte all'interno degli uffici senza creare alcuna interferenza con le attività in essere; pertanto, le sole analisi sperimentali che si sono potute eseguire riguardano lo studio dell'elemento opaco dell'involucro, la tamponatura.

Mediante analisi sperimentali, termografiche e termoflussimetriche, sono stati determinati, quindi, i valori della trasmittanza  $U$  della tamponatura.

### **6.3. CRITERI DI VALUTAZIONE ADOPERATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA $U$ DELLA TAMPONATURA**

Nel caso in esame è stata proposta un'analisi di tipo qualitativa, attraverso la termocamera, per la determinazione dei punti critici e successivamente un'analisi quantitativa, attraverso l'utilizzo del termoflussimetro, che permette di definire la criticità della dispersione termica. Nel merito è opportuno evidenziare che il flussimetro assume sempre più importanza, così come testimonia un progetto di norma europeo, la prEN15203, che specifica e descrive nel dettaglio i metodi da utilizzare per indagini di campo, fra cui è esplicitamente incluso il metodo dei termoflussimetri secondo la ISO 9869:1994.

Al criterio di valutazione termografico, è stato associato il termoigrometro, la cui funzione è quella di ottimizzare la qualità dei dati rilevati attraverso la termocamera.

La procedura sperimentale qui richiamata è stata effettuata – negli orari di esercizio delle attività, ed in particolare nei turni mattutini - sugli edifici campione, ubicati nella Regione Campania, scelti tra le varie categorie (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es).

---

<sup>39</sup> Raggruppamento di immobili che presentano uguali caratteristiche geometriche, tecnologiche, tecniche e climatiche.

Premesso che i valori, sia termografici che termoflussimetrici, rilevati sui siti campione presi a scelta tra le otto categorie, sono risultati alquanto simili tra loro, si è preferito riportare nei paragrafi 6.5, 6.6 e 6.7, tra tutte le analisi condotte, quelle delle categorie risultate più significative scelte tra le macrocategorie (C, D, E) e rinviare al Volume II, Capitolo 4 “Analisi Termografiche e Termoflussimetriche”, le altrettante analisi delle restanti categorie (C2, Dctr, Ectr, Er, Es).

### 6.3.1 Termografia IR

L’analisi termografica è un metodo largamente utilizzato in edilizia per la rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche degli involucri edilizi. Tale metodologia è descritta dalle norme UNI 9252 e UNI EN 13187:2000.

Il metodo si basa sostanzialmente sul fatto che le irregolarità nelle proprietà termiche dei componenti che costituiscono l’involucro di un edificio si traducono in variazione di temperatura sulle superfici considerate. La diversa distribuzione della temperatura superficiale permette quindi di evidenziare irregolarità termiche dovute a difetti di isolamento, ponti termici, umidità e/o infiltrazioni d’aria dei componenti costituenti l’involucro dell’edificio.

Per quanto utile possa essere l’analisi termografica, occorre, comunque, un’attenta interpretazione delle immagini termiche acquisite.

A sostenere la tesi che l’analisi termografica è un controllo di tipo qualitativo è la norma UNI 9252:1988 che recita testualmente: *“la presente prova descrive un metodo di prova qualitativo, basato sulla termografia all’infrarosso, per rilevare e analizzare le irregolarità termiche dell’involucro dell’edificio. La presente norma non si applica ai fini della determinazione dell’isolamento termico e di tenuta all’aria di un edificio. Per tali determinazioni sono richieste altre metodologie di indagine”*. Pertanto l’analisi termografica verrà coadiuvata da un’analisi quantitativa effettuata con il termoflussimetro.

L’analisi termografica è stata effettuata con una termocamera modello Testo 875-1.

Tale strumentazione, al suo primo utilizzo, richiede la definizione del valore di emissività<sup>40</sup> ( $\epsilon$ ) e della temperatura riflessa<sup>41</sup> (RTC) dell’elemento analizzato.

<sup>40</sup> È una misura della capacità di un materiale di irraggiare energia.

<sup>41</sup> In molte applicazioni di misura la temperatura riflessa corrisponde alla temperatura ambiente una volta eliminate tutte le possibili fonti di interferenza che potrebbero influenzare la misura.

La stessa guida TESTO indica che tali valori possono essere acquisiti dalla Tabella allegata al manuale d'uso dove viene definito per ogni materiale il valore di emissività  $\epsilon$ . Però, poiché l'emissività cambia con la temperatura e le proprietà superficiali, per ottenere valori più precisi si è utilizzato il termoisgrometro modello TESTO 65-2.

L'analisi condotta ha quindi confrontato i valori di temperatura superficiale ricavati dalla termocamera con quelli del termoisgrometro.

Dapprima si è definita la RTC utilizzando un metodo sostitutivo al radiatore di Lambert, ovvero un pezzo di foglio di alluminio accartocciato è un sostituto adatto al radiatore di Lambert. Per misurare la temperatura della radiazione riflessa il foglio accartocciato è stato posizionato vicino all'oggetto da misurare impostando l'emissività della termocamera pari ad uno.

La termocamera ha, quindi, calcolato la temperatura della radiazione incidente che corrisponde al valore di RTC da fissare all'interno della termocamera.

A questo punto si è passato a rilevare con il termoisgrometro la temperatura di superficie dell'oggetto.

Successivamente è stata misurata, con la termocamera, la temperatura di superficie dell'oggetto impostando l'emissività su uno.

La differenza tra i valori di temperatura misurati con il termometro a contatto e con la termocamera è dovuta al fatto che l'emissività impostata è troppo alta. E' stata, quindi, abbassata gradualmente l'impostazione dell'emissività cambiando la temperatura misurata fino a corrispondere con il valore ottenuto nella misura a contatto. L'emissività così impostata corrisponde all'emissività della superficie dell'oggetto di misura.

Per effettuare una misura con la termocamera è importante avere condizioni ambientali stabili; ciò significa che il clima e gli oggetti nell'ambiente di misura, così come qualunque altra influenza, non devono cambiare durante la misura.

I rilievi termografici sono stati effettuati in gran parte all'interno dell'edificio poiché all'esterno le condizioni climatiche non sempre hanno permesso risultati chiari in quanto gli oggetti esposti al sole assorbono la luce solare influenzando notevolmente sui valori della temperatura superficiale. Quindi, per misure all'aperto, le condizioni atmosferiche devono essere stabili e preferibilmente il cielo deve essere nuvoloso al fine di schermare l'oggetto di misura. Bisogna, però, anche tenere presente che gli oggetti di misura possono essere ancora caldi per effetto della precedente esposizione alla luce solare a causa della loro capacità di accumulare calore.

Le condizioni di misura ideali sono quindi:

- Condizioni atmosferiche stabili;
- Cielo nuvoloso prima e durante la misura (per misure all'aperto);
- Assenza di luce solare diretta prima e durante la misura;
- Assenza di precipitazioni;
- Superficie dell'oggetto di misura asciutta e priva di fonti termiche d'interferenza (es. assenza di foglie sulla superficie);
- Assenza di vento o correnti d'aria;
- Assenza di fonti d'interferenza nell'ambiente di misura o nel percorso di trasmissione;
- La superficie dell'oggetto di misura ha un'emissività elevata che è conosciuta esattamente.

Inoltre per la termografia edile si raccomanda una differenza di almeno 10 °C tra la temperatura esterna e quella interna e ciò, nel caso specifico, è stato assicurato dalla climatizzazione interna e dalle temperature estive esterne molto alte.

### **6.3.2 Misura del flusso termico**

La misura del flusso termico è stata effettuata secondo le indicazioni della ISO 9869:1994<sup>42</sup>, adoperando lo strumento Testo 435-2.

Il termoflussimetro è uno strumento che, unitamente al rilievo delle temperature superficiali interne ed esterne, permette di calcolare la resistenza termica, la conduttanza termica, la trasmittanza termica, quindi individuare i parametri negativi e migliorabili della struttura.

Sostanzialmente si tratta di una termopila che viene posizionata sulla faccia della parete dove la fluttuazione termica è minore e dove non c'è irraggiamento solare diretto, in genere viene scelta la superficie interna (calda) dell'elemento da investigare.

Per far sì che vi sia una bassa resistenza tra la superficie del flussimetro e quella dell'elemento considerato e che vi sia una buona adesione viene utilizzata una pasta conduttiva.

La verifica in situ del valore di trasmittanza termica del componente edilizio valutato, risente fortemente di alcuni fattori sinteticamente raggruppabili in tre categorie:

- Condizioni del sito

- condizioni climatiche all'istante in cui si fanno le misurazioni o del periodo temporale immediatamente precedente (con riferimento in particolare alla velocità del vento, all'irraggiamento

---

<sup>42</sup> Thermal insulation – Building elements – In situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance - (trad. Isolamento termico - Elementi costruttivi - Nella misura in situ di resistenza termica e trasmittanza termica).

solare, alla pioggia);

- situazione climatica media del sito, con particolare riferimento all'umidità del luogo, che può modificare il comportamento dei materiali da costruzione.

- Condizioni dell'edificio

- invecchiamento dei materiali utilizzati;

- corretto posizionamento dei materiali in fase di costruzione.

- Condizioni di utilizzo

- gestione/conduzione dell'edificio da parte degli utenti (riscaldamento/raffrescamento e apertura/chiusura dei serramenti);

- eventuali interventi di manutenzione effettuati.

Per una misura corretta occorre rispettare almeno alcuni accorgimenti di base, consigliati dalla TESTO, nel posizionamento delle sonde (in numero di due, una interna ed una esterna) e nelle condizioni di prova.

Vale a dire:

- far aderire bene la sonda alla parete;

- una differenza termica tra interno ed esterno di almeno 10°C;

- condizioni interne ed esterne il più possibile costanti nel tempo;

- posizionamento delle sonde, interna ed esterna, in luogo protetto da sorgenti termiche calde o fredde;

- durata consigliata della prova, minimo una giornata. Ma maggiore è il numero di dati validi a disposizione e migliore sarà il risultato ottenuto.

La procedura sperimentale qui richiamata è stata applicata per le sole tamponature e quindi facendo attenzione ad operare ad un'opportuna distanza dai ponti termici rilevati con la termocamera.

#### **6.4. DEFINIZIONE DELLA ZONA TERMICA DEGLI EDIFICI OGGETTO DI STUDIO**

Un edificio può essere suddiviso in più zone termiche, ovvero quelle porzioni di edificio (talvolta coincidenti con l'intero edificio) che sono tenute a temperature differenti o gestite tramite impianti differenti o, ancora, che sono destinate ad usi differenti rispetto al resto dello stabile.

Pur tuttavia la zonizzazione non è richiesta se si verificano le seguenti condizioni<sup>43</sup>:

a) le temperature interne di regolazione per il riscaldamento differiscono di non oltre 4 K;

---

<sup>43</sup> Norma UNI TS 11300 cap. 7

- b) gli ambienti non sono raffrescati o comunque le temperature interne di regolazione per il raffrescamento differiscono di non oltre 4 K;
- c) gli ambienti sono serviti dallo stesso impianto di riscaldamento;
- d) se vi è un impianto di ventilazione meccanica, almeno l'80% dell'area climatizzata è servita dallo stesso impianto di ventilazione con tassi di ventilazione nei diversi ambienti che non differiscono di un fattore maggiore di 4.

In virtù delle condizioni in premessa, nel nostro caso, trattandosi di ambienti serviti dallo stesso impianto di riscaldamento, è stata considerata una sola zona termica con esclusione dei locali adibiti a centrale termica e gruppo elettrogeno che non sono dotati di alcun tipo di impianto di riscaldamento.

#### **6.5. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA C1**

Le analisi condotte consentono di affermare che tra le categorie C1 e C2 ciò che varia è soltanto la superficie calpestabile. Infatti la C1 dispone di una zona termica lorda di circa 430 mq (escluso atrio e locali tecnici); la C2 dispone di una zona termica lorda di circa 530 mq (escluso atrio e locali tecnici).

Le analisi che seguono, riferite ad un ufficio appartenente alla categoria C1, mettono in risalto le zone di maggiore dispersione termica.

### 6.5.1 *Analisi Termografiche*

Di seguito si riportano le analisi relative a nove coni ottici rilevati presso la tipologia C1.

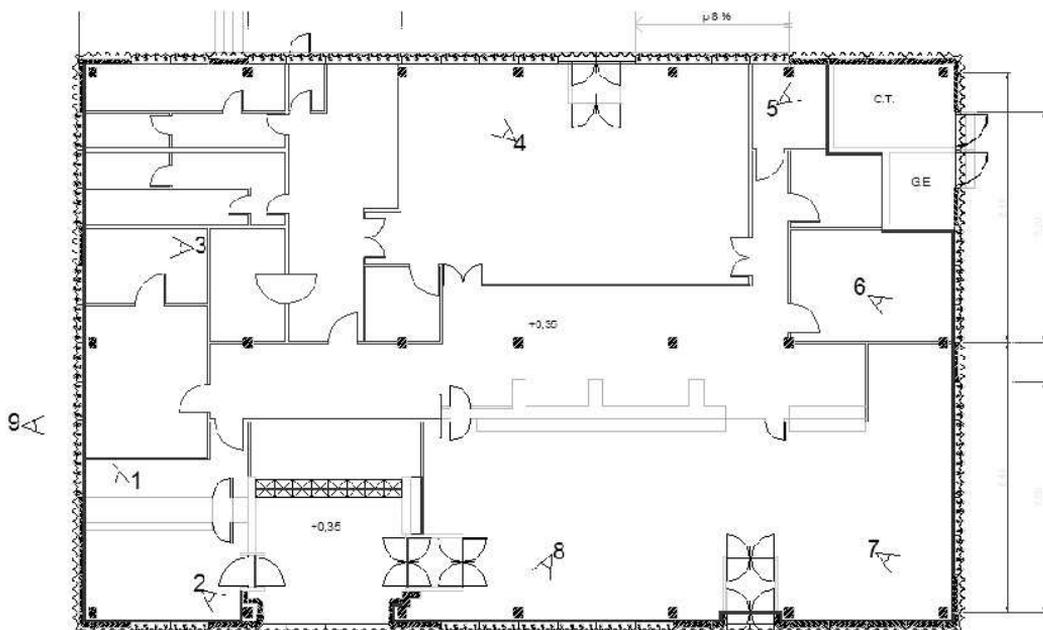


Figura 18 – coni ottici planimetria ufficio C1

### Cono ottico uno

#### Identificazione



L'identificazione fa riferimento al primo cono ottico, dove si analizza un giunto tra le due pareti interne, che potrebbe generare un ponte termico. Il termogramma mostra l'effettiva presenza dei ponti termici nelle zone ipotizzate, con l'aggiunta del prevedibile ponte termico in corrispondenza della finestra ed in corrispondenza del controsoffitto.

Nell'immagine sottostante viene riportata la sovrapposizione dell'identificazione con il termogramma.

$T_{max} = 23,9^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 21,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 21,9^{\circ}\text{C}$

#### Termogramma

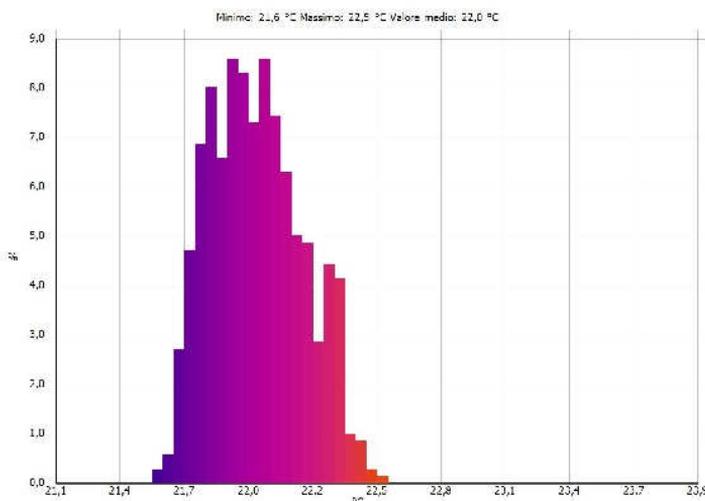
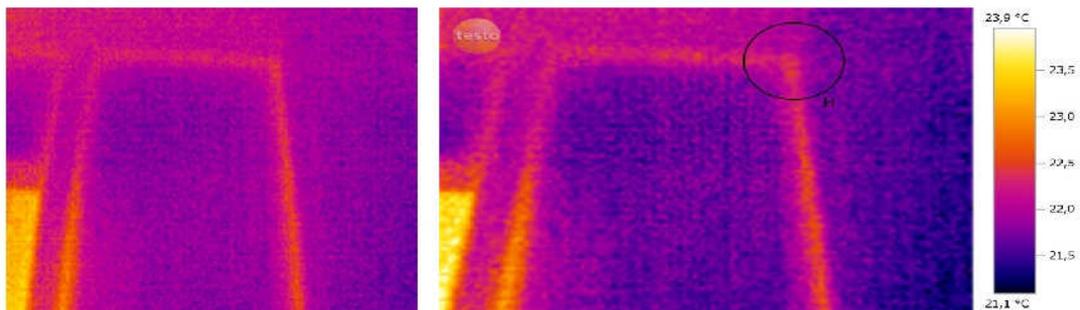


Figura 19 – Identificazione e Termogramma cono ottico 1 - categoria C1

### Cono ottico due

Identificazione



Termogramma



Figura 20 – Identificazione e Termogramma cono ottico 2 - categoria C1

L'identificazione fa riferimento al secondo cono ottico, dove si analizza uno spigolo alto interno, che potrebbe generare un ponte termico. Il termogramma oltre a mostrare i ponti termici sospettati, rivela la presenza di un ponte termico inaspettato e maggiormente visibile con la sovrapposizione delle due immagini, opportunamente indicato con delle frecce.

$T_{max} = 26^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 23,8^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

#### Identificazione



#### Termogramma

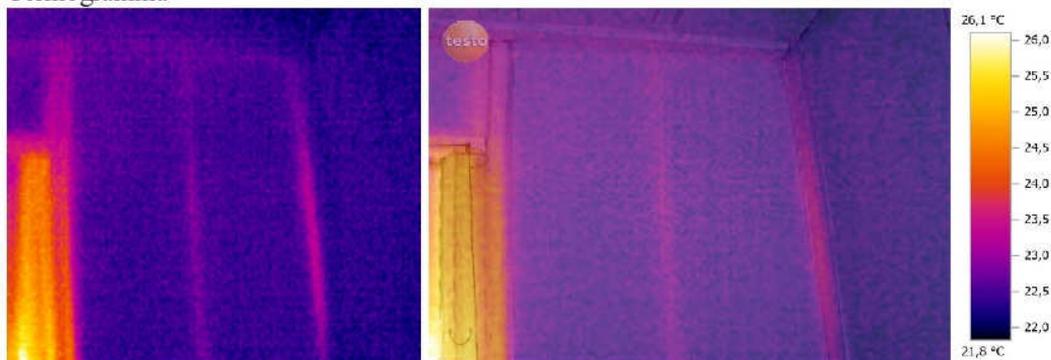


Figura 21 – Identificazione e Termogramma cono ottico 3 - categoria C1

L'identificazione fa riferimento al terzo cono ottico, dove si analizza uno spigolo alto interno in corrispondenza di un infisso, che nel termogramma mostra perfettamente l'evidente differenza di temperatura. E' da notare che anche in quest'occasione, come la precedente, il pannello mostra un ponte termico che altrimenti non sarebbe visibile ad occhio nudo.

$T_{max} = 26^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 21,8^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 22,8^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico quattro

#### Identificazione



Nell'identificazione si nota il pilastro, di colore blu, posto all'interno dell'involucro e al termine della parete interna. Inoltre l'infisso adiacente al pilastro, nell'immagine termica mette in evidenza il salto termico che sussiste e che viene evidenziato nel profilo della temperatura, ottenuto in corrispondenza del piano P, indicato nella figura sottostante.

Inoltre è da notare la maggiore temperatura del controsoffitto rispetto alla parete sulla sinistra.

$T_{max} = 25,4^{\circ}C$  -  $T_{min} = 23,3^{\circ}C$  -  $T_{media} = 24,5^{\circ}C$

#### Termogramma

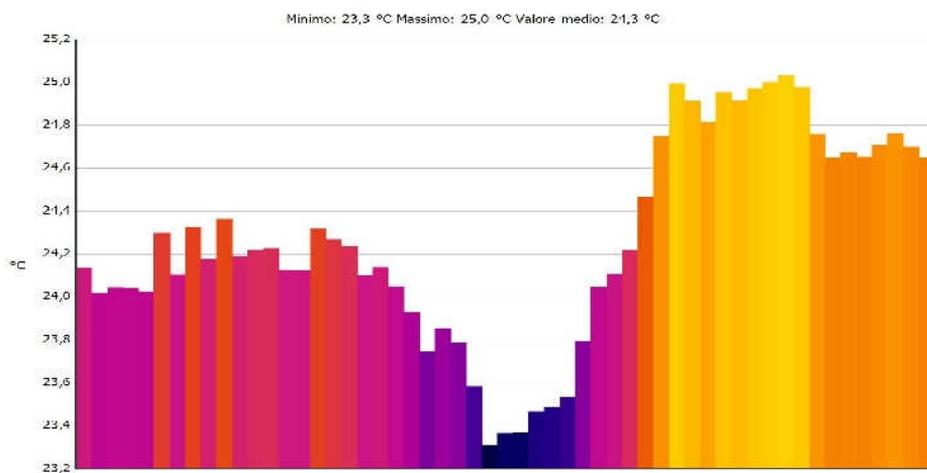
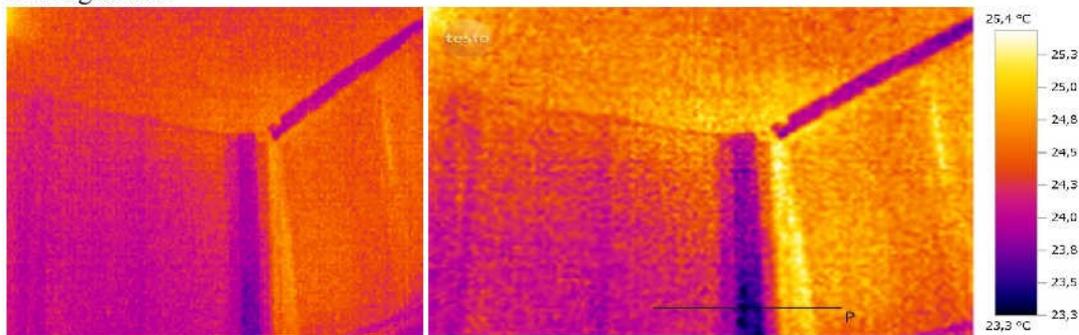
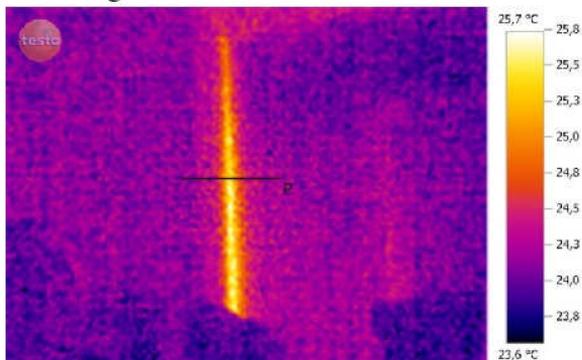


Figura 22 – Identificazione e Termogramma cono ottico 4 - categoria C1

### Cono ottico cinque

#### Termogramma



Il termogramma del quinto cono ottico mette in evidenza ancora una volta il ponte termico che si verifica in corrispondenza dello spigolo, che dall'altra parte affaccia in parte all'esterno e in parte nella centrale termica. Tra la parete (in blu) e lo spigolo (in giallo) è stata rilevata una differenza di temperatura di circa 2,5°C.

$T_{max} = 25,7^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,1^{\circ}\text{C}$

Figura 23 – Termogramma cono ottico 5 - categoria C1

### Cono ottico sei

#### Identificazione



Il termogramma considerato rispetto all'identificazione, fa riferimento all'angolo in alto, dove è molto evidente la differenza di temperatura tra il controsoffitto e il muro; ancora una volta emerge all'interno dei pannelli un ponte termico non visibile nell'identificazione. L'immagine della termocamera rende chiara l'idea di quanto siano elevate le dispersioni in copertura, nonostante la presenza del controsoffitto.

$T_{max} = 25,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 23,3^{\circ}\text{C}$

#### Termogramma

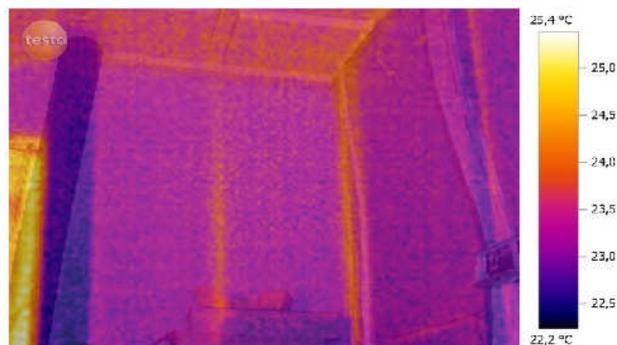
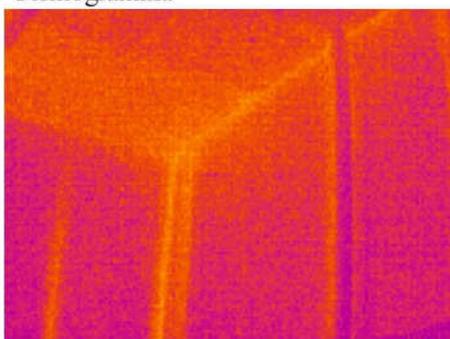


Figura 24 – Identificazione e Termogramma cono ottico 6 - categoria C1

### Cono ottico sette

Identificazione



Termogramma

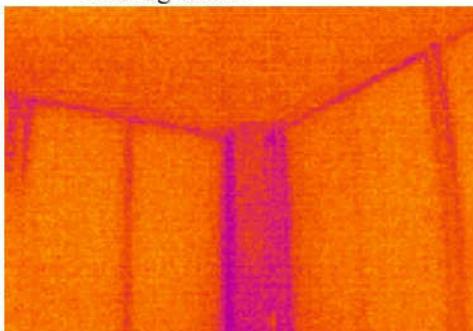


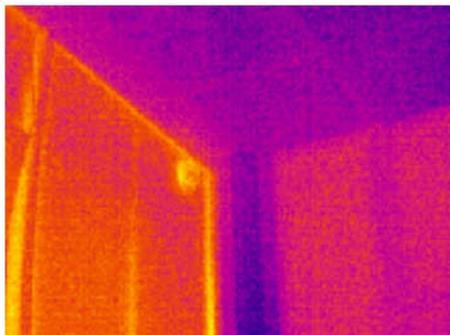
Figura 25 – Identificazione e Termogramma cono ottico 7 - categoria C1

Nell'identificazione è chiara la posizione del pilastro, racchiuso dalle pareti laterali. Ciò determina, come visibile nel termogramma, un ponte termico proprio in corrispondenza dell'elemento strutturale pilastro. Nel pannello sinistro sussiste un ponte termico, verticale, mentre nel pannello di destra il ponte termico è scarsamente visibile. Ciò fa pensare che il problema del ponte termico nei pannelli non è presente solo in corrispondenza delle giunzioni degli stessi.

$T_{max} = 25^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23,3^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,5^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico otto

Termogramma



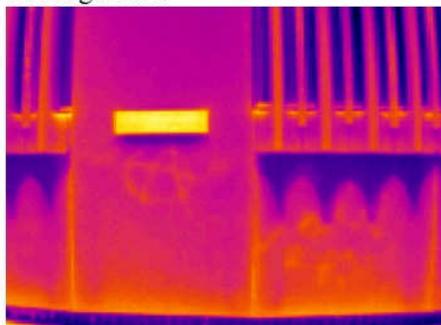
Il termogramma mostra chiaramente la dispersione termica dovuta agli infissi, anche se in alcuni casi i rilievi effettuati in corrispondenza degli infissi e in particolari condizioni di fenomeni di riflessione termica sono stati ritenuti poco attendibili, ma comunque in grado di mettere in risalto i ponti termici.

$T_{max} = 28,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 25,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 26,7^{\circ}\text{C}$

Figura 26 – Termogramma cono ottico 8 - categoria C1

### Cono ottico nove

#### Termogramma



Il termogramma mostra un rilievo effettuato esternamente e con dei ponti termici in corrispondenza del solaio di primo calpestio e in corrispondenza delle giunzioni tra i pannelli. Mentre non sono considerate le ombre sottostanti l'infisso.

$T_{max}= 40,4^{\circ}C$  -  $T_{min}=28,2^{\circ}C$  -  $T_{media}= 35,7^{\circ}C$

Figura 27 – Termogramma cono ottico 9 - categoria C1

### 6.5.2 Calcolo Trasmittanza termica con flussimetro

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

#### Misura 1

Periodo: dal 19 agosto 2011 alle ore 9:05 al 19 agosto 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna:  $37,1^{\circ}C$ ; Temperatura media interna:  $26,5^{\circ}C$ ;  $\Delta T= 10,6^{\circ}C$ ;

$T_{max}$  esterna:  $41^{\circ}C$ ;  $T_{min}$  esterna:  $32^{\circ}C$ ;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media:  $0,847 W/m^2K$

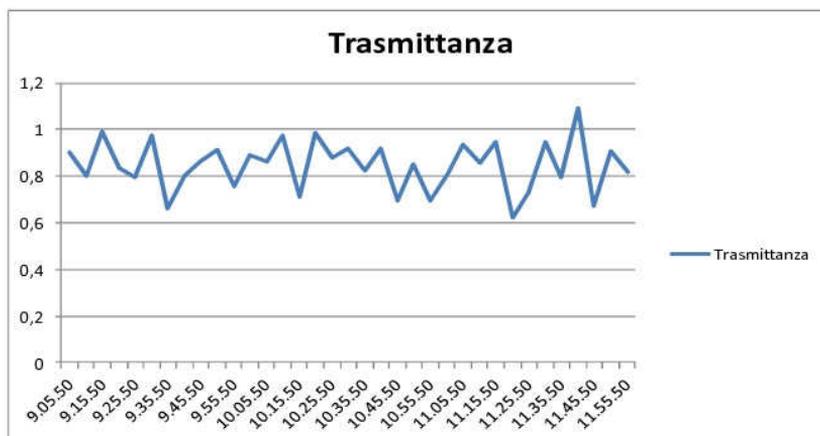


Figura 28 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 1, categoria C1

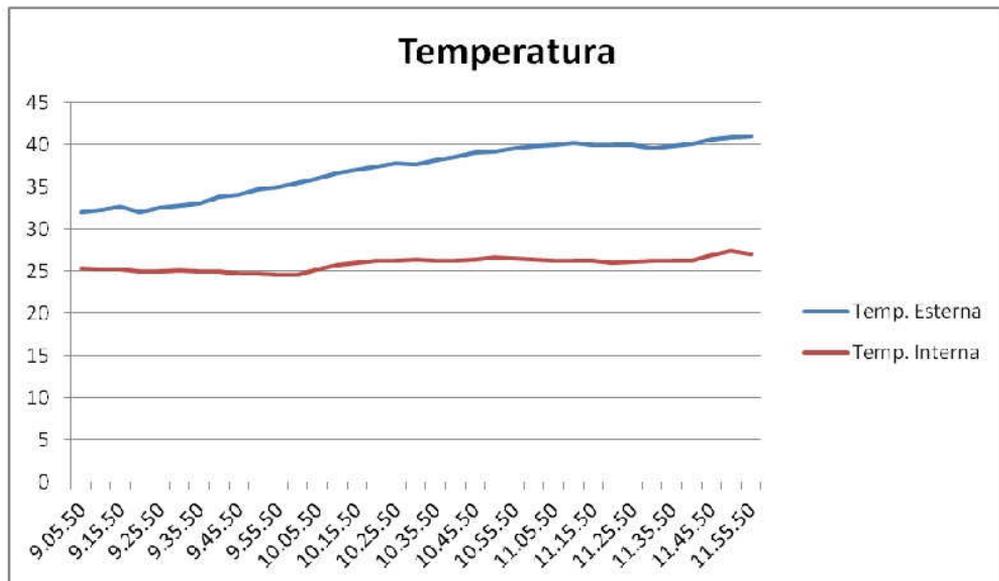


Figura 29 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 1, categoria C1

### Misura 2

Periodo: dal 22 agosto 2011 alle ore 9:05 al 22 agosto 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,7°C; Temperatura media interna: 26,4°C;  $\Delta T = 10,3^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,8°C; Tmin esterna: 30°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,828 W/m<sup>2</sup>K

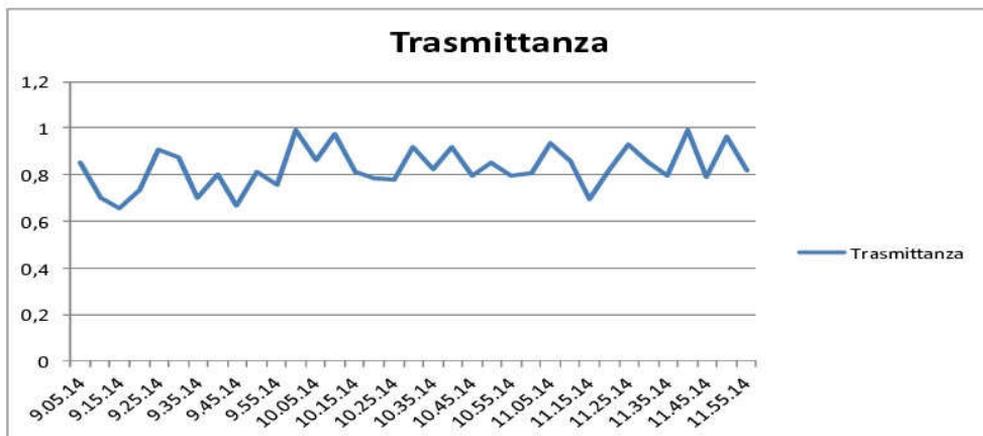


Figura 30 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 2, categoria C1

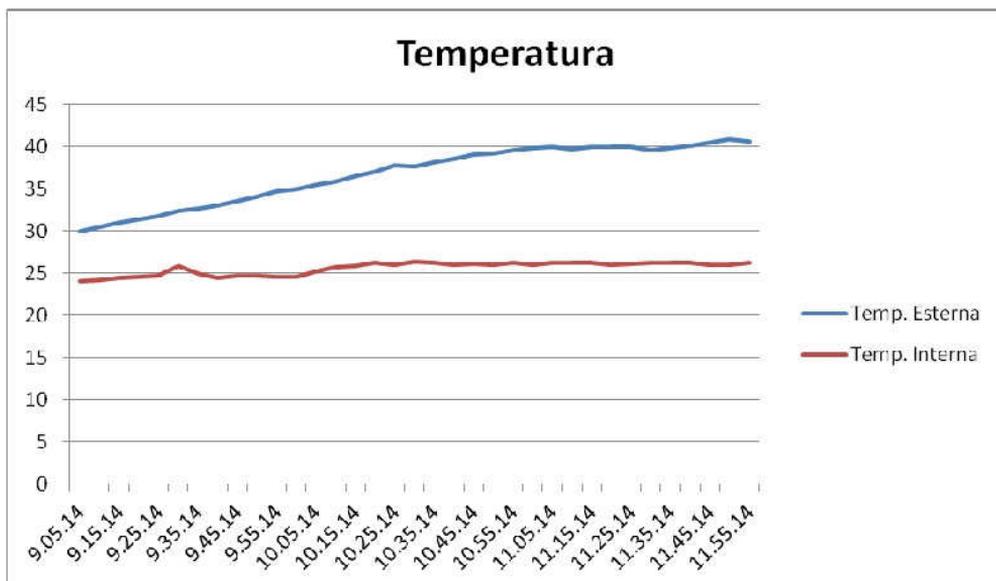


Figura 31 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 2, categoria C1

### Misura 3

Periodo: dal 23 agosto 2011 alle ore 9:00 al 23 agosto 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,8°C; Temperatura media interna: 26,3°C;  $\Delta T = 10,5^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 41,3°C; Tmin esterna: 30,8°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,821 W/m<sup>2</sup>K

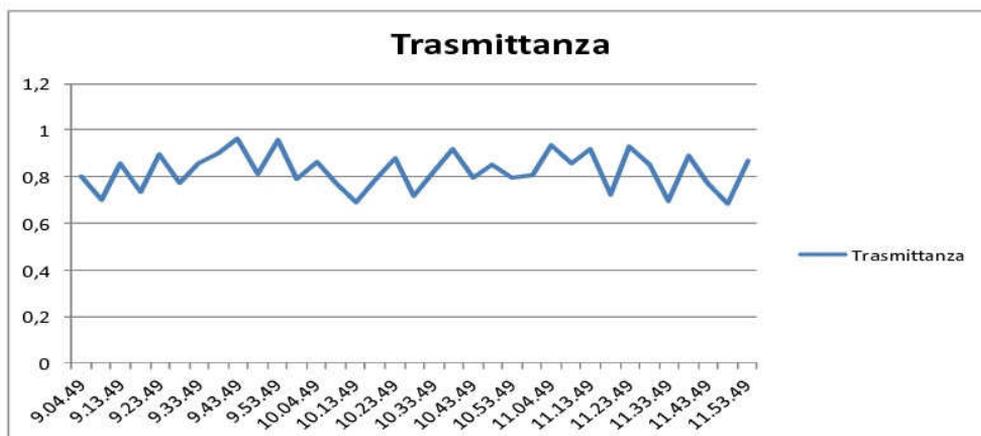


Figura 32 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 3, categoria C1

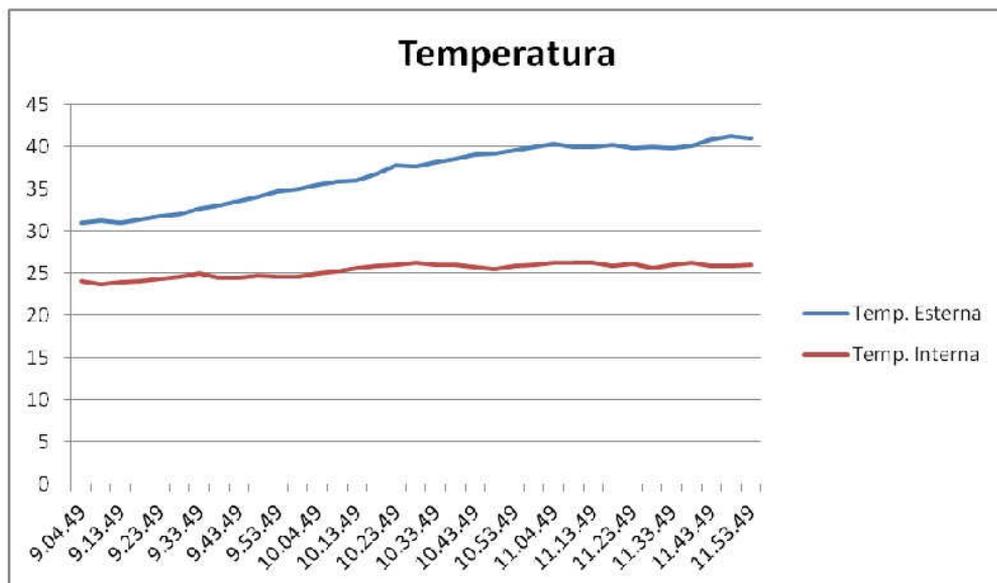


Figura 33 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 3, categoria C1

## 6.6. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA D

Le analisi condotte consentono di affermare che tra le categorie D e Dctr ciò che varia è soltanto la superficie calpestabile. Infatti la D dispone di una zona termica lorda di circa 280 mq (escluso atrio e locali tecnici); la Dctr dispone di una zona termica lorda di circa 300 mq (escluso atrio e locali tecnici).

Le analisi che seguono, riferite ad un ufficio appartenente alla categoria D, mettono in risalto le zone di maggiore dispersione termica.

Nella pianta dell'edificio considerato sono stati effettuati molteplici rilievi termografici, tuttavia sono state tralasciate immagini termografiche che presentano punti critici riscontrabili già nelle immagini precedentemente riportate.

L'accesso in copertura è stato reso possibile per mezzo di una scala ubicata all'interno della centrale termica. In copertura non è stato possibile rilevare le dispersioni termiche in corrispondenza dei lucernai che, tra l'altro, sono parzialmente coperti da una protezione che attenua l'irradiazione solare.

### 6.6.1 Analisi Termografica

Di seguito si riportano le analisi relative a otto cono ottici rilevati presso la tipologia D.

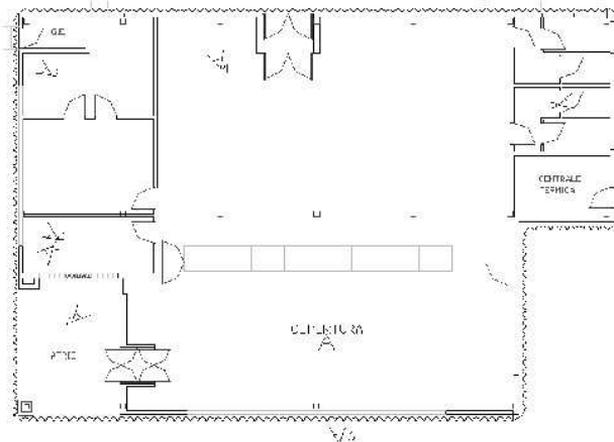
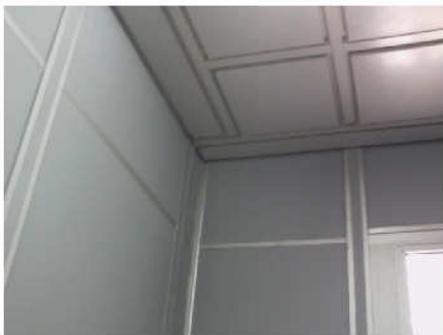


Figura 34 – cono ottici planimetria ufficio D

#### Cono ottico uno

##### Identificazione



Nell'identificazione viene riportato un angolo interno alto e nel termogramma la presenza di una parete con una temperatura più calda (parete di sinistra) rispetto all'altra (parete di destra) è dovuta all'esposizione delle pareti. L'immagine sottostante mostra che nell'analisi la zona più calda si trova sempre in corrispondenza dell'angolo (HS1), dove la temperatura è pari a circa 25°C, contro i circa 23°C misurati sulla parete di destra.

$T_{max} = 25^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,3^{\circ}\text{C}$

##### Termogramma

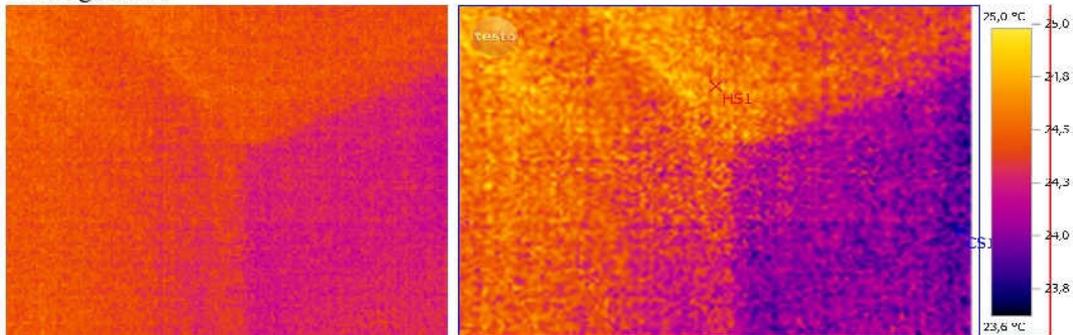


Figura 35 – Identificazione e Termogramma cono ottico 1 - categoria D

## Cono ottico due

### Identificazione



### Termogramma

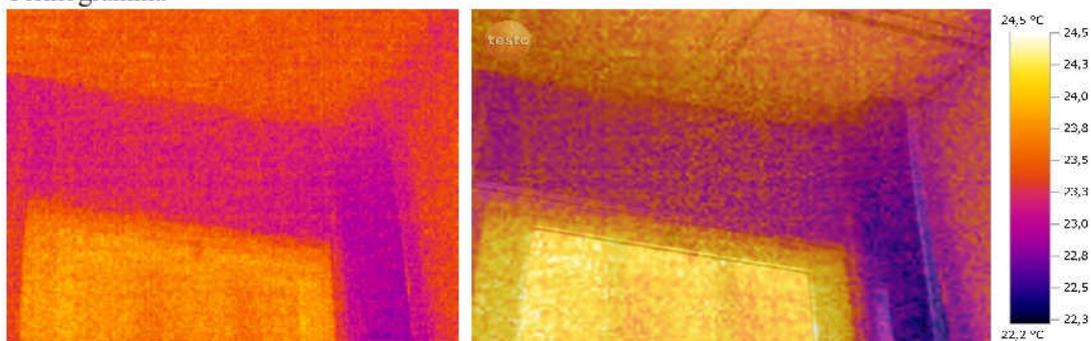


Figura 36 – Identificazione e Termogramma cono ottico 2 - categoria D

Nell'identificazione viene riportato un angolo interno alto, dov'è visibile anche un pilastro in cemento armato. Ciò che si evince dal termogramma, sono le due "zone" termiche: infisso e controsoffitto. Queste sono molto più calde rispetto agli elementi circostanti. Gli infissi con telaio in alluminio e singolo vetro risultano molto dispersivi, mentre in corrispondenza del controsoffitto potrebbero esserci riflessioni termiche che non rendono attendibili i risultati.

$T_{max} = 24,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 23,5^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

#### Identificazione



#### Termogramma

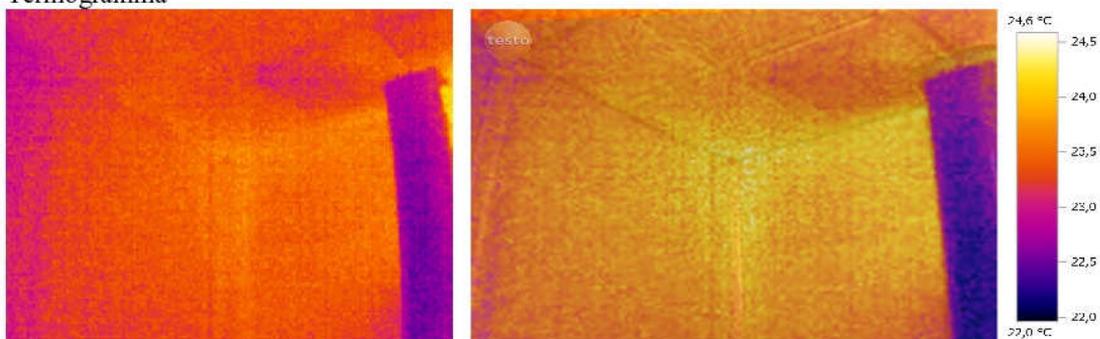


Figura 37 – Identificazione e Termogramma cono ottico 3 - categoria D

L'identificazione è simile al cono ottico due anche se in questo caso la parete sulla destra confina con un ambiente non climatizzato (gruppo elettrico). L'immagine sottostante mostra la sovrapposizione delle due immagini. La differenza di temperatura tra il punto più caldo e quello più freddo è di circa 2,4°C.

$T_{max} = 24,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 23,6^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico quattro

#### Identificazione



L'identificazione riporta un infisso dove si nota la presenza di fogli di carta per contrastare l'irraggiamento. Nel termogramma viene riportata una linea di piano P secondo cui si sviluppa un profilo termico riportato nella figura a fondo pagina. Nel profilo è evidente la massima temperatura raggiunta in corrispondenza dell'infisso, mentre la temperatura più bassa viene rilevata in corrispondenza del controsoffitto.

$T_{max}= 29,4^{\circ}C$  -  $T_{min}=20,8^{\circ}C$  -  $T_{media}= 24,8^{\circ}C$

#### Termogramma

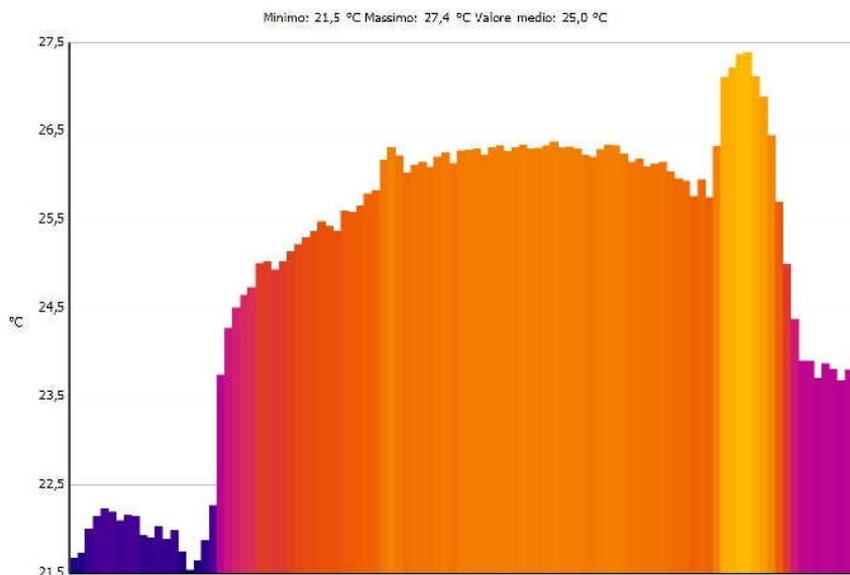
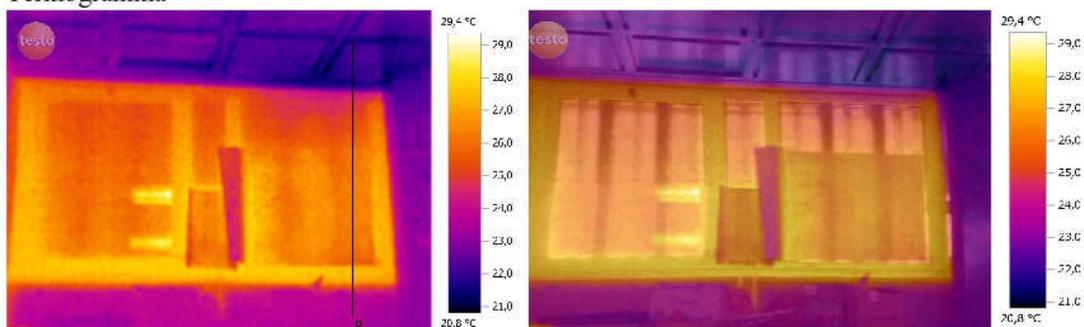


Figura 38 – Identificazione e Termogramma cono ottico 4 - categoria D

### Cono ottico cinque

#### Identificazione



#### Termogramma

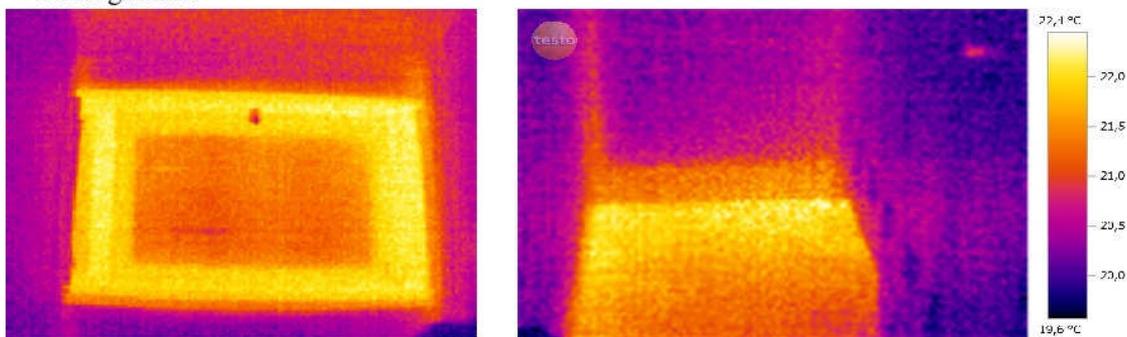


Figura 39 – Identificazione e Termogramma cono ottico 5 - categoria D

L'identificazione riporta un infisso ed il termogramma mette in evidenza una rilevante differenza di temperatura in corrispondenza della montatura degli infissi. L'immagine sottostante fa riferimento al medesimo cono ottico ed in particolare all'innesto tra il pavimento e la parete perimetrale: il ponte termico attesta valori della temperatura di circa 22°C.

$T_{max} = 22,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 19,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 21,9^{\circ}\text{C}$

### **Cono ottico sei**

#### **Identificazione**



L'identificazione riporta la giunzione in corrispondenza di due elementi esterni e l'attacco con il terreno. Questi sono punti di ponte termico che nell'immagine termografica vengono posti in risalto. Soprattutto in corrispondenza del marciapiede, il ponte termico è continuo per l'intero perimetro dell'edificio.

Il rilievo è stato effettuato sul lato non esposto al sole in modo da non essere condizionati dalle condizioni climatiche esterne.

$T_{max}= 24^{\circ}C$  -  $T_{min}=21,7^{\circ}C$  -  $T_{media}= 22,6^{\circ}C$

#### **Termogramma**

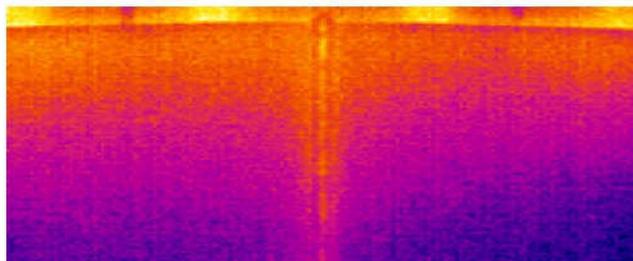
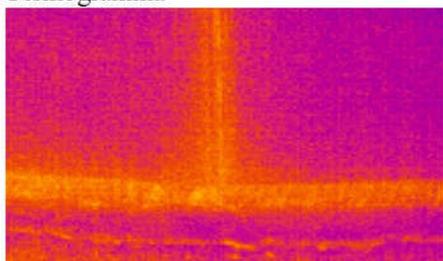


Figura 40 – Identificazione e Termogramma cono ottico 6 - categoria D

### **Cono ottico sette**

#### **Identificazione**



#### **Termogramma**

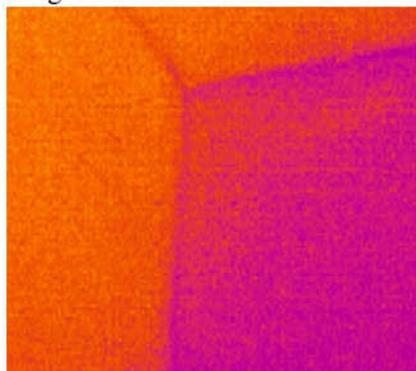


Figura 41 – Identificazione e Termogramma cono ottico 7 - categoria D

Il settimo cono ottico fa riferimento ad un angolo esterno posto nell'atrio. La parete sulla sinistra è quella esposta al sole; la stessa colorazione viene assunta dal soffitto, mentre la parete sulla destra ha una temperatura relativamente bassa.

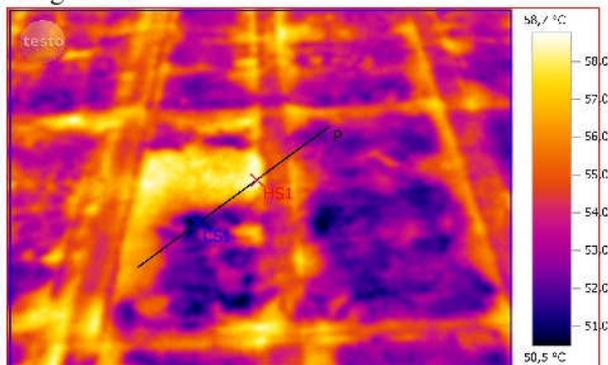
$T_{max}= 26,3^{\circ}C$  -  $T_{min}=24,4^{\circ}C$  -  $T_{media}=25,2^{\circ}C$

### Copertura

#### Identificazione



#### Termogramma



Nel termogramma è stato tracciato un segmento passante per i due punti limite (il più freddo e il più

caldo) ed è stato tracciato un profilo della temperatura, che mostra valori limiti prossimi ai 60°C. La maggiore temperatura in corrispondenza delle giunzioni della guaina è attribuibile ad una maggiore capacità di massa termica.

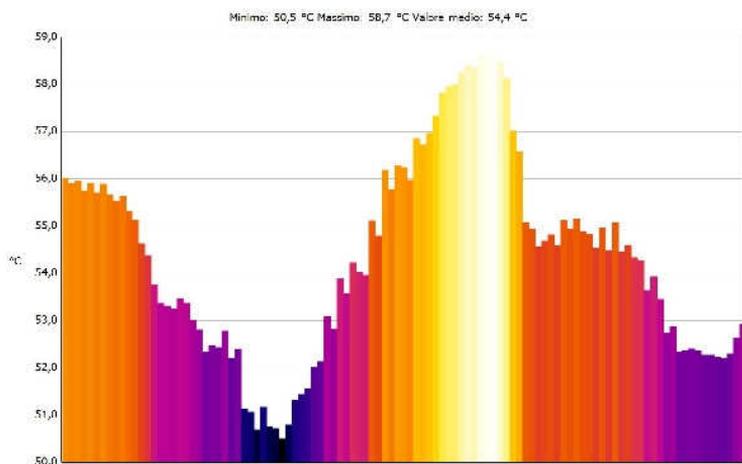


Figura 42 – Identificazione e Termogramma copertura - categoria D

## 6.6.2 Calcolo trasmittanza termica con flussimetro

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

### Misura 1

Periodo: dal 24 agosto 2011 alle ore 9:05 al 24 agosto 2011 alle ore 11:50;

Temperatura media esterna: 35,5°C; Temperatura media interna: 25,3°C;  $\Delta T = 10,2^\circ\text{C}$ ;

Tmax. esterna: 40,9°C; Tmin. esterna: 30,1°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,833 W/m<sup>2</sup>K

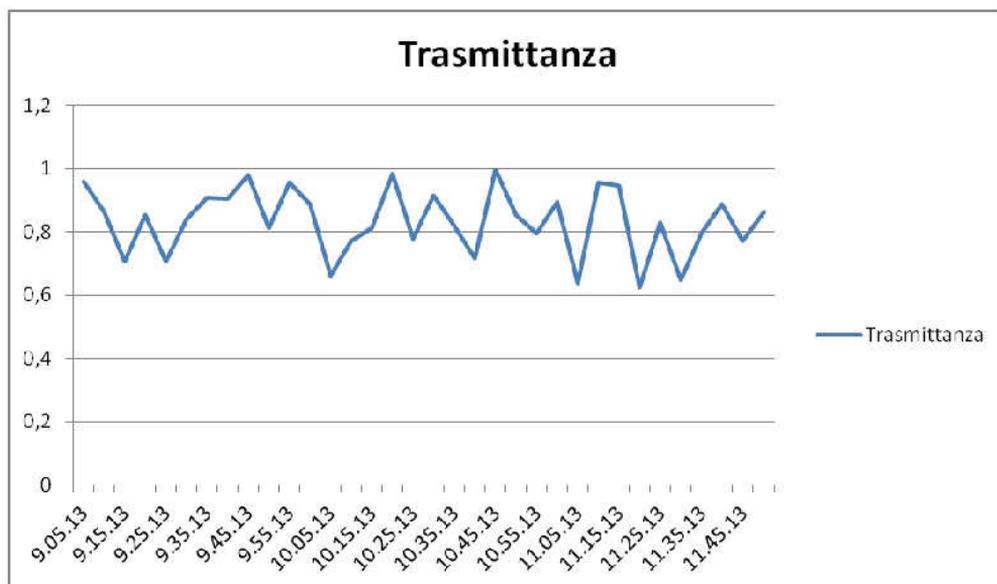


Figura 43 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 1, categoria D

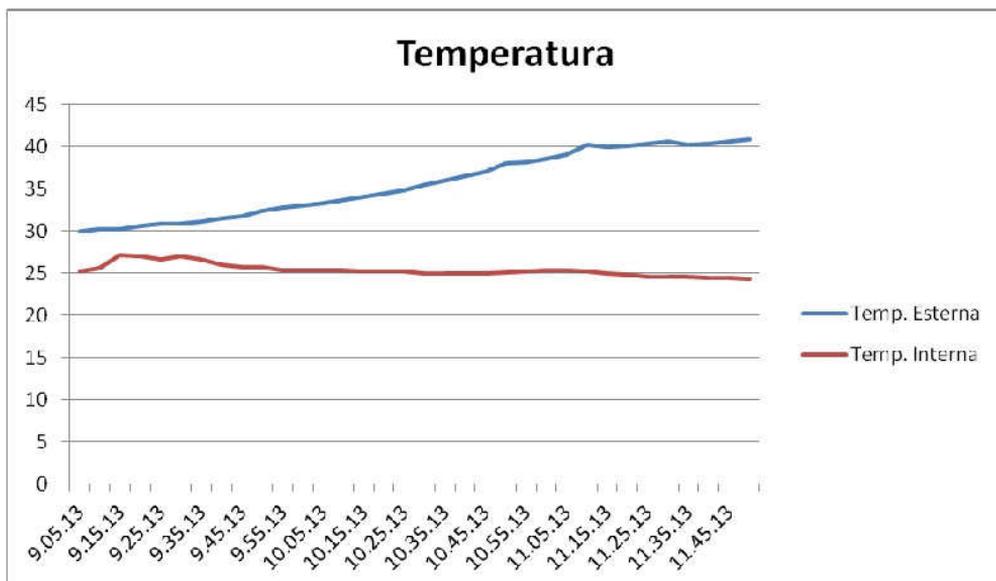


Figura 44 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 1, categoria D

**Misura 2**

Periodo: dal 25 agosto 2011 alle ore 9:05 al 25 agosto 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 35,6°C; Temperatura media interna: 25,1°C;  $\Delta T = 10,5^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,9°C; Tmin esterna: 30,5°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,820 W/m<sup>2</sup>K

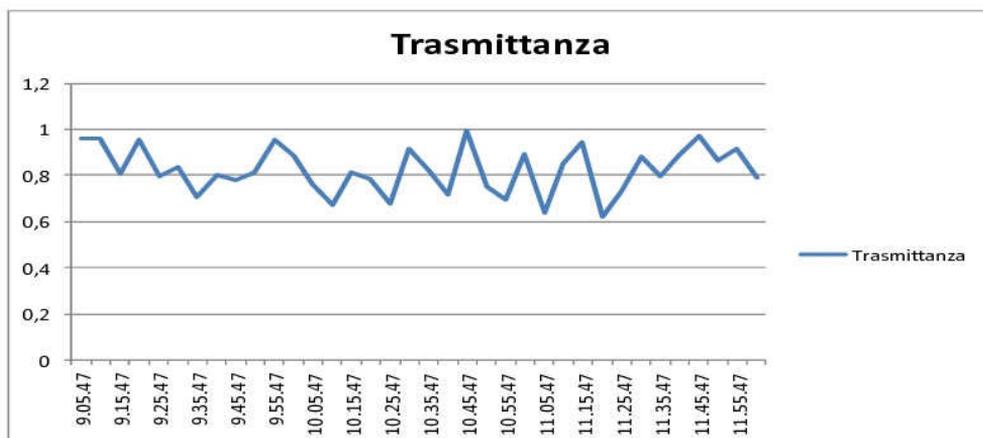


Figura 45 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 2, categoria D

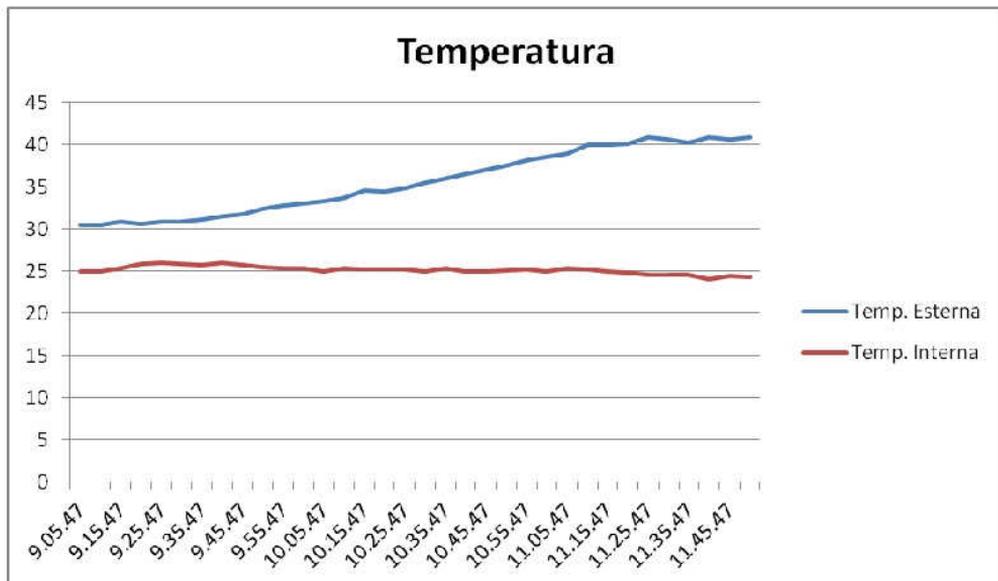


Figura 46 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 2, categoria D

### Misura 3

Periodo: dal 26 agosto 2011 alle ore 9:10 al 26 agosto 2011 alle ore 12:05

Temperatura media esterna: 35,9°C; Temperatura media interna: 25°C;  $\Delta T = 10,9^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 41,3°C; Tmin esterna: 31,1°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,845 W/m<sup>2</sup>K

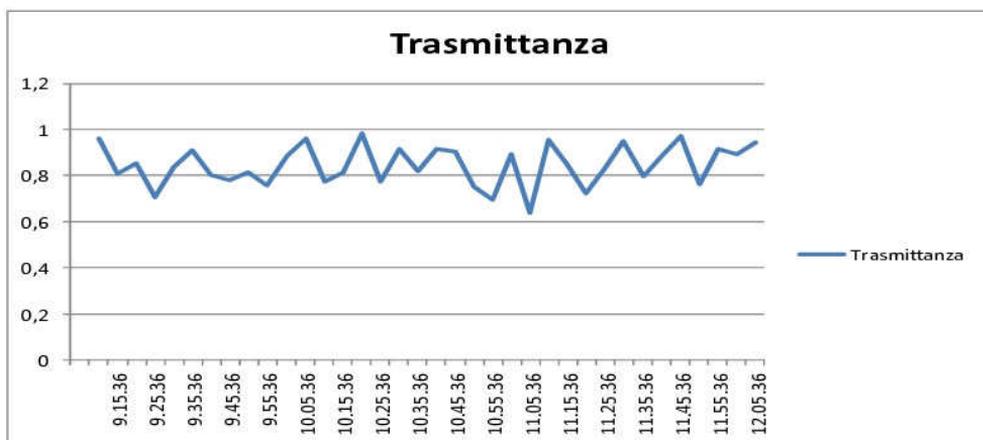


Figura 47 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 3, categoria D

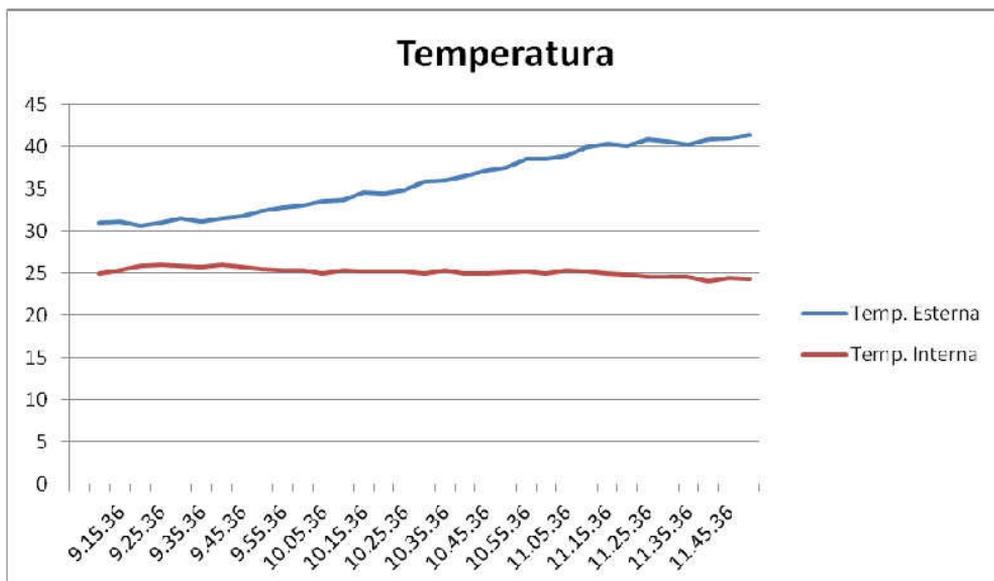


Figura 48 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 3, categoria D

## 6.7. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA E

Le analisi condotte consentono di affermare che tra le categorie E, Ectr, Er, Es ciò che varia è soltanto la superficie calpestabile. Infatti la E dispone di una zona termica lorda di circa 180 mq (escluso atrio e locali tecnici); la Ectr dispone di una zona termica lorda di circa 200 mq (escluso atrio e locali tecnici); la Er dispone di una zona termica lorda di circa 110 mq (escluso atrio e locali tecnici); la Es dispone di una zona termica lorda di circa 180 mq (escluso atrio e locali tecnici).

Le analisi che seguono, riferite ad un ufficio appartenente alla categoria E, mettono in risalto le zone di maggiore dispersione termica.

Nei locali destinati ai servizi, riportati sul lato destro, le analisi termografiche condotte sono state ritenute poco utili ai fini della comprensione dei ponti termici presenti, anche perché le condizioni climatiche esterne agenti sulla parete in questione hanno reso l'indagine difficoltosa. Tuttavia si ribadisce che sono state tralasciate immagini termografiche che presentano punti critici riscontrabili già nelle immagini riportate in precedenza.

### 6.7.1 Analisi Termografica

Di seguito si riportano le analisi relative a dieci coni ottici rilevati presso la tipologia E.

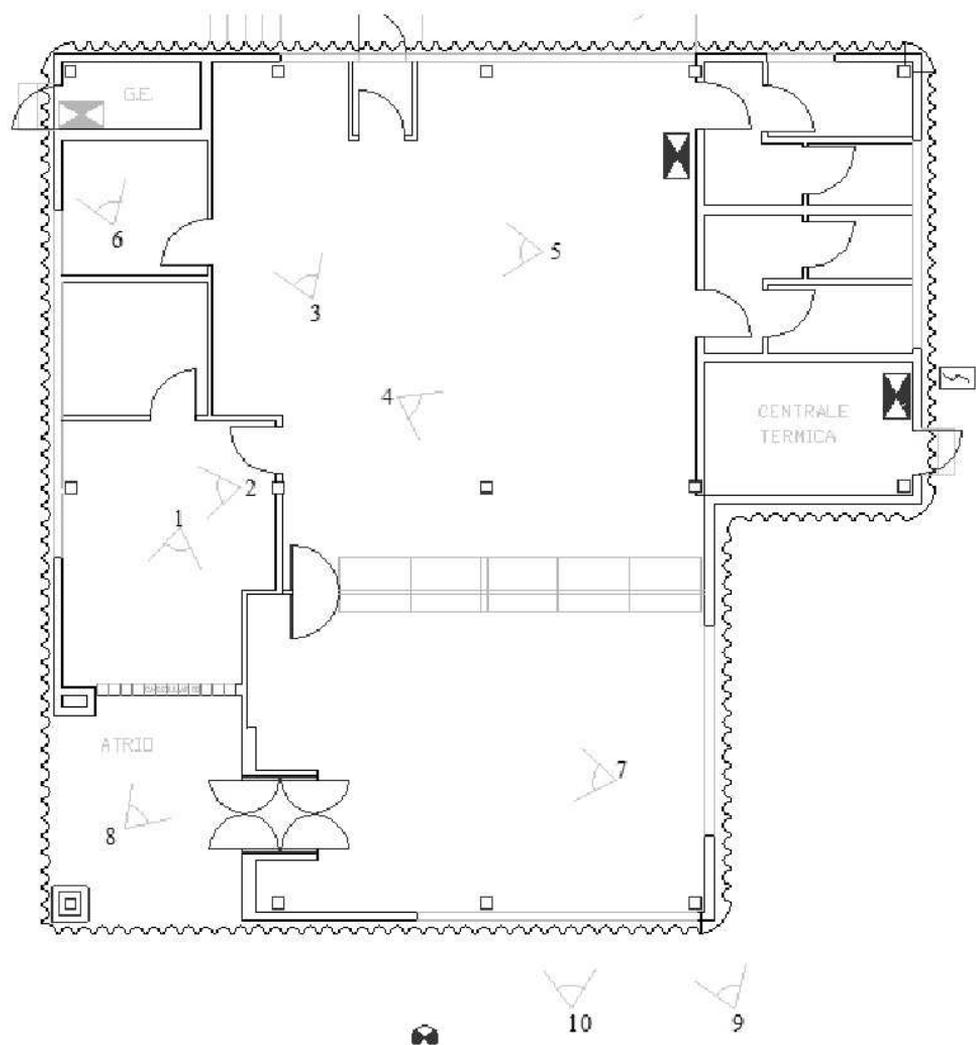
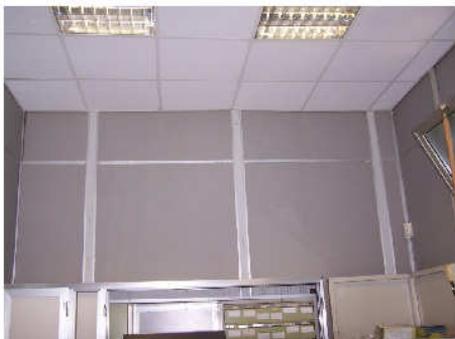


Figura 49 – coni ottici planimetria ufficio E

### Cono ottico uno

#### Identificazione



Nell'identificazione viene riportata la parete interna che dall'altro fronte affaccia nell'atrio esterno. In corrispondenza del giunto tra la parete verticale e il controsoffitto la temperatura massima (HS1) è pari a circa 28°C; la temperatura più bassa riportata in basso a destra non è in alcun modo condizionata dalla presenza di un condizionatore e i valori si attestano sui 25°C circa. Da notare anche la maggiore temperatura del controsoffitto. In basso viene riportata l'immagine sovrapposta.

$T_{max} = 28,3^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 24,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 26,6^{\circ}\text{C}$

#### Termogramma

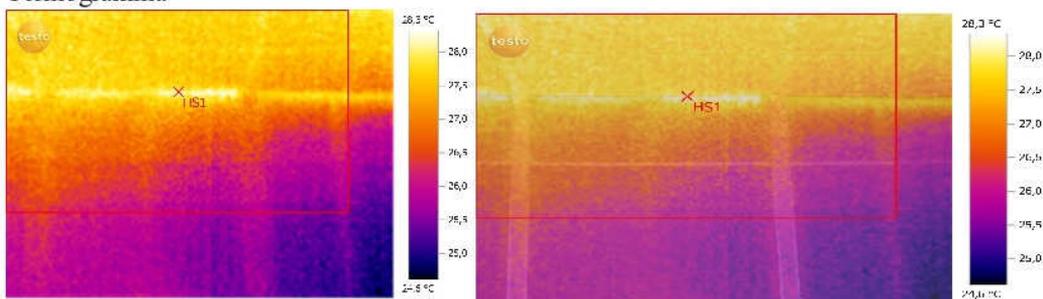


Figura 50 – Identificazione e Termogramma cono ottico 1 - categoria E

### Cono ottico due

#### Identificazione



#### Termogramma

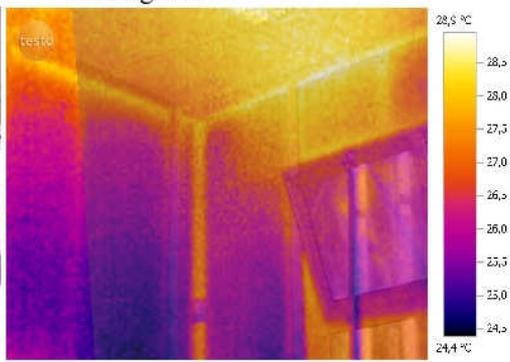


Figura 51 – Identificazione e Termogramma cono ottico 2 - categoria E

Come per il cono ottico uno, anche in questo caso è possibile rilevare temperature maggiori in prossimità dei giunti in corrispondenza del giunto tra la parete verticale e il controsoffitto; inevitabilmente quanto già detto è rilevabile lungo il perimetro della superficie vetrata.

$T_{max} = 28,9^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 24,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 26,6^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

Sovrapposizione identificazione e termogramma

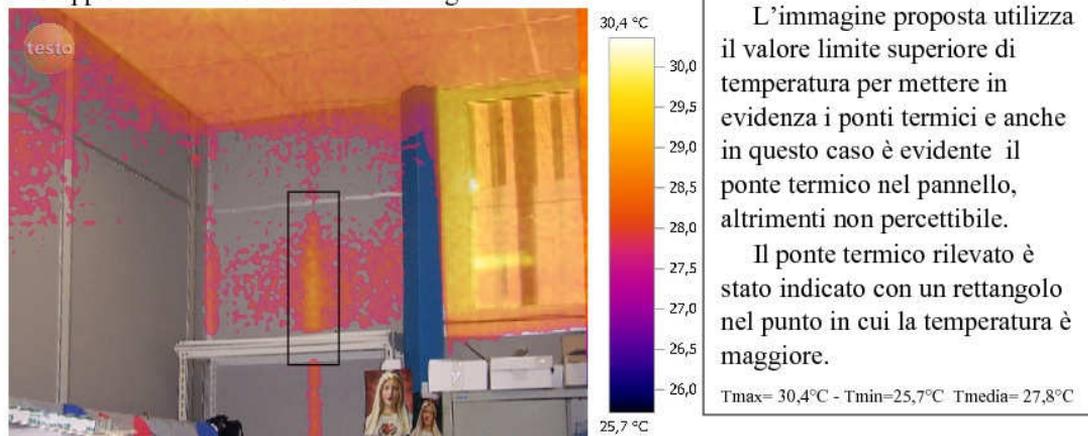


Figura 52 – Identificazione e Termogramma cono ottico 3 - categoria E

### Cono ottico quattro

Termogramma

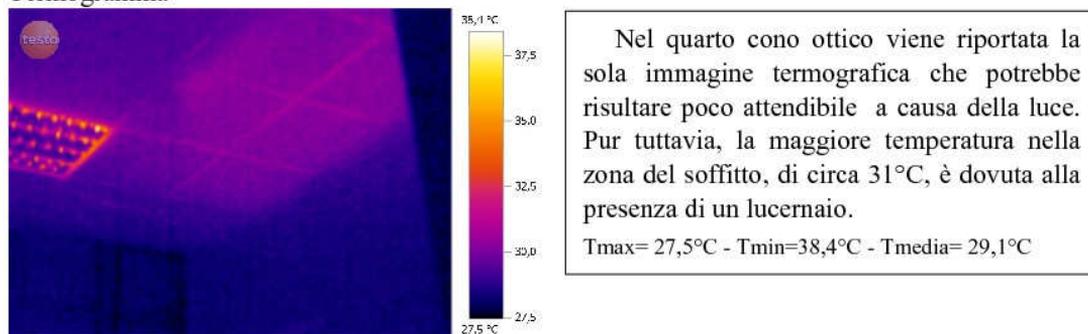


Figura 53 – Termogramma cono ottico 4 - categoria E

### Cono ottico cinque

Sovrapposizione identificazione e termogramma

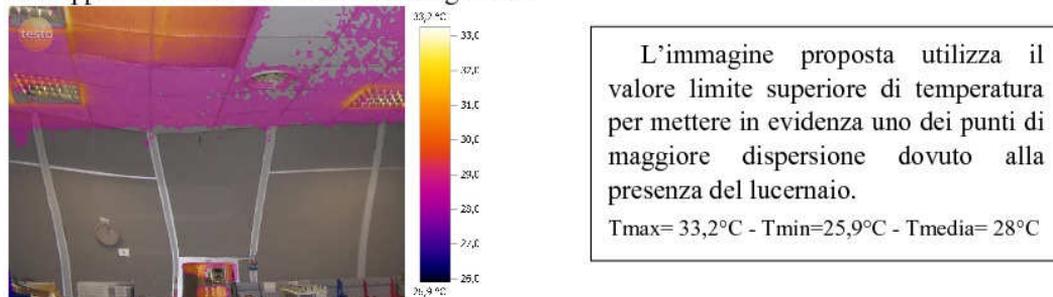


Figura 54 – Identificazione e Termogramma cono ottico 5 - categoria E

### Cono ottico sei

#### Sovrapposizione identificazione e termogramma

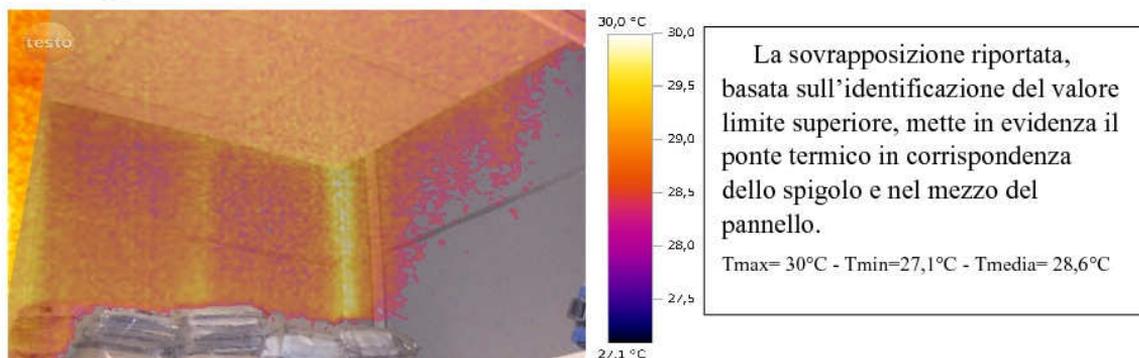


Figura 55 – Identificazione e Termogramma cono ottico 6 - categoria E

### Cono ottico sette

#### Identificazione



L'identificazione mostra la parete della sala pubblico rivolta verso l'atrio esterno ed il termogramma sposta l'attenzione sulla differenza di temperatura che si manifesta in corrispondenza del controsoffitto. L'immagine della sovrapposizione, riportata sotto, individua i ponti termici che si manifestano in corrispondenza dell'attacco parete/controsoffitto.

Tmax= 29,4°C - Tmin=25,4°C - Tmedia= 27,2°C

#### Termogramma

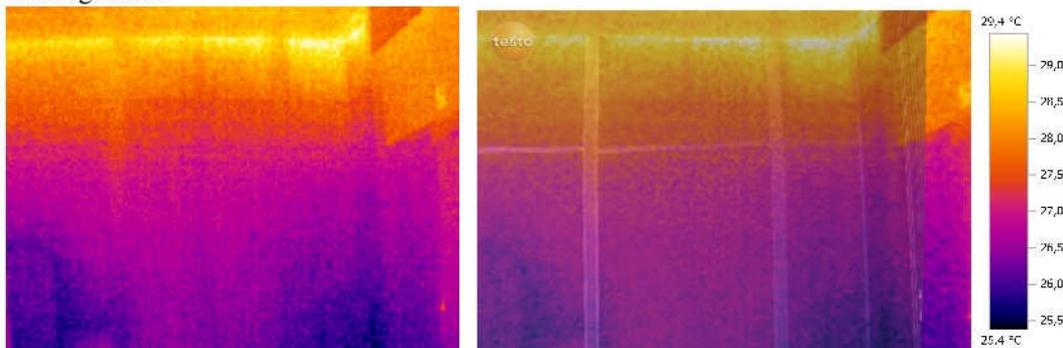


Figura 56 – Identificazione e Termogramma cono ottico 7 - categoria E

### Cono ottico otto

Sovrapposizione identificazione e termogramma

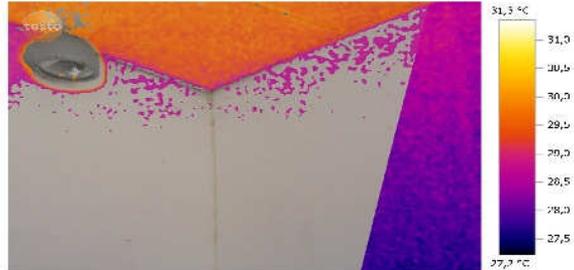


Figura 57 – Identificazione e Termogramma cono ottico 8 - categoria E

L'immagine fa riferimento all'angolo in alto, nell'atrio, dove il soffitto raggiunge la massima temperatura, mentre le pareti laterali hanno una temperatura relativamente bassa.

$T_{max} = 31,3^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 27,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 28^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico nove

#### Identificazione



Nell'identificazione viene riportato uno spigolo esterno e nel termogramma è leggibile la diversa temperatura in corrispondenza delle fughe di collegamento dei pannelli in cemento armato e in corrispondenza dell'innesto con il marciapiede. Il profilo della temperatura è stato tracciato considerando un segmento passante per il punto più freddo e per il punto più caldo.

$T_{max} = 30,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 24,9^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 26,9^{\circ}\text{C}$

#### Termogramma

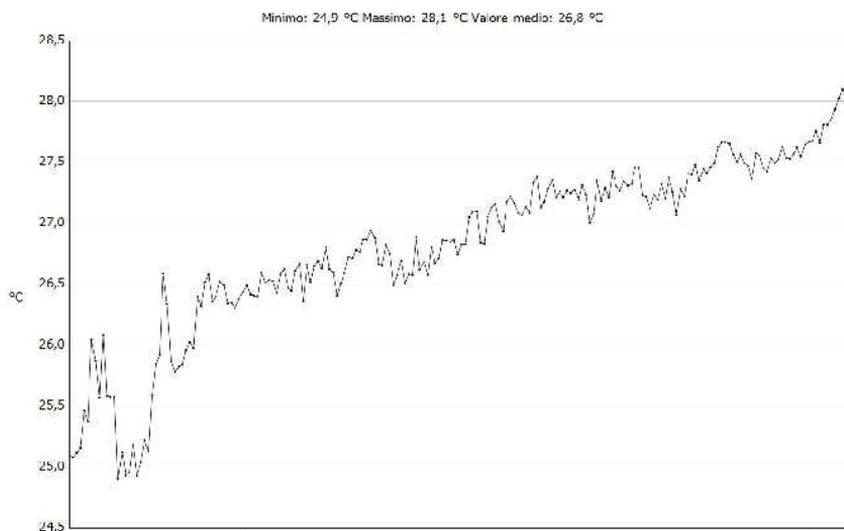


Figura 58 – Identificazione e Termogramma cono ottico 9 - categoria E

### Cono ottico dieci

#### Termogramma

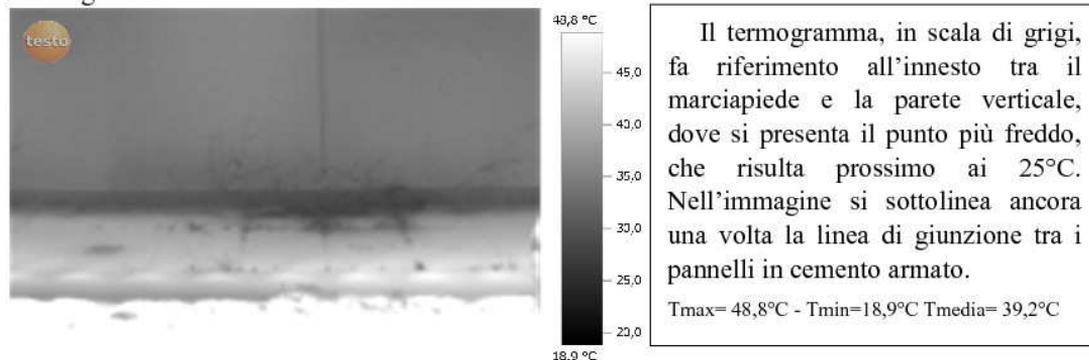


Figura 59 – Termogramma cono ottico 10 - categoria E

#### 6.7.2 Calcolo trasmittanza termica con flussimetro

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

##### Misura 1

Periodo: dal 29 agosto 2011 alle ore 9:07 al 29 agosto 2011 alle ore 12:07

Temperatura media esterna: 37,1° C; Temperatura media interna: 25,9° C;  $\Delta T = 11,2^\circ \text{C}$ ;

Tmax esterna: 41° C; Tmin esterna: 31° C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,818 W/m<sup>2</sup>K

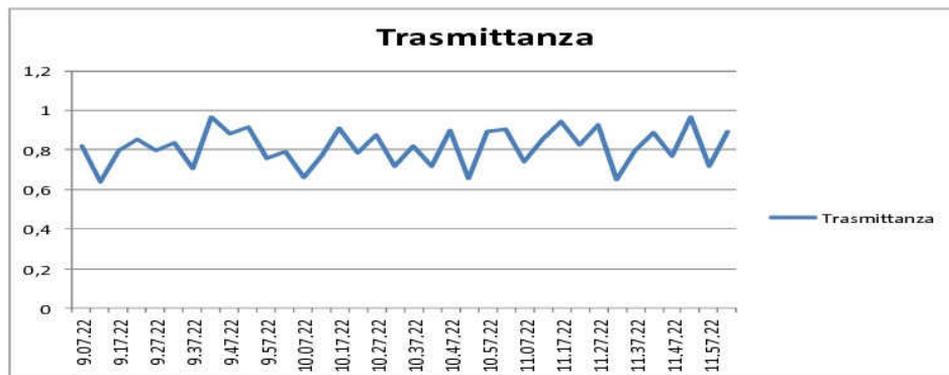


Figura 60 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 1, categoria E

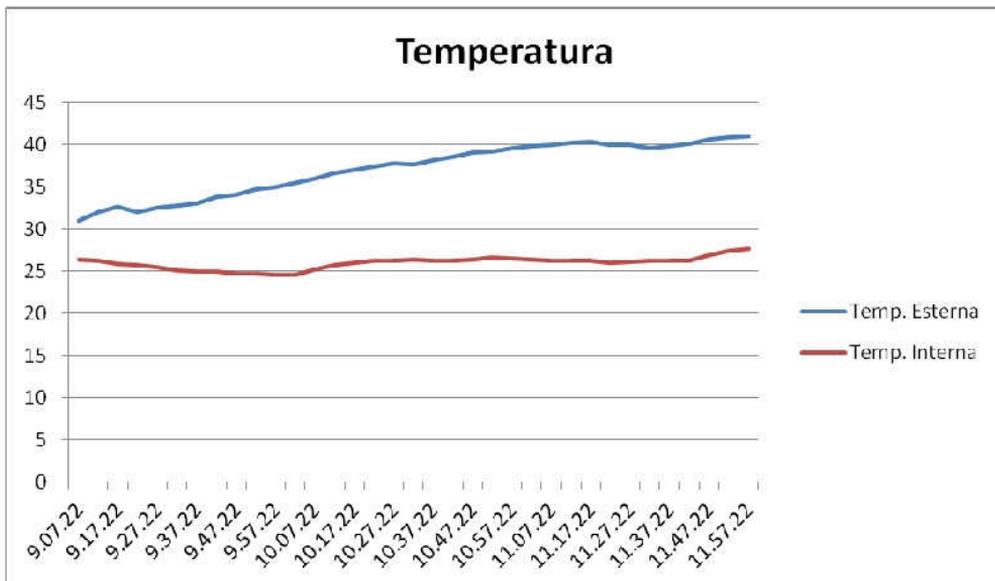


Figura 61 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 1, categoria E

**Misura 2**

Periodo: dal 30 agosto 2011 alle ore 9:06 al 30 agosto 2011 alle ore 12:06

Temperatura media esterna: 37,1 °C; Temperatura media interna: 25,8 °C;  $\Delta T = 11,3$  °C;

Tmax esterna: 41,1 °C; Tmin esterna: 30,9 °C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,852 W/m<sup>2</sup>K

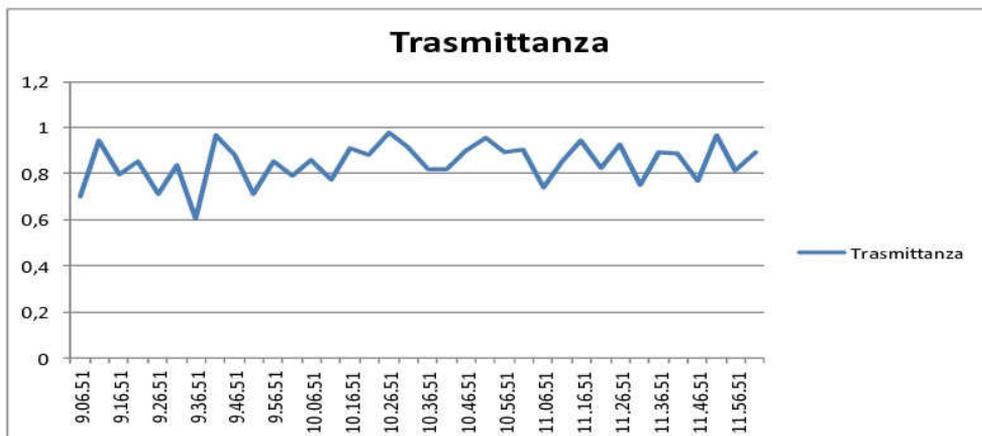


Figura 62 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 2, categoria E

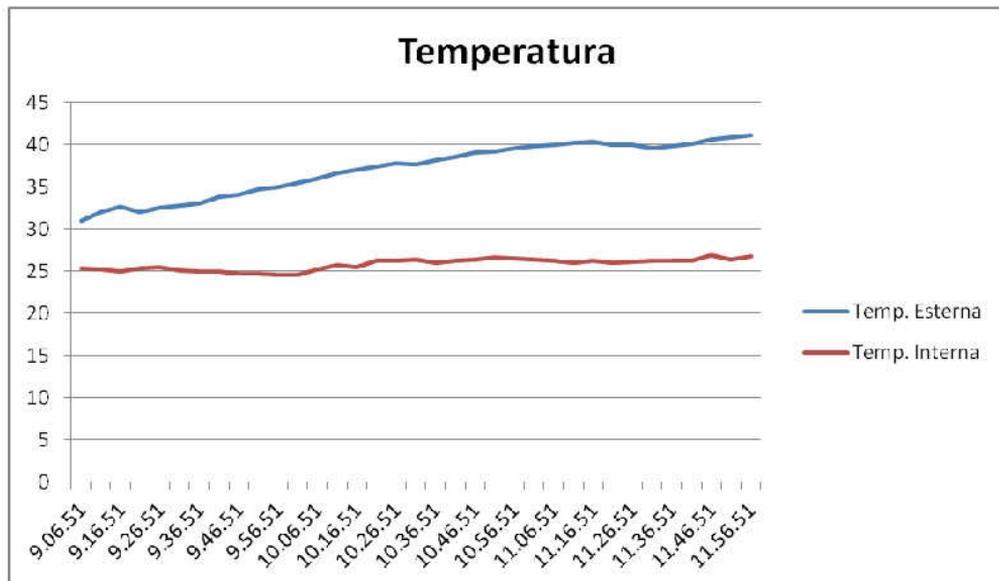


Figura 63 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 2, categoria E

### Misura 3

Periodo: dal 31 agosto 2011 alle ore 9:05 al 31 agosto 2011 alle ore 12:05

Temperatura media esterna: 37,1 °C; Temperatura media interna: 26° C;  $\Delta T = 11,1$  °C;

Tmax esterna: 41,3 °C; Tmin esterna: 31 °C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,836 W/m<sup>2</sup>K

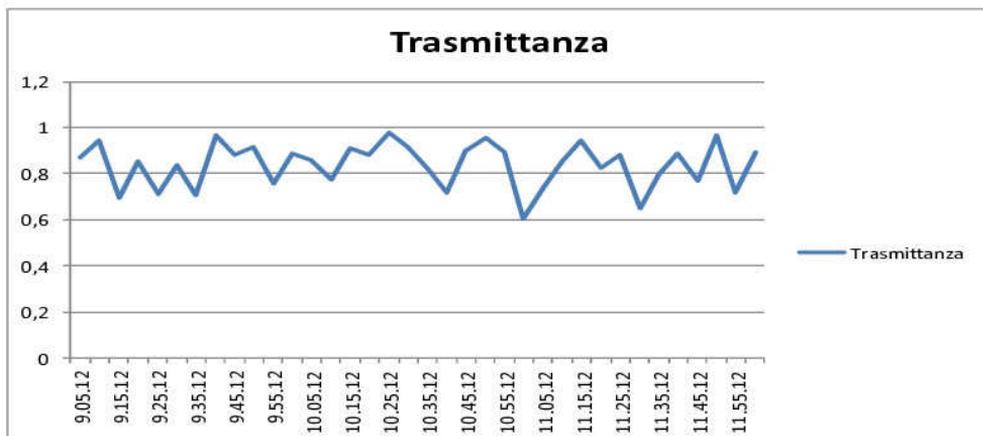


Figura 64 – Andamento dei valori della trasmittanza – Misura 3, categoria E

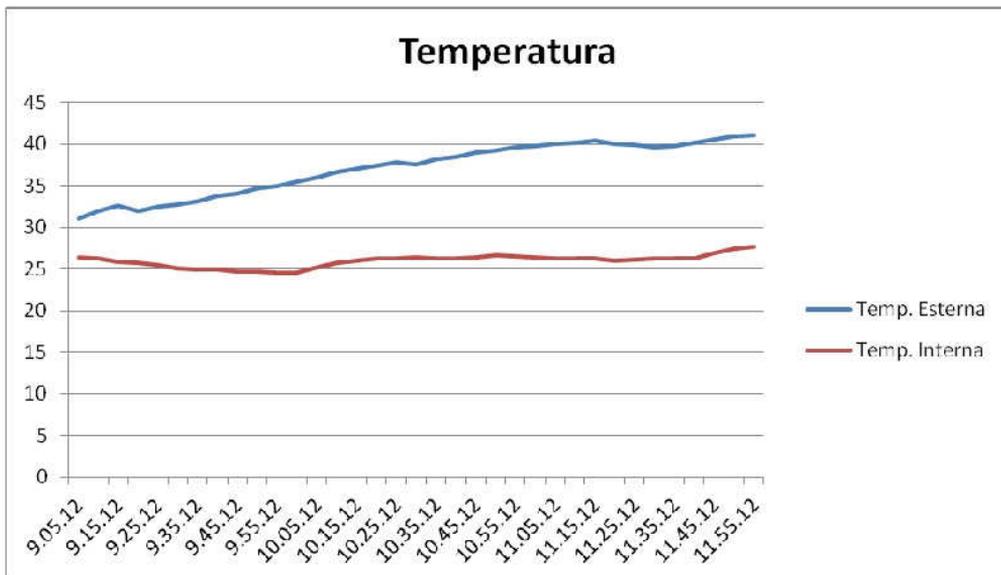


Figura 65 – Andamento dei valori della temperatura – Misura 3, categoria E

**6.8. VALORI DELLA TRASMITTANZA U DELLE TAMPONATURE OTTENUTI MEDIANTE ANALISI SPERIMENTALI**

Le analisi sperimentali condotte su di un numero definito di edifici scelti tra tutti quelli ubicati nelle provincie della Regione Campania hanno permesso di ricavare, per ciascuna tipologia (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es), diversi valori della U in funzione della differenza di temperatura ( $\Delta t$ ) tra temperatura media esterna e temperatura media interna.

Numero di Immobili in IND 1 e IND 2 Regione Campania

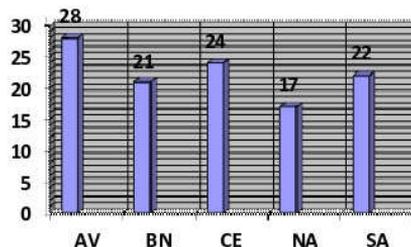


Figura 66 – Numero di uffici distribuiti per provincia

C1		C2		D		Dctr		E		Ectr		Er		Es	
U	$\Delta t$														
0,847	10,6	0,841	11,1	0,833	10,2	0,829	10,4	0,818	11,2	0,856	9,5	0,817	10,6	0,868	10,6
0,828	10,3	0,819	9,6	0,820	10,5	0,837	10,7	0,852	11,3	0,831	10	0,839	11,1	0,839	10,3
0,821	10,5	0,852	10,1	0,845	10,9	0,834	10,5	0,836	11,1	0,840	10,4	0,842	10,5	0,830	10,5

Tabella 14 – Valori di U della tamponatura rilevati per tipologia edilizia

I valori delle U ottenuti si riferiscono alle misure effettuate in tre giorni diversi e consecutivi.

Un unico valore della trasmittanza U è stato poi ottenuto per ogni tipologia edilizia (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es) facendo la media dei valori rilevati.

C1	C2	D	Dctr	E	Ectr	Er	Es
0,832	0,837	0,833	0,833	0,835	0,842	0,832	0,846

Tabella 15 – Valori medi di U della tamponatura rilevati per tipologia edilizia

## *Capitolo VII – Calcolo analitico e metodo tabellare per la determinazione dei valori U della Trasmittanza*

La redazione del presente capitolo è risultata necessaria per la determinazione delle prestazioni energetiche degli elementi costruttivi che, per motivi logistici, non sono stati analizzati sperimentalmente.

Mediante calcoli analitici e metodi tabellari, secondo la norma UNI/TS 11300-1, sono stati definiti i valori di trasmittanza U degli elementi costruttivi costituenti l'involucro, in particolare:

- a) Gli elementi opachi dell'involucro, primo calpestio e copertura, sono stati calcolati mediante software di calcolo;
- b) Gli elementi trasparenti sono stati calcolati tramite il metodo tabellare suggerito dalla UNI/EN 10077-1:2007.

Inoltre, dopo aver eseguito analiticamente il calcolo dei valori U degli elementi opachi, il capitolo ha lo scopo anche di confrontare i valori sperimentali ottenuti con i valori analitici calcolati.

### **7.1. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI CALCOLO**

Durante la stagione invernale l'involucro dell'edificio è interessato dal passaggio del calore prodotto all'interno verso l'ambiente esterno, caratterizzato da una temperatura più bassa.

La trasmissione del calore attraverso la tamponatura, dall'ambiente a temperatura maggior all'ambiente a temperatura minore, può avvenire per *convezione*, per *irraggiamento* e per *conduzione*.

Il flusso termico può svolgersi in due condizioni, stazionarie e non stazionarie.

La condizione stazionaria significa che le temperature delle due facce del corpo attraversato da un flusso termico rimangono costanti; ciò che in realtà avviene raramente perché le temperature variano durante il giorno.

La superficie esterna di una parete si riscalda sotto il sole e si raffredda quando il sole non c'è più e la temperatura della superficie interna varia, ad esempio, quando il riscaldamento viene spento durante la notte.

Queste variazioni vengono normalmente trascurate, perché, nel corso di 24 ore, fanno poco effetto a causa dell'elevata inerzia termica dei materiali da costruzione<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Rif.: [http://www.miniwatt.it/mwEnergyedia/mwen\\_Flusso%20termico.htm](http://www.miniwatt.it/mwEnergyedia/mwen_Flusso%20termico.htm)

Nei casi di parete monostrato si instaura uno scambio di calore tra l'interno e l'esterno attraverso la parete che avviene in tre fasi: dall'ambiente interno al paramento interno della parete, dal paramento interno al paramento esterno della parete, dal paramento esterno della parete all'ambiente esterno.

In tale circostanza il flusso termico dall'interno all'esterno è espresso dalla seguente relazione:

$$\Phi = U * S * (T_i - T_e)$$

Nel caso più generale di pareti pluristrato, analoghe a quelle precedentemente illustrate, con strati in materiale omogeneo e strati in materiale non omogeneo e con intercapedine, la resistenza termica della parete,  $R=1/U$ , diventa:

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{s_i}{\lambda_i} + \sum \frac{1}{C_j} + r_a + \frac{1}{\alpha_e}$$

dove:

$\alpha_i$	è il coefficiente di adduzione superficiale interno	in [W/m <sup>2</sup> K]
$\alpha_e$	è il coefficiente di adduzione superficiale esterno	in [W/m <sup>2</sup> K]
$s_i$	è lo spessore dello strato omogeneo i-mo	in [m]
$\lambda_i$	è il coefficiente di conduttività termica dello strato i-mo	in [W/mK]
$C_j$	è il coefficiente di conduttanza dello strato j-mo non omogeneo	in [W/m <sup>2</sup> K]
$r_a$	è la resistenza termica della lama d'aria dell'intercapedine	in [m <sup>2</sup> K/W].

Il metodo di calcolo della trasmittanza U, per le strutture opache, si desume dalla norma Uni 6946 “Componenti ed elementi per l'edilizia, resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo”, mentre per le strutture trasparenti si evince dalla norma Uni 10077-1 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Generalità”.

Nel caso di elementi di primo calpestio con contatto diretto verso il terreno si utilizza la norma Uni 13370 “Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo”.

Per strutture non omogenee, il valore  $1/C_j$  lo si ricava dalla Norma UNI 10355 “Muratura e solai – Valori della resistenza termica e metodo di calcolo” prospetto I – II – III.

Per la determinazione dei valori di  $\lambda$  si utilizza la norma Uni 10351 “Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore”.

Nel caso di edifici esistenti ed in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise sulla reale costituzione delle strutture edilizie, ove non si possa di conseguenza determinare con sufficiente approssimazione la Trasmittanza dei componenti della struttura edilizia, per il calcolo di tali elementi si può utilizzare l’Appendice A – B- C presente nelle UNI/TS – 11300/1 come indicato dalle ultime normative vigenti in materia di certificazione energetica. Questa scelta è legata all’incertezza che si ha sugli spessori dei materiali adoperati ed alla effettiva tecnica realizzativi.

Nel caso specifico dello studio, essendo in presenza di dati oggettivi, si è evitato di ricorrere agli appendici sopra descritti e si è preferito effettuare dei calcoli che hanno permesso il conseguimento di valori qualitativamente migliori.

A supporto dello studio analitico si è fatto ricorso all’utilizzo di un software certificato dal CTI, il Termolog.

Chiaramente, per la determinazione delle dispersioni per ponti termici, il software applicherà le condizioni indicate nel prospetto 4 (Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici) della norma UNI/TS 11300-1:

Descrizione della struttura	Maggiorazione
Parete con isolamento dall’esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e ponti termici correttivi	5
Parete con isolamento dall’esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell’intercapedine (ponte termico corretto)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell’intercapedine (ponte termico non corretto)	20
Pannello prefabbricato in cls con pannello isolante all’interno	30

Tabella 16 – Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici

A tal riguardo è stato assunto che la dispersione per ponti termici nelle strutture in cls prefabbricato con pannello isolante interno è pari al 30% delle dispersioni per trasmissione attraverso l’involucro.

Inoltre, al fine di determinare il corretto valore del coefficiente di scambio termico si sono seguite le indicazioni della UNI 10344 che assegna i seguenti valori:

$\alpha_e$	25W/m <sup>2</sup> K	Sup. vs Ambiente esterno
$\alpha_i$	7,7W/m <sup>2</sup> K	Sup. vs Ambiente interno

Tabella 17 – Valore dei coefficienti di scambio termico UNI 10344

## 7.2. CALCOLO ANALITICO DEI VALORI DI U PER ELEMENTI OPACHI

Il calcolo analitico è stato eseguito tramite l'ausilio di un software certificato dal CTI, secondo quanto disposto dalle Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica degli Edifici.

La scelta del software è stata indirizzata sul Termolog.

Il Termolog è un “Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio” che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire da dati di ingresso ricavati da indagini svolte sugli edifici esistenti<sup>45</sup> e/o previa consultazione delle licenze edilizie.

Sono state, quindi, definite le caratteristiche costruttive dell'involucro.

Questo dato è di fondamentale importanza per il calcolo delle dispersioni termiche dell'involucro edilizio siccome per definire tale parametro è necessario conoscere la trasmittanza e quindi definire la composizione della superficie disperdente.

La conoscenza delle licenze edilizie ha permesso di individuare il pacchetto costruttivo di ciascun elemento:

### Solaio di primo calpestio

- Coppelle nervate in c.a. 10 cm;
- Massetto in calcestruzzo alleggerito 6 cm;
- Pavimento in gomma 0,4 cm.

### Solaio di copertura

- Coppelle nervate in c.a. 10 cm;
- Pannello rigido in resina espansa da 6 cm;
- Massetto in calcestruzzo alleggerito 8 cm;

---

<sup>45</sup>Cfr. § 5.4 “La tecnologia costruttiva degli uffici Italpost”

- Strato impermeabile in PVC da 0,4 cm.

#### Tamponatura

- Pannello in calcestruzzo (2400 Kg/mc) 16 cm;
- Pannello rigido in fibrocemento 1 cm
- Lana di roccia 4,5 cm;
- Pannello rigido in fibrocemento 1 cm.

#### Infissi

- Alluminio senza taglio termico, con singolo vetro e percentuale del telaio pari al 30% rispetto all'intera superficie.

Una volta noti i dati utili alla esecuzione del calcolo, sono stati determinati i valori di U, degli elementi costruttivi opachi indipendentemente dalla categoria edilizia e dalla zona climatica, vista l'omogeneità dei materiali e della tecnica costruttiva:

U (W/m <sup>2</sup> K)			
Tipologia	Tamponatura	Copertura	Pavimento
Standard	0.829	0.608	3.124

Tabella 18 – Valori di U per elementi opachi

### **7.3. CONFRONTO DEI VALORI DI U DELLA TAMPONATURA OTTENUTI ANALITICAMENTE CON I RISULTATI RICAVATI DALLE ANALISI SPERIMENTALI**

Le analisi sperimentali condotte hanno permesso di testare qualitativamente e quantitativamente i risultati ottenuti dall'applicazione calcolo analitico mediante l'utilizzo del software.

Il solo utilizzo del software non avrebbe smentito le perplessità connesse ad una valutazione solo teorica che dipende fortemente dall'attendibilità dei dati assunti come input per il calcolo, alle modalità di messa in opera dei manufatti nonché alla possibile variazione prestazionale nel tempo.

Tali limiti avrebbero potuto fare dello studio proposto uno strumento non del tutto attendibile; pertanto il confronto tra i valori di U ottenuti (con le analisi sperimentali e con l'applicazione del software), seppure limitato al solo elemento tamponatura, consente di valutare l'attendibilità dei valori estratti dal software.

<b>U</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>D</b>	<b>Detr</b>	<b>E</b>	<b>Ectr</b>	<b>Er</b>	<b>Es</b>	<b>Media</b>
<b>U<sub>sperim.</sub></b>	0.832	0.837	0.833	0.833	0.835	0.842	0.832	0.846	0.836
<b>U<sub>Termolog</sub></b>	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829

Tabella 19 – Confronto dei valori di U rilevati con analisi sperimentali e con Software

I dati in tabella 19 mostrano le differenze tra i valori delle U calcolati con analisi sperimentali e quelli determinati con software di calcolo.

Lo scarto rilevato risulta alquanto minimo e pertanto trascurabile; quindi sono stati assunti, per i calcoli successivi, i valori determinati mediante software in quanto i limiti delle analisi sperimentali, dovuti ai valori delle U determinati solo per le tamponature, diventano impedimento per l'attendibilità dello studio stesso.

#### **7.4. CALCOLO TABELLARE DEI VALORI DI U PER ELEMENTI TRASPARENTI**

Per la determinazione dei valori di trasmittanza  $U_w$  degli infissi, intesi come telaio + vetro, si è adoperata la norma UNI/EN 10077-1:2007 che suggerisce una modalità di calcolo semplificata di tipo tabellare.

Nel caso specifico è stato adottato il metodo anzidetto, di rapida applicazione, visto che i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli provenienti dall'applicazione del software certificato.

Tale metodo consente di determinare il valore  $U_w$  ( $W/m^2K$ ) ricavandolo dalle tabelle riferite ad una finestra ad un'anta posizionata verticalmente, di dimensioni - considerate rappresentative - uguali a 1,23 m x 1,48 m, in funzione del valore  $U_g$  della vetrata, del valore  $U_f$  del telaio e della percentuale dell'area di telaio rispetto all'area dell'intera finestra.

Quindi per stimare velocemente i valori di trasmittanza termica  $U_w$  degli infissi esistenti, occorrerà seguire le seguenti indicazioni:

- scegliere le caratteristiche termiche del telaio  $U_f$ , dalla tab. 21;
- scegliere le caratteristiche termiche del vetro  $U_g$ , dalla tab. 20;
- incrociare i valori di  $U_f$  e  $U_g$  nella tab. 1, (scegliendo la % di telaio rispetto all'intera finestra fra il 30% e il 20%), e trovare il valore  $U_w$  dell'infisso con le caratteristiche scelte.

Tipo di vetrata	U <sub>g</sub>	U <sub>w</sub> con area del telaio pari al 20% rispetto all'area dell'intera finestra in rapporto ai differenti valori U <sub>f</sub> del telaio								U <sub>w</sub> con area del telaio pari al 30% rispetto all'area dell'intera finestra in rapporto ai differenti valori U <sub>f</sub> del telaio							
		1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Singola	5,7	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
4-6-4	3,3	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5
4-9-4	3,1	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3
4-12-4	2,9	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2

Tabella 20 – Valori di U infisso – norma UNI/EN 1007-1:2007

Tipo di materiale del telaio	Valore U <sub>f</sub> del telaio	
Legno duro (rovere, mogano, iroko)	spessore mm. 50	2,4
	spessore mm. 60	2,2
	spessore mm. 70	2,1
Legno tenero (pino, abete, larice, douglas, hemlock)	spessore mm. 50	2,0
	spessore mm. 60	1,9
	spessore mm. 70	1,8
Pvc a due camere	2,2	
Pvc a tre camere	2,0	
Pvc (telai da 58- 80 mm)	compreso tra 1,2 e 1,7	
Alluminio senza taglio termico	7,0	
Alluminio a taglio termico	compreso tra 2,2 e 3,8	

Tabella 21 – Valori di U del telaio – norma UNI/EN 1007–1:2007

Dalla verifica delle licenze edilizie e dai sopralluoghi effettuati è emerso che gli edifici presentano tutti superfici vetrate con medesime caratteristiche, eccetto qualche caso dove è presente una doppia vetrata.

La presenza di infissi con doppio vetro è stata riscontrata in alcuni edifici presenti nelle zone climatiche E ed F, ma non tutti gli edifici presenti in queste zone sono comunque dotati del doppio vetro.

Tralasciando, quindi, questi casi rari il valore U<sub>w</sub> è stato definito considerando gli infissi con singolo vetro e con telaio in alluminio anodizzato senza taglio termico.

Pertanto, dapprima si è individuata la percentuale di telaio rispetto all'intera superficie dell'infisso (che nel caso specifico è del 30%), poi dalla tabella 21 è stato individuato il valore U<sub>f</sub> (7,0 W/m<sup>2</sup>K); infine dalla tabella 20 – considerando la presenza di singola vetrata (U<sub>g</sub> = 5,7 W/m<sup>2</sup>K) - si è ricavato il valore complessivo della trasmittanza dell'infisso U<sub>w</sub> pari a 6,1 W/m<sup>2</sup>K.

## *Capitolo VIII - Verifica della trasmittanza U e degli Indici di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale*

Il D.P.R. n. 59/2009, attuazione dell'art. 4 del D.Lgs. n.192/2005, stabilisce le verifiche da effettuare a seconda delle diverse categorie di edifici.

Nel caso in oggetto le verifiche sono strettamente legate alla categoria E.2– “Edifici adibiti ad ufficio”, secondo quanto classificato, in base alla destinazione d'uso degli edifici, dal D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993.

I calcoli effettuati hanno permesso di determinare il flusso termico che nell'unità di tempo in regime stazionario attraversa gli involucri degli edifici per ogni metro quadrato di superficie disperdente e per ogni grado di salto termico.

### **8.1. VERIFICA DEI VALORI DI U**

Il Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n. 311 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 Agosto 2005 n.192, recante attuazione alla Direttiva 2002/91/CE, relativa al Rendimento Energetico nell'Edilizia” meglio conosciuto come Decreto Ponte, all'Allegato C, fissa i requisiti energetici relativi a Trasmittanza Termica, Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale e rendimento globale medio stagionale:

<i>TAB. 2.1 (311/06) Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache espressa in <math>W/m^2k</math></i>	
<i>ZONA CLIMATICA</i>	<i>Dall'1 gennaio 2010 U</i>
<i>A</i>	<i>0,62</i>
<i>B</i>	<i>0,48</i>
<i>C</i>	<i>0,40</i>
<i>D</i>	<i>0,36</i>
<i>E</i>	<i>0,34</i>
<i>F</i>	<i>0,33</i>

Tabella 22 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache

*TAB. 3.1 (311/06) Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura espressa in  $W/m^2k$*

ZONA CLIMATICA	Dall'1 gennaio 2010 U
A	0,38
B	0,38
C	0,38
D	0,32
E	0,30
F	0,29

Tabella 23 - Valori limite della trasmittanza termica U delle coperture

*TAB. 3.2 (311/06) Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in  $W/m^2k$*

ZONA CLIMATICA	Dall'1 gennaio 2010 U
A	0,65
B	0,49
C	0,42
D	0,36
E	0,33
F	0,32

Tabella 24 - Valori limite della trasmittanza termica U del pavimento

*TAB. 4.a (311/06) Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in  $W/m^2k$*

ZONA CLIMATICA	Dall'1 gennaio 2010 U
A	4,6
B	3,0
C	2,6
D	2,4
E	2,2
F	2,0

Tabella 25 - Valori limite della trasmittanza termica U dei serramenti

TAB. 4.b (311/06) Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in  $W/m^2k$

ZONA CLIMATICA	Dall'1 gennaio 2011 U
A	3,7
B	2,7
C	2,1
D	1,9
E	1,7
F	1,3

Tabella 26 - Valori limite della trasmittanza termica U dei vetri

Considerando, quindi, i limiti di legge della trasmittanza dal 1 gennaio 2010 è possibile verificare i valori della trasmittanza U calcolata analiticamente per elemento costruttivo e per zona climatica:

Verifica dei valori della trasmittanza U in $W/mqK$							
Elemento costruttivo	U analitico	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	0,829	0,62	0,48	0,40	0,36	0,34	0,33
		<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>
Copertura	0,608	0,38	0,38	0,38	0,32	0,30	0,29
		<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>
pavimento	3,124	0,65	0,49	0,42	0,36	0,33	0,32
		<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>
Vetri	5,7	3,7	2,7	2,1	1,9	1,7	1,3
		<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>
Vetri + infisso	6,1	4,6	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0
		<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>	<i>Non verificato</i>

Tabella 27 – Confronto dei valori di U analitici con i valori di  $U_{lim}$  di legge

## 8.2. DETERMINAZIONE DEI RAPPORTI DI FORMA

Lo scambio energetico tra l'ambiente esterno e quello interno avviene attraverso la superficie (S) dell'involucro che racchiude il volume riscaldato (V): più è estesa la superficie esterna, maggiori sono le dispersioni termiche.

Il rapporto S/V viene definito rapporto di forma o indice di compattezza.

Noto il valore del perimetro per ciascuna tipologia edilizia, moltiplicato per l'altezza media assunta, si ottiene il valore delle Superfici Laterali degli edifici che sommate a due volte la Superficie

Occupata, rappresentante sia la Superficie di Copertura che quella di Primo Calpestio, dà luogo alla Superficie totale dell'involucro esterno degli edifici ovvero la Superficie Disperdente:

$$S_d = S_L + 2*S_{occ}$$

Moltiplicando  $S_{occ}$  per l'altezza su citata è stato calcolato il volume degli edifici ovvero il Volume Riscaldato ( $V_r$ ) per la climatizzazione invernale.

Le schede tecniche, presenti nel Volume II Capitolo 1 "Caratteristiche Geometriche", riportano per ogni categoria analizzata un valore del rapporto di forma.

L'immagine che segue riassume rispettivamente i valori del rapporto di forma per ciascuna categoria di edificio.

### Rapporto di Forma S/V

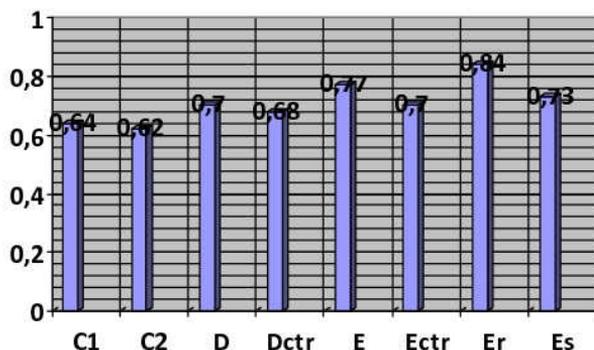


Figura 67 – Valori di S/V per categorie

I risultati permettono di rilevare che le categorie E ed Er sono quelle con rapporti di forma maggiori e, quindi, maggiori dispersioni termiche.

### 8.3. VERIFICA DEI VALORI DELL' EP<sub>i</sub>

Con la definizione dei rapporti di forma di cui al paragrafo precedente è stato, poi, possibile confrontare i valori dell'indice di prestazione energetica calcolato analiticamente con i valori assunti dalla normativa vigente. In particolare il Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006 n. 311, all'Allegato C, "Requisiti Energetici degli Edifici", fissa i valori limite degli indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale in funzione dei gradi giorno (GG), della zona climatica e del rapporto di forma (S/V).

TAB. 2.3 (311/06) Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m<sup>3</sup> anno

Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	≥ 601	≤ 900	≥ 901	≤ 1400	≥ 1401	≤ 2100	≥ 2101	≤ 3000	> 3000	
≤ 0,2	2	2	3,6	3,6	6	6	9,6	9,6	12,7	12,7	
≥ 0,9	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31	

Tabella 28 – Valori limite dell'Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale

Per valori di S/V compresi nell'intervallo tra 0,2 – 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

Per località caratterizzate da un numero di GG superiore a 3001 i valori limite vengono determinati secondo quanto stabilito dalla norma- per estrapolazione lineare, sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento al numero di GG proprio della località in esame.

A questo punto si è proceduto analizzando per ciascuna categoria (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es) e per ogni zona climatica (A, B, C, D, E, F) tutte le località ove fossero ubicati gli uffici.

GG Eplim	1102 11,08	1104 11,09	1147 11,19	1150 11,21	1150 11,21	1155 11,25	1159 11,28	1191 11,52	1201 11,53	1204 11,61	1215 11,7	1240 11,88	1240 11,9	1250 11,96	1260 12,05
Località	HUCCA DI NETC	CANCELLI ARNONE	SEPPENTI	BUQUARANI	SAN VALENTINO TONIO	VITULAZIO	CELLINO SAN MARCO	LINUPERI ONDI	VITAPRESA LI MARTINICURO	ALES	SEVORBI	SAN BARIULLO AL MARE	CASTRO	REYES I ERIETNEO	RUFE
Provincia	CT	CR	CA	SS	SA	CR	BN	FG	TR	CH	CA	MI	TR	CI	IS
GG	913	918	928	936	939	944	993	1000	1100	1100	1100	1100	1100	1111	1124
Eplim	9,45	9,49	9,59	9,62	9,64	10,05	10,09	10,11	10,21	10,74	10,85	10,91	10,91	10,92	11,02
Località	CALATABANO	RECALE	SAN PRISCO	PETRORSINO	MARACALOGNIS	SANTA LUCIA DEL MELIA	SAFFOCHI	BURGIO	CUSTONACI	GRAZZANOSE	FRIGNANO	MACERATA CAMPANIA	CAPODIFRANCESCO	SAN PIETRO NAVE	MOROPO
Provincia	CT	CR	CR	TR	CA	ME	CA	AO	TP	CR	CR	CE	CE	CR	OR
GG		1287	1294	1296	1300	1349	1380								
Eplim		12,23	12,28	12,3	12,33	12,69	12,92								
Località		CAPURSO	SERRE	ANDRANO	OSCHIRI	CASTEL DI IUDICA	BITETTO								
Provincia		BA	SA	LE	SS	CT	BA								

Figura 68 – GG ed Eplim delle località appartenenti alla categoria E, zona climatica C

L'esempio di cui alla figura 68 mostra, a titolo esemplificativo, tutte le località appartenenti alla categoria E ed alla zona climatica C per le quali sono stati individuati i GG e l'Eplim.

Analoga procedura oltre ad essere stata applicata alle località appartenenti alla categoria E è stata utilizzata anche per le località delle restanti categorie in funzione delle zone climatiche.

Da queste analisi si è verificato che Eplim varia linearmente al variare dei GG, come illustrato nella figura 69.

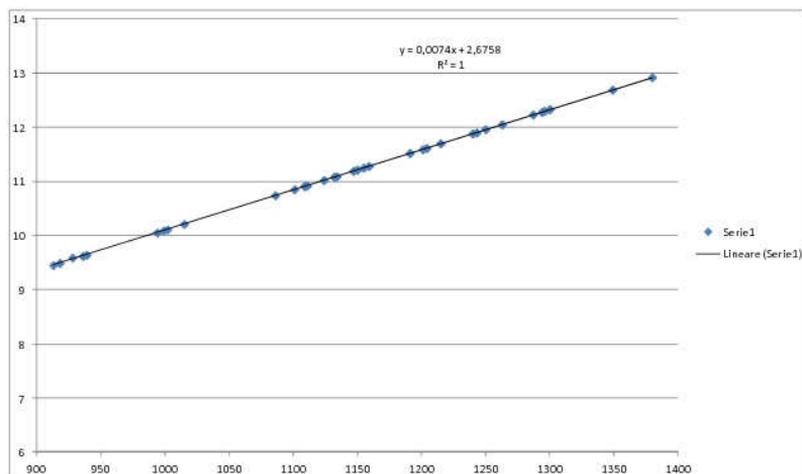


Figura 69 – Variazione lineare dell’Eplim in funzione dei GG

Considerato, quindi, che Eplim, noti i GG ed S/V, si ottiene attraverso una triplice interpolazione lineare dei valori limite, come nel caso specifico della zona climatica C:

S/V	GG		
	GG1	GGx	GG2
0,2	3,6	y1	6
x	x1	y	x2
0,9	12,8	y2	17,3

Figura 70 – Triplice interpolazione lineare per la determinazione dell’Eplim

ne consegue che:

$$Eplim = 1/0.7 [(K1 \cdot GG + K2) \cdot \{0,9 - S/V\} + (K3 \cdot GG + K4) \cdot \{S/V - 0,2\}]$$

Considerati, quindi, gli andamenti dell'EPlim al variare dei GG, per ogni zona climatica,

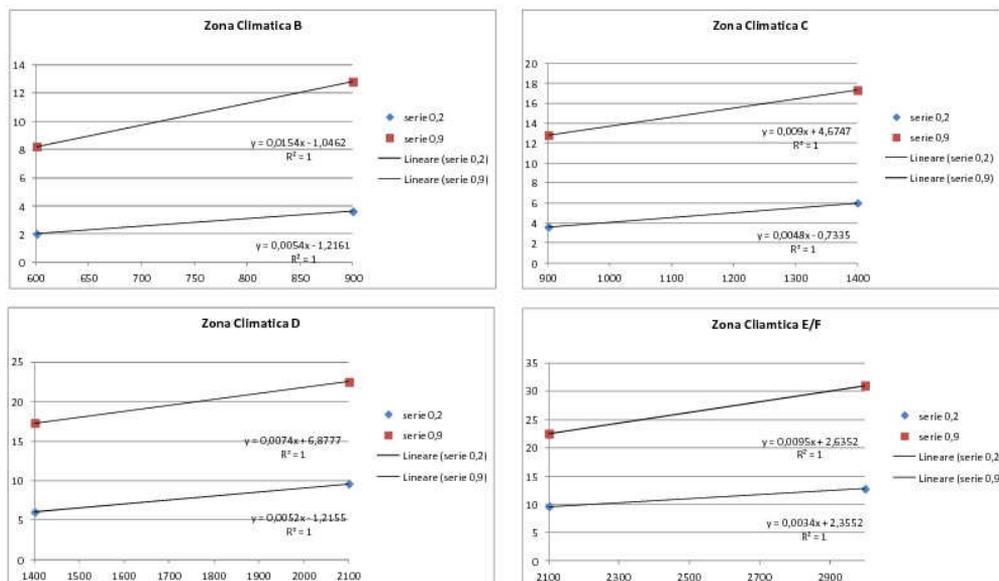


Figura 71 – Andamenti dell'EPlim per zona climatica

si ottengono i  $K_i$  per ciascuna zona climatica.

Zona Clim.	K1	K2	K3	K4
B	0,0054	-1,2161	0,0154	-1,0462
C	0,0048	-0,7335	0,0090	4,6747
D	0,0052	-1,2155	0,0074	6,8777
E	0,0034	2,3552	0,0095	2,6352
F	0,003	2,355	0,010	2,635

Figura 72 – Valori dei coefficienti  $K_i$  per la determinazione dell'EPlim

A questo punto è stato possibile definire per ciascuna località, in riferimento alla categoria edilizia considerata ed alla zona climatica, il valore dell'EPlim, della  $T_e^{46}$  e dei GG; ed ancora il valore medio dei GG, della  $T_e$  e dell'EPlim riferito all'intero gruppo della categoria edilizia.

<sup>46</sup> Temperatura Esterna, calcolata mediante le indicazioni della UNI 5364-64. Ove si tratti di località non espressamente indicate, consiglia di adottare come  $T_e$  quella della località più vicina, così modificata:

- $T_e$  invariata sino a circa 200 m di differenza di quota;
- $T_e$  diminuisce (o aumenta) di 1°C ogni 200 m di quota maggiore (o minore), oltre 200 m.

Il valore dell'EPlim di riferimento per ciascuna categoria edilizia è stato poi calcolato risalendo alla località il cui valore della  $T_e$  è più prossimo al valore medio della  $T_e$  ricavato su tutte le località, tenendo anche conto del valore medio di riferimento dei GG.

La località di riferimento è stata, poi, utilizzata per determinare il valore dell'Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale riferito all'intera categoria edilizia ed alla zona climatica analizzata.

Le tabelle che seguono riassumono e confrontano i valori dell'EPi ottenuti con quelli limite.

<i><b>Categoria C1</b>_Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m<sup>3</sup> anno</i>											
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	≥ 601	≤ 900	≥ 901	≤ 1400	≥ 1401	≤ 2100	≥ 2101	≤ 3000	> 3000	
0,64	----		25,37		39,41		52,25		63,09	-----	
EPi lim	-----		7,87		11,68		15,02		20,34	-----	

Tabella 29 – Confronto valore EPi categoria C1 con valore limite

<i><b>Categoria C2</b>_Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m<sup>3</sup> anno</i>											
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	≥ 601	≤ 900	≥ 901	≤ 1400	≥ 1401	≤ 2100	≥ 2101	≤ 3000	> 3000	
0,62	----	----			19,47		46,99		47,30	69,49	
EPi lim	-----	----			10,43		14,85		20,43	26,70	

Tabella 30 – Confronto valore EPi categoria C2 con valore limite

<b>Categoria D</b> Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m <sup>3</sup> anno											
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	≥ 601	≤ 900	≥ 901	≤ 1400	≥ 1401	≤ 2100	≥ 2101	≤ 3000	> 3000	
0,7	----		10,72		15,54		32,40		43,04	57,05	
EPI lim	----		9,36		12,19		16,62		21,76	24,65	

Tabella 31 – Confronto valore EPI categoria D con valore limite

<b>Categoria Dctr</b> Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m <sup>3</sup> anno											
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	≥ 601	≤ 900	≥ 901	≤ 1400	≥ 1401	≤ 2100	≥ 2101	≤ 3000	> 3000	
0,68	----		10,92		23,95		27,12		45,00	52,41	
EPI lim	----		8,32		11,91		15,57		21,28	26,44	

Tabella 32 – Confronto valore EPI categoria Dctr con valore limite

<b>Categoria E</b> Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m <sup>3</sup> anno											
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	≥ 601	≤ 900	≥ 901	≤ 1400	≥ 1401	≤ 2100	≥ 2101	≤ 3000	> 3000	
0,77	----		36,73		34,74		56,65		81,41	98,98	
EPI lim	----		9,73		13,04		17,62		23,11	29,33	

Tabella 33 – Confronto valore EPI categoria E con valore limite

<b>Categoria Ectr</b> Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m <sup>3</sup> anno										
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA									
	A ≤ 600	B ≥ 601 ≤ 900		C ≥ 901 ≤ 1400		D ≥ 1401 ≤ 2100		E ≥ 2101 ≤ 3000		F > 3000
0,70	----	25,56		37,35		49,78		77,15		81,46
EPI lim	----	7,99		12,37		15,74		21,10		25,94

Tabella 34 – Confronto valore EPI categoria Ectr con valore limite

<b>Categoria Er</b> Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m <sup>3</sup> anno										
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA									
	A ≤ 600	B ≥ 601 ≤ 900		C ≥ 901 ≤ 1400		D ≥ 1401 ≤ 2100		E ≥ 2101 ≤ 3000		F > 3000
0,84	----	28,26		44,78		61,99		80,45		87,85
EPI lim	----	10,30		14,57		18,90		24,38		31,06

Tabella 35 – Confronto valore EPI categoria Er con valore limite

<b>Categoria Es</b> Valori limite, applicabili dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m <sup>3</sup> anno										
Rapporto di Forma dell'edificio (S/V)	ZONA CLIMATICA									
	A ≤ 600	B ≥ 601 ≤ 900		C ≥ 901 ≤ 1400		D ≥ 1401 ≤ 2100		E ≥ 2101 ≤ 3000		F > 3000
0,73	----	31,39		31,37		55,81		75,25		----
EPI lim	----	9,55		12,81		17,03		22,36		----

Tabella 36 – Confronto valore EPI categoria Es con valore limite

I valori dell'EPI ottenuti risultano essere ampiamente superiori ai valori limite applicabili dal 1° gennaio 2010.

Il dettaglio dei valori delle località appartenenti a ciascuna categoria edilizia, divise per zona climatica, è consultabile nel Volume II Capitolo 5 “Valori degli Eplim, FE, CO<sub>2</sub>, EPglob, per località, categoria edilizia, zona climatica”.

## *Capitolo IX - La Diagnosi Energetica*

Per diagnosi energetica si intende quella procedura sistematica volta ad acquisire adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico dell'edificio o della singola unità immobiliare. Detta diagnosi consente di individuare non solo le inefficienze e le criticità, ma anche di intervenire con soluzioni a basso costo ed alta efficacia in termini di riduzione dei consumi energetici.

La diagnosi energetica potrebbe definirsi il “check-up medico” della struttura che, attraverso gli audit energetici (sopralluoghi tecnici), l'analisi della documentazione tecnica e l'analisi di calcolo, consentirebbe di individuare gli interventi di riqualificazione energetica dell'edificio.

Le tabelle che seguono riportano i valori totali dei fabbisogni dell'Energia Primaria e delle Emissioni di CO<sub>2</sub> definiti per tipologia edilizia e per zona climatica e l'Indice di Prestazione Energetica globale relativo soltanto al riscaldamento ed alla produzione di acqua calda sanitaria dell'immobile scelto come riferimento dell'intero campione appartenente alla stessa categoria edilizia e zona climatica.

Il dettaglio dei valori ottenuti è riportato nel Volume II Capitolo 5 “Valori degli Eplim, FE, CO<sub>2</sub>, EPglob, per località, categoria edilizia, zona climatica”

### **9.1.DETERMINAZIONE DEI FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA (INV./A.C.S.) E DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>**

L'analisi termica è stata eseguita tramite l'ausilio del software Termolog inserendo come dati input i valori oggettivi rilevati nel corso delle indagini e dall'analisi delle licenze edilizie.

Così facendo si è rilevato per ciascuna categoria le seguenti caratteristiche geometriche<sup>47</sup>:

- 1) H utile netta;
- 2) Superficie utile netta;
- 3) Superficie lorda in pianta;
- 4) Superficie disperdente;
- 5) Superficie delimitante locali non climatizzati;
- 6) Superfici aperture;
- 7) Superfici vetro;
- 8) Superfici telaio;
- 9) Perimetro;
- 10) Volume lordo della zona;
- 11) Volume netto della zona.

---

<sup>47</sup> Cfr. Volume II, Capitolo 1 “Caratteristiche Geometriche”

Come stabilito dall'art. 3 dell'allegato A del D.M. 26/6/2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici – la prestazione energetica complessiva dell'edificio è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale EPgl:

$$EPgl = EPI + EPacs + Epe + EPill$$

pur tuttavia continuano a considerarsi solamente gli indici di prestazione di energia primaria per la climatizzazione invernale (EPI) e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari (EPacs).

La stima del fabbisogno di energia primaria è stata effettuata ricorrendo al metodo di calcolo tabellare applicato dal software, consistente in un metodo di calcolo semplificato, dove si assume come periodo di calcolo la stagione di riscaldamento per la climatizzazione invernale e l'anno per l'acqua calda sanitaria.

In presenza di dati oggettivi si è, inoltre, rilevato che il generatore di calore presente negli edifici è destinato alla produzione di energia termica per il riscaldamento, mentre per la produzione di acqua calda sanitaria vengono utilizzati dei boiler elettrici. In alcuni casi, dove è assente il generatore di calore (Tipologia C2 e Dctr) è presente l'impianto a pompa di calore utilizzato sia per il riscaldamento che per il raffrescamento; per l'acqua calda sanitaria, anche in questo caso, vengono utilizzati dei boiler elettrici. Gli impianti installati sono del tipo autonomo alimentati per lo più a gasolio.

Sulla base dei fattori di energia primaria relativi al tipo di combustibile (potere calorifico, etc), vengono calcolati i seguenti indicatori prestazionali:

- Fabbisogno di Energia Primaria totale (riscaldamento, ACS);
- Emissioni di CO<sub>2</sub> (riscaldamento, ACS).

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica B			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	107667,3	8848,2	22,8
C2	-----	-----	-----
D	24140,4	3679,8	7
Dctr	114921	17759,7	45
E	241498,6	8258,6	71,4
Ectr	55190,6	3398,8	14,8
Er	89321,2	3061,6	31,2
Es	93740,1	4171,2	26,4

Tabella 37 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica B

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica C			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	1114742	58988	226
C2	99186,9	10512,3	27,9
D	332285,3	34958,1	89,3
Dctr	1343937,6	94718,4	484,8
E	1174597,2	42472,8	349,2
Ectr	483967,2	20392,8	126
Er	3007665,5	65059	1037
Es	811740,8	36150,4	228,8

Tabella 38 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica C

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica D			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	960718,2	38342,2	191,1
C2	399045	17520,5	106,5
D	620024	31278,3	156,4
Dctr	1331568	82878,6	474,6
E	3139277,9	69608,2	914,5
Ectr	483639,7	15294,6	124,2
Er	5682422,4	88786,4	1948,8
Es	1666701	41712	459

Tabella 39 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica D

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica E			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	3123330	103229	577,5
C2	1526275,7	66577,9	406,6
D	2034921	77275,8	504
Dctr	3628944,6	136157,7	1269,6
E	8945796,6	138036,6	2574
Ectr	999602,4	20392,8	216
Er	10045181,8	120933,2	3412,8
Es	4344449,4	80643,2	1183,2

Tabella 40 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica E

Fabbisogno medio di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica F			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	-----	-----	-----
C2	118027,9	3504,1	31
D	64218,8	1839,9	15,7
Dctr	122510,2	3946,6	42,6
E	371867,6	4719,2	106,4
Ectr	87958	1699,4	24,6
Er	485971,5	5357,8	190,4
Es	-----	-----	-----

Tabella 41 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica F

## 9.2. DETERMINAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALI

I valori indicati alla tabella 42 si riferiscono al valore medio dell'Indice di Prestazione Energetica globale relativo soltanto al riscaldamento ed alla produzione di a.c.s. della località, ove è ubicato l'immobile, scelta come riferimento dell'intero stock delle località nelle quale ci sono immobili di uguale categoria (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es) e di uguale zona climatica (A, B, C, D, E, F).

Chiaramente, i risultati ottenuti consentiranno di ipotizzare il miglioramento delle prestazioni dell'involucro e dell'impianto facendo riferimento ai requisiti minimi al 2010 contenuti nelle tabelle di

cui all'Allegato C del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 come modificato dal D.Lgs. 29 dicembre 2006, n.311.

Nel merito si è ottenuto:

- L'indice di prestazione energetica globale,  $EP_{GL}$  relativo soltanto al riscaldamento ed alla produzione di a.c.s.

Indice di prestazione energetica globale (KWh/mc*anno)						
Categoria	A	B	C	D	E	F
C1	----	27,46	41,49	54,34	65,18	----
C2	----	----	21,53	49,05	49,36	71,56
D	----	12,36	17,17	34,03	44,67	58,68
Dctr	----	12,61	25,64	28,81	46,69	54,1
E	----	37,99	36	57,91	82,66	100,24
Ectr	----	27,13	38,93	51,35	78,72	83,04
Er	----	29,23	45,75	62,96	81,42	88,82
Es	----	32,79	32,76	57,21	76,65	----

Tabella 42 – Indice di Prestazione Energetica globale per categoria e zona climatica

## *Capitolo X - Intelligens Design e Retrofit Energetico*

Nella presente fase si sono individuate le azioni che permettono di ridurre notevolmente i consumi energetici, o, in maniera meno invasiva, almeno di evitare l'incremento dei consumi.

Tra le azioni previste nello scenario obiettivo dei PEC, oltre quelle necessarie di contenimento energetico della nuova costruzione, vengano attuate misure di contenimento energetico anche sugli edifici esistenti.

Le misure che vengono considerate sono sia di riduzione delle dispersioni mediante coibentazione degli elementi edilizi (primo calpestio, chiusure d'ambito, coperture) e/o mediante la sostituzione degli elementi vetrati con vetrocamere di buona qualità, sia di riduzione del consumo di fonti energetiche fossili grazie alla sostituzione con fonti energetiche rinnovabili.

Gli interventi proposti sono ipotizzati in un limite di ipotesi realistica: nelle tabelle che seguono sono riportati i valori delle trasmittanze, dei fabbisogni di energia primaria, delle emissioni di CO<sub>2</sub> e dell'indice di prestazione energetica globale raggiungibili al variare degli interventi consigliati.

Gli interventi relativi all'apporto di migliorie energetiche sono rivolti a tutti gli edifici esistenti, tuttavia si devono pur sempre considerare quei casi ove gli interventi non sono tecnicamente possibili, ad esempio in presenza di particolari condizioni tecnicamente non risolvibili, come il caso del primo calpestio dove si raggiungono valori di trasmittanza allo stato attuale elevati a tal punto che ogni intervento di retrofit sarebbe eccessivamente oneroso e quindi ci si è limitati alla sola verifica della temperatura superficiale dell'elemento considerato così da verificare se si comporta o meno come una parete fredda.

Si è passati, quindi, a valutare gli ipotetici interventi di miglioramento delle prestazioni dell'edificio eseguendo un tipo di analisi numerica che consente di ipotizzare un miglioramento delle prestazioni dell'involucro facendo riferimento ai requisiti minimi indicati dal D.M. 26/01/2010.

Una volta, quindi, definiti gli elementi costruttivi su cui intervenire, si sono ricalcolati gli indicatori prestazionali a partire dai nuovi valori di trasmittanza termica, di fabbisogno di energia primaria, di emissioni di CO<sub>2</sub> e dell'indice di prestazione energetica globale.

I nuovi risultati sono stati ottenuti nel rispetto dei limiti di legge, come nel caso dei nuovi valori delle U, e sono stati confrontati con i valori ottenuti antecedentemente agli interventi di retrofit per apprezzarne i risultati.

## 10.1. TIPOLOGIA DI INTERVENTI

Gli interventi volti al risparmio energetico da realizzare sugli edifici analizzati sono interventi che il T.U. n. 380/2001 definisce come Interventi di Ristrutturazione Edilizia, ovvero interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio e l'inserimento di nuovi elementi.

Essi verranno di seguito dettagliati in funzione degli elementi costruttivi su cui si interviene:

- **Isolamento termico delle pareti:**

L'isolamento termico delle pareti perimetrali degli edifici rappresenta uno degli interventi più importanti da prevedere in sede di progettazione, allo scopo di:

- ✓ ridurre le dispersioni termiche attraverso le strutture perimetrali e quindi diminuire i costi relativi alle spese di riscaldamento invernale e di condizionamento estivo;
- ✓ aumentare il comfort abitativo poiché il materiale isolante, inserito nelle strutture dell'edificio, consente di ottenere sulle superfici interne delle stesse temperature più vicine a quelle dell'ambiente abitato; è noto che, quando la temperatura superficiale interna di una struttura è inferiore di  $3 \div 4$  °C a quella dell'ambiente abitato, le persone avvertono una sensazione di disagio, cioè di freddo, anche se il locale è adeguatamente riscaldato;
- ✓ evitare la formazione di condensa e quindi di muffe sulle superfici interne delle pareti: l'umidità contenuta nell'aria dell'ambiente si può condensare sulle superfici fredde;
- ✓ evitare la formazione di condensa all'interno delle strutture;
- ✓ rispettare quanto previsto dalla Legge 10/91 riguardante il contenimento dei consumi energetici nell'edilizia e proiettarsi verso l'efficienza energetica degli edifici.

Questo tipo di intervento aumenta opportunamente la resistenza al passaggio del calore attraverso le pareti della tamponatura.

Le tecniche di isolamento sono molteplici e la scelta di quella da realizzare dipende da considerazioni sia di carattere tecnico che di carattere economico, tenendo presente che per gli edifici già esistenti possono presentarsi particolari vincoli che non consentono di raggiungere l'ottimizzazione.

Nel caso specifico, per gli edifici analizzati si propone l'**Isolamento delle pareti** dall'interno.

I principali vantaggi di questo sistema sono:

- continuità dell'isolamento termico su tutte le superfici disperdenti;

- correzione totale dei ponti termici;
- eliminazione delle muffe causate da condensazioni superficiali in corrispondenza dei ponti termici;
- maggior comfort termico invernale ed estivo dovuto alla maggior inerzia termica delle pareti;

Inoltre, l'intervento risulterebbe apprezzabile anche perchè consentirebbe l'incapsulamento totale delle pareti in fibrocemento che periodicamente sono soggette ad interventi manutentivi onerosi. Gli ambienti lavorativi sono anche soggetti a frequenti monitoraggi per valutare il quantitativo di fibre aerodisperse ed ad interventi igienizzanti di sanificazione dei locali.

L'intervento proposto consiste nel realizzare sulla parte interna della tamponatura i seguenti elementi:

- intercapedine non ventilata;
- pannello di fibra di legno;
- paretina in cartongesso;
- intonaco isolante di gesso.

Chiaramente le dimensioni di ciascun elemento costruttivo varieranno in funzione della zona climatica.

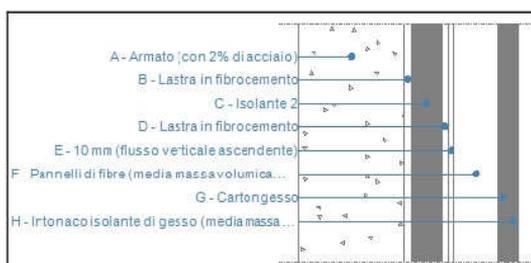


Figura 73 – Intervento di Retrofit Energetico sulla tamponatura

TAMPONATURA				
Zona clim	Intercapedine non ventilata (mm)	Pannelli fibre di legno (mm)	Cartongesso (mm)	Intonaco isolante gesso (mm)
B	10	65	15	15
C	10	100	15	15
D	10	140	15	15
E	10	155	15	15
F	10	165	15	15

Figura 74 – Dimensione degli elementi costruttivi in funzione della zona climatica

• **Coperture:**

Una percentuale rilevante delle dispersioni termiche avviene anche attraverso la superficie di copertura degli edifici.

Diverse possono essere le tecniche di intervento sulle coperture, nel caso specifico si è ritenuto economicamente meno oneroso intervenire all'intradosso della copertura realizzando un isolamento a "controsoffitto interno" in cui lo strato di isolante è posto direttamente sulla parete interna del solaio ad una certa distanza da esso.

L'intervento proposto consiste nel realizzare, sulla parete interna del solaio, i seguenti elementi costruttivi:

- a) intercapedine non ventilata;
- b) pannello poliuretano Isotec;
- c) paretina in cartongesso;
- d) intonaco isolante di gesso.

Chiaramente le dimensioni di ciascun elemento costruttivo varieranno in funzione della zona climatica.

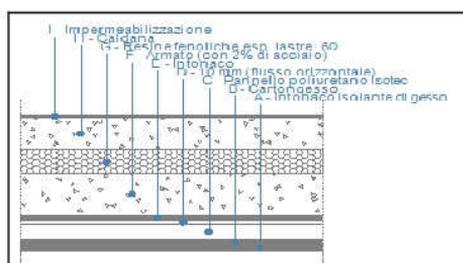


Figura 75 – Intervento di Retrofit Energetico sulla copertura

COPERTURA				
Zona clim.	Intercapedine non ventilata (mm)	Pannello Poliuretano Isotec (mm)	Cartongesso (mm)	Intonaco isolante gesso (mm)
B	10	35	15	15
C	10	35	15	15
D	10	55	15	15
E	10	65	15	15
F	10	70	15	15

Figura 76 – Dimensione degli elementi costruttivi in funzione della zona climatica

- **Serramenti esterni:**

La complessità della progettazione delle superfici vetrate risiede innanzitutto nelle molteplici funzioni che esse devono soddisfare, tra le quali la captazione dell'energia solare, una adeguata illuminazione ed un sufficiente livello di ventilazione.

D'altro canto è indispensabile che le superfici vetrate siano realizzate in modo tale da minimizzare le dispersioni termiche.

Per poter ridurre e/o eliminare le dispersioni energetiche degli elementi trasparenti si è pensato di intervenire con la sostituzione dei vetri e dei telai.

Nel rispetto dei valori limiti di legge sono state individuate tre modalità di intervento:

1. Sostituzione delle vetrate con doppi vetri (4-12-4) e degli infissi con telai in metallo senza taglio termico;
2. Sostituzione delle vetrate con doppi vetri (4-argon-4) e degli infissi con telai in metallo senza taglio termico;
3. Sostituzione delle vetrate con doppi vetri (4-argon-4) e degli infissi con telai in metallo a taglio termico.

Chiaramente la scelta di uno dei tre interventi dipenderà dalla zona climatica considerata.

SERRAMENTI ESTERNI			
Zona clim.	Doppio vetro 4-12-4; telaio metallo; no taglio termico	Doppio vetro 4-argon-4; telaio metallo; no taglio termico	4-argon-4; telaio metallo; taglio termico
B			
C			
D			
E			
F			

Figura 77 – Tipologia dei serramenti esterni in funzione della zona climatica

- **Primo calpestio:**

Il valore attuale della trasmittanza U è risultato talmente elevato che ogni intervento di retrofit energetico proposto risulterebbe eccessivamente oneroso, pertanto ci si è limitati a verificare che la differenza di temperatura tra ambiente interno e temperatura superficiale del paramento (pavimento) non superasse i  $4 \div 5$  °C; diversamente il primo calpestio si sarebbe comportato come una parete fredda.

## 10.2. NUOVE MISURAZIONI

L'applicazione delle tecniche proposte agli elementi costruttivi esistenti ha prodotto benefici apprezzabili in termini di U, di Fabbisogni Energetici, di Emissioni di CO<sub>2</sub> e di Indice di Prestazione Energetica globale.

### 10.2.1 Trasmittanze

La scelta qualitativa e quantitativa dei materiali utilizzati per gli interventi di ristrutturazione edilizia è stata fatta nel rispetto dei valori limiti di legge delle U indicati dal D.M. 26/01/2010 in caso di riqualificazione energetica degli edifici.

In tal senso, il rispetto dei limiti imposti dal detto decreto consentirebbe, ai soggetti che intendono avvalersi delle detrazioni fiscali relative alle spese sostenute per tali attività, il riconoscimento degli incentivi di cui al comma 20 dell'art. 1 della legge finanziaria 2008.

I valori delle U ottenuti, per categoria edilizia (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es) e per zona climatica, sono stati quindi confrontati con i valori limite del detto decreto.

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. C1 -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	----
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	----
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	1,89	1,89	1,89	1,62	----

Tabella 43 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria C1

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. C2 -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	----	0,34	0,28	0,27	0,26
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	----	0,31	0,25	0,23	0,22
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	----	2,06	2,0	1,62	1,51

Tabella 44 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria C2

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. D -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	0,26
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	0,22
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	2,08	2,08	2,0	1,61	1,51

Tabella 45 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria D

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. Dctr -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	0,26
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	0,22
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	2,06	2,06	2,0	1,60	1,47

Tabella 46 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria Dctr

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. E -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	0,26
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	0,22
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	2,10	2,10	2,00	1,61	1,49

Tabella 47 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria E

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. Ectr -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	0,26
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	0,22
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	2,05	2,05	2,0	1,58	1,46

Tabella 48 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria Ectr

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. Er -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	0,26
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	0,22
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	2,09	2,09	2,0	1,61	1,49

Tabella 49 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria Er

Verifica dei valori della trasmittanza U in W/mqK – Tip. Es -							
Elemento	U	Valori limite per la zona climatica					
		A	B	C	D	E	F
Opaco verticale	26/01/2010	0,54	0,41	0,34	0,29	0,27	0,26
	Retrofit	----	0,41	0,34	0,28	0,27	----
Copertura	26/01/2010	0,32	0,32	0,32	0,26	0,24	0,23
	Retrofit	----	0,31	0,31	0,25	0,23	----
Vetri + infisso	26/01/2010	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6
	Retrofit	----	2,09	2,08	2,0	1,61	----

Tabella 50 – Valori di U – Retrofit/Limiti di Legge – Categoria Es

### 10.2.2 Fabbisogni Energetici, Emissioni CO<sub>2</sub>, EPglob

Il soddisfacimento delle verifiche normative sugli elementi costruttivi a seguito degli interventi edilizi proposti comporta una notevole riduzione dell'energia termica dispersa annualmente attraverso gli involucri degli edifici.

Questa energia corrisponde, allo stesso modo, ad un risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente nell'atmosfera.

Le tabelle che seguono riportano i valori totali dei Fabbisogni di Energia e delle Emissioni di CO<sub>2</sub>, per zona climatica e per categoria edilizia (C1, C2, D, Dctr, E, Ectr, Er, Es), riferiti a tutti gli immobili.

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica B			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	33925,5	8848,2	9
C2	-----	-----	-----
D	970,2	3679,8	1,6
Dctr	19301,4	17759,7	12,6
E	99225	8258,6	35
Ectr	17456,2	3398,8	5,6
Er	36721,6	3061,6	14
Es	33312,6	4171,2	10,5

Tabella 51 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica B - Retrofit

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica C			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	400086	58988	92
C2	15956,7	10512,3	6,9
D	12450,7	34958,1	15,2
Dctr	338270,4	94718,4	144
E	462834	42472,8	165,6
Ectr	164284,8	20392,8	48
Er	1265896,5	65059	459
Es	261674,4	36150,4	83,2

Tabella 52 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica C - Retrofit

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica D			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	327516,8	38342,2	72,8
C2	86845,5	17520,5	26,5
D	22633,8	31278,3	17
Dctr	226648,8	82878,6	105
E	1073156,9	69608,2	371,7
Ectr	180334,8	15294,6	49,5
Er	2174130	88786,4	765,6
Es	560070	41712	165

Tabella 53 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica D – Retrofit

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica E			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	946158,5	103229	262,5
C2	179510,1	66577,9	62,7
D	49026,6	77275,8	37,8
Dctr	717924,3	136157,7	289,8
E	3006256,5	138036,6	1017,9
Ectr	303873,6	20392,8	120
Er	3597770,6	120933,2	1264
Es	1388438,8	80643,2	400,2

Tabella 54 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica E – Retrofit

Fabbisogno di Energia Primaria ed Emissioni CO <sub>2</sub>			
Zona climatica F			
Tipologia	Energia primaria per riscaldamento kWh	Energia primaria per a.c.s. kWh	Emissioni CO <sub>2</sub> kg/mc*anno
C1	---	---	---
C2	21019,2	3504,1	6,3
D	1716,2	1839,9	1
Dctr	20915,6	3946,6	8,4
E	118437,2	4719,2	39,2
Ectr	27680,6	1699,4	7,4
Er	187490,8	5357,8	65,1
Es	---	---	---

Tabella 55 – Fabbisogni Energia Primaria ed Emissioni CO<sub>2</sub>, zona climatica F – Retrofit

Il risparmio energetico anzidetto è percepibile anche nei valori dell'Indice di Prestazione Energetica globale in quanto un buon isolamento dell'elemento costruttivo comporta sebbene una riduzione dell'energia termica dispersa, anche una riduzione dell'energia termica impegnata per la climatizzazione invernale.

Indice di prestazione energetica globale (KWh/mc*anno)						
Tipologia	A	B	C	D	E	F
C1	----	10,08	16,23	19,9	21,2	----
C2	----	----	5,19	12,29	7,63	14,44
D	----	2,07	2,22	2,82	2,67	3,16
Dctr	----	3,52	7,72	6,31	10,59	10,67
E	----	18,24	16,68	21,61	31,93	36,58
Ectr	----	9,66	14,25	20,13	25,03	27,21
Er	----	12,59	19,81	24,69	29,78	34,86
Es	----	12,55	11,51	20,15	25,45	----

Tabella 56 – Indice di Prestazione Energetica globale per categoria e zona climatica – Retrofit

### 10.3. OTTIMIZZAZIONE DELL'EP<sub>GLOB</sub> E DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>

Le tabelle seguenti mostrano il confronto dei valori dell'Indice di Prestazione Energetica globale e delle Emissioni di CO<sub>2</sub> ricavati sia antecedentemente che posteriormente agli interventi di retrofit energetico.

I confronti, eseguiti per ciascuna zona climatica, mettono in risalto i rilevanti risparmi energetici conseguenziali agli interventi di manutenzione straordinaria sugli immobili di proprietà esclusiva, definiti Italposte.

Individuati, quindi, gli elementi costruttivi su cui intervenire, si sono ricalcolati gli indicatori prestazionali a partire dai nuovi valori di trasmittanza termica. Il risultato ottenuto dà un'indicazione sulla differenza dei consumi e delle emissioni di gas effetto serra, riferiti all'anno, tra i valori iniziali e quelli raggiungibili con le ipotesi di intervento.

Confronto EP <sub>glob</sub> - CO <sub>2</sub>				
Zona climatica B				
Tipologia	EP <sub>glob</sub> iniziale kWh/mc*anno	EP <sub>glob</sub> raggiung. kWh/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> iniz. kg/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> raggiung. kg/mc*anno
C1	27,46	10,08	22,8	9
C2	---	---	---	---
D	12,36	2,07	7	1,6
Dctr	12,61	3,52	45	12,6
E	37,99	18,24	71,4	35
Ectr	27,13	9,66	14,8	5,6
Er	29,23	12,59	31,2	14
Es	32,79	12,55	26,4	10,5

Tabella 57 – Confronto valori EP<sub>glob</sub> – CO<sub>2</sub> zona climatica B – ante/post Retrofit

Confronto EPglob - CO <sub>2</sub>				
Zona climatica C				
Tipologia	EPglob iniziale kWh/mc*anno	EPglob raggiung. kWh/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> iniz. kg/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> raggiung. kg/mc*anno
C1	41,49	16,23	226	92
C2	21,53	5,19	27,9	6,9
D	17,17	2,22	89,3	15,2
Dctr	25,64	7,72	484,8	144
E	36	16,68	349,2	165,6
Ectr	38,93	14,25	126	48
Er	45,75	19,81	1037	459
Es	32,76	11,51	228,8	83,2

Tabella 58 – Confronto valori EPglob – CO<sub>2</sub> zona climatica C – ante/post Retrofit

Confronto EPglob - CO <sub>2</sub>				
Zona climatica D				
Tipologia	EPglob iniziale kWh/mc*anno	EPglob raggiung. kWh/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> iniz. kg/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> raggiung. kg/mc*anno
C1	54,34	19,9	191,1	72,8
C2	49,05	12,29	106,5	26,5
D	34,03	2,82	156,4	17
Dctr	28,81	6,31	474,6	105
E	57,91	21,61	914,5	371,7
Ectr	51,35	20,13	124,2	49,5
Er	62,96	24,69	1948,8	765,6
Es	57,21	20,15	459	165

Tabella 59 – Confronto valori EPglob – CO<sub>2</sub> zona climatica D – ante/post Retrofit

Confronto EPglob - CO <sub>2</sub>				
Zona climatica E				
Tipologia	EPglob iniziale kWh/mc*anno	EPglob raggiung. kWh/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> iniz. kg/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> raggiung. kg/mc*anno
C1	65,18	21,2	577,5	262,5
C2	49,36	7,63	406,6	62,7
D	44,67	2,67	504	37,8
Dctr	46,69	10,59	1269,6	289,8
E	82,66	31,93	2574	1017,9
Ectr	78,72	25,03	216	120
Er	81,42	29,78	3412,8	1264
Es	76,65	25,45	1183,2	400,12

Tabella 60 – Confronto valori EPglob – CO<sub>2</sub> zona climatica E – ante/post Retrofit

Confronto EPglob - CO <sub>2</sub>				
Zona climatica F				
Tipologia	EPglob iniziale kWh/mc*anno	EPglob raggiung. kWh/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> iniz. kg/mc*anno	Emissioni CO <sub>2</sub> raggiung. kg/mc*anno
C1	---	---	---	---
C2	71,56	14,44	31	6,3
D	58,68	3,16	15,7	1
Dctr	54,1	10,67	42,6	8,4
E	100,24	36,58	106,4	39,2
Ectr	83,04	27,21	24,6	7,4
Er	88,82	34,86	190,4	65,1
Es	---	---	---	---

Tabella 61 – Confronto valori EPglob – CO<sub>2</sub> zona climatica F – ante/post Retrofit

#### **10.4. CONSIDERAZIONI E SVILUPPI FUTURI**

La Procedura delineata diviene, a completamento dei dispositivi in vigore, uno strumento applicabile nel rispetto delle disposizioni normative in grado di garantire lo sviluppo di un sistema energetico efficiente e sostenibile mantenendo una coerenza con le principali variabili socio-economiche e territoriali locali.

L'applicazione testata su di un range di siti scelti tra quelli di proprietà di Poste Italiane ha permesso di definire l'efficacia di una procedura che può essere estesa a qualunque altra entità immobiliare indistintamente dalla tecnologia costruttiva (omogenee o disomogenee).

Nel caso specifico di P.I. il patrimonio immobiliare comprende circa 15mila siti con esigenze impiantistiche differenti tra loro, diverse condizioni climatiche e strutturali dell'edificio; nonostante ciò è stato possibile individuare un gruppo di immobili, così detti Italposte, che presentano caratteristiche costruttive omogenee sui quali sperimentare la procedura.

Se si volesse pensare di estendere la detta procedura alla restante parte del patrimonio immobiliare di P.I., sarebbe allora opportuno individuare, seppure sinteticamente, delle classi su cui differenziare i siti di consumo. A tal proposito potrebbero essere individuati tre cluster:

- Uffici Postali;
- Uffici Direzionali;
- Centri di Meccanizzazione Postale (CMP).

Dall'analisi dei dati<sup>48</sup> delle utenze emerge che gli Uffici Direzionali ed i Centri di Meccanizzazione Postale sono responsabili di circa il 37% dei consumi elettrici totali. In particolare, gli Uffici Direzionali contribuiscono al 18%; mentre i CMP rappresentano il 19%.

Occorre però constatare che mentre 450 uffici direzionali incidono del 18% sui consumi energetici globali, 21 CMP incidono dell'1% in più sui consumi rispetto agli uffici direzionali. In questo senso si potrebbe pensare di analizzare, in uno studio successivo, la tipologia postale che singolarmente ha una maggiore incidenza sui consumi globali, i CMP.

Studi condotti dalla Edison S.p.A. per conto di Poste Italiane hanno fornito dati sui consumi energetici degli Uffici Postali e dei CMP. In tali sedi sono state censite le varie apparecchiature azionate elettricamente, avendo cura di aggregarle nelle categorie: illuminazione (esterna ed interna),

---

<sup>48</sup> Rilievi eseguiti da Edison S.p.A. per conto di Poste Italiane

climatizzazione, attività e servizi generali. L'analisi dei profili di prelievo ha mostrato come l'entità dei consumi elettrici, negli uffici come negli stabilimenti industriali, sia fortemente da imputare ai servizi di illuminazione e climatizzazione degli ambienti, piuttosto che alle attività svolte.

Per quanto concerne l'ufficio, i consumi legati alla climatizzazione ed all'illuminazione totalizzano rispettivamente circa il 71% ed il 16%, contro circa il 3% derivante dall'attività (figura 21). Nel sito industriale i servizi ricoprono circa il 30% dei consumi globali, superiore è il prelievo di energia elettrica assorbita dall'impianto di climatizzazione, pari a circa il 35%. Gli impianti di climatizzazione e d'illuminazione contribuiscono a circa il 65% dei consumi elettrici globali annui (figura 22).

L'entità di tali consumi energetici giustifica la realizzazione di check-up energetici dettagliati, al fine di evidenziare carenze impiantistiche ed edili e possibili attività di correzione e miglioramento.

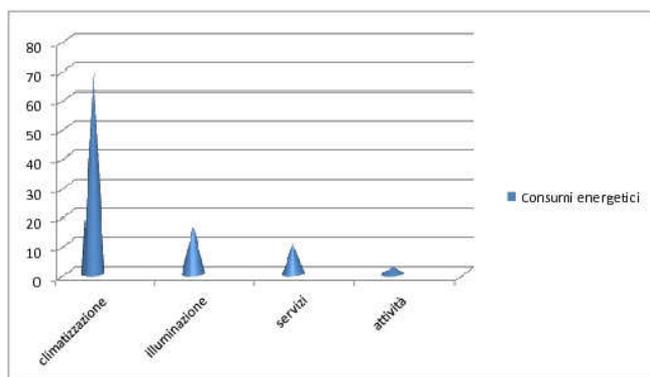


Figura 78 – Consumi Uffici Postali

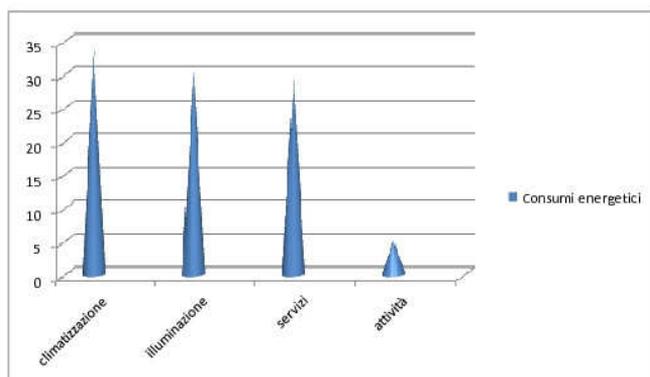


Figura 79 – Consumi CMP

### *Thanks to.....*

*Quattro anni di precoci sveglie mattutine, intrceci lavorativi, ore sottratte alla famiglia ed all'amore, studi notturni, approfondimenti tecnici, ricerche bibliografiche, lezioni accademiche; quattro anni che, se non fosse per i Tanti, ognuno con la propria "tessere", non sarei riuscito a comporre i frammenti e raggiungere quest'altra importante tappa della mia vita.*

*E' merito dei miei genitori avermi donato la capacità di comprendere l'importanza della parola **grazie** e, se sono qui a manifestarVi il mio grato animo, lo dovrete esclusivamente a loro.*

*E' con emozione che voglio condividere questa mia gioia con i miei fratelli Gianluigi e Stefania che, con grazia e pazienza, hanno compreso i miei impegni ed atteso con immensa serenità. Grazie, perché hanno sempre fatto di me l'ingegnere che sarò se solo riuscissi ad acquisire una sola briciola della inesaurevole scienza del Prof. Renato Iovino che, per la Sua ineccepibile conoscenza ed ineguagliabile intelligenza, non sempre è facile da seguire. Nelle sue lezioni sempre vivaci, coinvolgenti e pratiche non mancano mai riferimenti deontologici che fanno del comune ingegnere, l'Ingegnere. La Sua passione per l'architettura tecnica, lo rende unico nel suo ruolo e non vi è caso dove "Ubi maior, minor cessat" se non, scherzosamente, al cospetto dell'altrettanta "scienza vulcanica", la mia carissima Prof. Flavia Fascia. Mi ha accolto nella Sua "famiglia universitaria", a supportato ogni mio momento di titubanza, mi ha stimolato nell'apprendimento e mi ha "lanciato" in ogni attività motivandomi a far bene perché "le brutte figure non sono ammesse", in poche parole mi ha infuso il senso di responsabilità che un uomo deve necessariamente avere prima ancora di essere ingegnere.*

**Grazie** per la vostra pazienza e disponibilità.

*E se da un lato vi è il mondo universitario dall'altro va ad intrecciarsi quello lavorativo.*

*Con reverenza, affetto e stima un grazie lo rivolgo all'Arch. A. Riccardi, Dirigente Area Immobiliare Sud ed all'Ing. A. Napolitano, Responsabile Agency & Facility Area Immobiliare Sud per la loro immensa fiducia conferitami sin dal primo giorno di lavoro e per l'altrettanta disponibilità nel concedermi l'opportunità di integrare l'attività di ricerca a quella lavorativa. Sono loro riconoscente perché hanno creduto nelle mie capacità lanciandomi in attività che potevano sembrare continue sfide, in effetti non erano altro che occasioni che mi venivano continuamente offerte per far emergere l'intelligenza dinamica che il carissimo Ing. Napolitano mi riconosce annualmente nel suo giudizio.*

**Grazie** perché avete fatto di me l'ingegnere dell'Al Sud, perché avete colto in me l'umiltà ma anche l'ambizione e per la vostra piena cooperazione in questa attività di ricerca di grande interesse e supporto per la nostra Azienda.

Amici miei nonché colleghi, non Vi dimentico. Vi chiedo solo un altro po' di pazienza la stessa impiegata nell'avermi sopportato in questi anni.

Caro Giovanni, Ing. Lorèto, mi ricordo quando eravamo in due, le nostre correzioni, i trenta gruppi cadauno che avevamo, le pause pranzo, le lezioni; poi improvvisamente abbiamo cominciatò a trovare un tavolo per tre, il carico didattico era stato ridotto ad un terzo, i professori cominciarono a far confusione con i nomi: la cara Annita, Arch. Corbosiero, era dei nostri. Anny, grazie non solo perché ci hai alleviato dal carico di lavoro, ma anche perché mi ha supportato nei diversi momenti di difficoltà.

Caro Paolo, Ing. Fabozzi, ricordo quando Annita ed io eravamo i tuoi correlatori di tesi e da quella esperienza nacque sempre più in me la consapevolezza del fascino della materia che oggi mi ha permesso di concludere questo ciclo di formazione. Da "allievo" a collega universitario e lavorativo; l'argomento di questa ricerca ti sarà particolarmente sensibile.

Cara Paola, Ing. Nisticò, con te non sono mancate occasioni di confronto e conviviali che hanno arricchito il nostro rapporto di amicizia.

**Grazie** a tutti perché siete l'esempio concreto che all'interno degli ambienti lavorativi possono nascere profondi e duraturi rapporti di amicizia.

Un ulteriore **grazie** va ai tesisti tutti che mi hanno offerto l'opportunità di essere continuamente aggiornato in materia energetica, ed in particolar modo al laureando Marco Simione, tesista ma prima ancora amico, che ha contribuito in materia sinergica nell'esecuzione dei rilievi, nell'elaborazione dei dati e nella fornitura degli strumenti tecnici.

Ricordo con profonda commozione i miei Angeli che con il loro sguardo di amore e tenerezza infinita mi guidano in un percorso illuminato e sempre più agevole. Sono Loro che ringrazio perché hanno voluto che io incontrassi nella mia vita la dolcissima Daniela che tra non molto accompagnerà per sempre la mia vita.

**Grazie** perché con premura e pazienza accompagni le mie giornate, con entusiasmo e vigoria le rendi solari, e con la soavità della tua voce le cedi alle tenebre della notte. Ognuno è libero di dare il proprio senso al destino, ma io grazie a te ho capito che le nostre vite hanno un senso solo se camminano insieme.

Fabio Sannino

## *Riferimenti Bibliografici Principali*

- M. PALAZZETTI e M. PALLANTE, BOLLATI BORINGHERI, *“L’uso razionale dell’energia”*, Torino 1997.
- S. KUHTZ, *“Energia e sviluppo sostenibile: politiche e tecnologie”*, Rubettino 2005.
- J. RIFKIN, *“Entropia”*, New Age 1992.
- D. GAUDIOSO, R. PIGNATELLI, *“La pianificazione energetico – ambientale a livello locale nelle principali città italiane”*, APAT
- A. M. CORNETT, *“A Global wave energy resource assessment”*, Proceedings of the Eighteenth (2008) International Offshore and Polar Engineering Conference , Vancouver, BC , Canada, July 6-11, 2008
- A. De Capua, *“Nuovi paradigmi per il progetto sostenibile”*, Gangemi Editore, Roma 2002.
- M. Imperadori, *“Costruire sul costruito – Tecnologie leggere nel recupero edilizio”*, Carocci Editore, Roma 2001.
- G. Masera, *“Residenze e Risparmio Energetico”*, Il sole 24 Ore, Milano 2004.
- L.E. Malighetti, *“Recupero edilizio e sostenibilità”*, Il sole 24 Ore, Milano 2004.
- E. Zambelli, *“Ristrutturazione e Trasformazione del Costruito”*, Il sole 24 Ore, Milano 2004.
- Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell’edilizia.
- Direttiva 2006/32/CE.
- Legge 9 gennaio 1991, n. 10 *“Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”*.
- D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 *“Norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini dei consumi d’energia, in attuazione dell’art. 4 comma 4, legge 09.01.91 n. 10”* e modificato dal D.P.R. n. 551/1999.
- D. Lgs. 31 marzo 1998, n. 112 *“Conferimento di funzioni e testimoni amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997, n. 59”*.
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 *“Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”*.
- D. Lgs. 29 dicembre 2006 n. 311 *“Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 292, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”*.
- D.P.R. 2 aprile 2009 n.59 *“Regolamento di attuazione dell’articolo 4, comma 1, lettera a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”*.
- D.M. 26 giugno 2009 *“Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”*.
- La normativa in materia di riqualificazione energetica degli edifici: il D.M. 11/3/2008.
- D.Lgs. 30 maggio 2008 n.115 *“Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE”*.
- Linee Guida emanate dalle Regioni della Nazione Italia.
- Norme delle Regioni che hanno legiferato in materia energetica, in attesa dei decreti attuativi.
- D.M. 26/01/2010 – Aggiornamento del decreto 11 marzo 2008 in materia di riqualificazione energetica degli edifici.
- Norme UNI EN – UNI TS.
- Analisi Curve di Carico – Risultati sperimentali – Edison – Poste Italiane S.p.A.
- R. Cavallan, F. Mezzatesta, M. Vannelli, E. Massili, M. Valvo, G. Furci, E. Falleri, M.L. De Angelis, *“Qualità dell’Architettura e del Patrimonio Edilizio Postale”*, Poste Italiane.

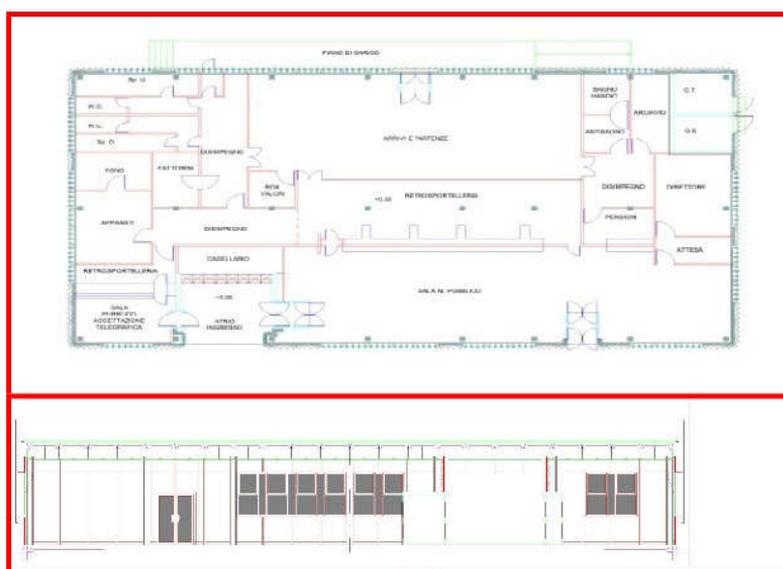




Università degli Studi di Napoli Federico II  
Facoltà di Ingegneria

**PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN  
COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.  
IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE**

**VOLUME II**



**TUTORI:**  
**Prof. Ing. Renato Iovino**  
**Prof.ssa Arch. Flavia Fascia**

**Dottorando:**  
**Ing. Fabio Sannino**

Coordinatore: Prof. Ing. Luciano Rosati  
Dottorato in Ingegneria delle Costruzioni  
Indirizzo: Recupero edilizio ed innovazione tecnologica  
XXIII CICLO



Università degli Studi di Napoli Federico II  
Facoltà di Ingegneria  
Dottorato in Ingegneria delle Costruzioni  
Indirizzo: Recupero edilizio ed innovazione tecnologica  
XXIII CICLO



***PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN  
COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.  
IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE***

**VOLUME II**

**Coordinatore: Prof. Ing. Luciano Rosati**

**TUTORI:**  
**Prof. Ing. Renato Iovino**  
**Prof.ssa Arch. Flavia Fascia**

**Dottorando:**  
**Ing. Fabio Sannino**



## VOLUME I

## SOMMARIO

<b>PREFAZIONE</b>	<b>13</b>
<b>CAPITOLO I - SOSTENIBILITÀ E SVILUPPO SOSTENIBILE</b>	<b>16</b>
1.1. L'ORGANISMO "AMBIENTE" .....	16
1.2. IL SISTEMA ENERGIA, AMBIENTE E SVILUPPO .....	16
1.3. DAL "FUTURO DI TUTTI NOI" AL "PROTOCOLLO DI KYOTO".....	18
1.4. LA BIOECOLOGIA E L'ENERGY CONSCIOUS DESIGN .....	20
1.5. L'INTELLIGENS DESIGN .....	21
<b>CAPITOLO II – LA NORMATIVA ENERGETICA INTERNAZIONALE, NAZIONALE, REGIONALE</b>	<b>23</b>
2.1. IL DIBATTITO NORMATIVO.....	23
2.2. LA NORMATIVA INTERNAZIONALE .....	23
2.2.1 La Direttiva Europea 2002/91/CE	25
2.2.2 La Direttiva Europea 2006/32/CE	26
2.3. LA NORMATIVA NAZIONALE.....	27
2.3.1 La Legge 9 Gennaio 1991 n. 10 – “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”	27
2.3.2 Il DPR n. 412 del 26 agosto 1993 “Norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini dei consumi d’energia, in attuazione dell’articolo 4 comma 4, legge 09.01.91 n. 10” e modificato dal D.P.R. n. 551/ 1999	28
2.4. LA NORMATIVA REGIONALE.....	37
<b>CAPITOLO III – IL PIANO ENERGETICO</b>	<b>39</b>
3.1. IL RUOLO DEL PIANO ENERGETICO .....	39
3.2. LE FINALITÀ DEL PIANO ENERGETICO.....	40
3.3. IL RUOLO DEGLI ENTI PUBBLICI.....	41
3.4. L'ISTITUZIONE NORMATIVA DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE .....	42
3.5. I CONTENUTI DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE.....	43
3.5.1 Analisi e proiezioni dei consumi energetici	44
3.5.2 Disamina delle fonti di energia e tecnologie alternative	44
3.5.3 Scenario Tendenziale e Scenario Obiettivo	45
3.5.4 Linee guida di politica energetica, monitoraggio del sistema e studi di fattibilità	45
<b>CAPITOLO IV – ANALISI DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE NAZIONALE ITALIANO</b>	<b>47</b>
4.1. LE UNITÀ IMMOBILIARI IN ITALIA .....	47
4.2. LE UNITÀ IMMOBILIARI RESIDENZIALI.....	50
4.3. LE UNITÀ IMMOBILIARI NON RESIDENZIALI.....	51
4.4. IMPATTO AMBIENTALE ED ENERGETICO DELL'EDILIZIA IN ITALIA .....	53
4.4.1 Consumi degli edifici ad uso civile, il settore residenziale	57
4.4.2 Consumi degli edifici ad uso civile, il settore primario, secondario e terziario	59

<b>CAPITOLO V – ANALISI DELLA CONSISTENZA IMMOBILIARE DI UN’AZIENDA TIPO</b>	<b>62</b>
5.1. DETERMINAZIONE DEL CAMPIONE ELABORATO.....	62
5.2. ANALISI DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE UTILIZZATO DA POSTE ITALIANE.....	64
5.2.1 Il patrimonio immobiliare di proprietà esclusiva	65
5.3. GLI UFFICI ITALPOSTE.....	65
5.4. LA TECNOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI UFFICI ITALPOSTE.....	68
5.5. LE CATEGORIE C, D, E.....	70
5.5.1 La categoria C	71
5.5.2 La categoria D	72
5.5.3 La categoria E	72
5.6. LA TECNOLOGIA IMPIANTISTICA DEGLI UFFICI ITALPOSTE.....	73
5.6.1 Tipologia di impianto termico installato	75
5.6.2 Tipologia impianto di climatizzazione installato	76
<b>CAPITOLO VI – ANALISI SPERIMENTALI CONDOTTE SULL’INVOLUCRO</b>	<b>78</b>
6.1. CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA TRASMITTANZA DELL’INVOLUCRO.....	78
6.2. DAL CRITERIO SINTETICO ALL’ANALISI SU BASE CLUSTER.....	79
6.3. CRITERI DI VALUTAZIONE ADOPERATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA U DELLA TAMPONATURA.....	80
6.3.1 Termografia IR	81
6.3.2 Misura del flusso termico	83
6.4. DEFINIZIONE DELLA ZONA TERMICA DEGLI EDIFICI OGGETTO DI STUDIO.....	84
6.5. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA C1.....	85
6.5.1 Analisi Termografiche	86
6.5.2 Calcolo Trasmissanza termica con flussimetro	93
6.6. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA D.....	96
6.6.1 Analisi Termografica	97
6.6.2 Calcolo trasmissanza termica con flussimetro	104
6.7. ANALISI TERMOGRAFICA E TERMOFLUSSIMETRICA: UFFICI CATEGORIA E.....	107
6.7.1 Analisi Termografica	108
6.7.2 Calcolo trasmissanza termica con flussimetro	114
6.8. VALORI DELLA TRASMITTANZA U DELLE TAMPONATURE OTTENUTI MEDIANTE ANALISI SPERIMENTALI.....	117
<b>CAPITOLO VII – CALCOLO ANALITICO E METODO TABELLARE PER LA DETERMINAZIONE DEI VALORI U DELLA TRASMITTANZA</b>	<b>119</b>
7.1. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI CALCOLO.....	119
7.2. CALCOLO ANALITICO DEI VALORI DI U PER ELEMENTI OPACHI.....	122
7.3. CONFRONTO DEI VALORI DI U DELLA TAMPONATURA OTTENUTI ANALITICAMENTE CON I RISULTATI RICAVATI DALLE ANALISI SPERIMENTALI.....	123
7.4. CALCOLO TABELLARE DEI VALORI DI U PER ELEMENTI TRASPARENTI.....	124
<b>CAPITOLO VIII - VERIFICA DELLA TRASMITTANZA U E DEGLI INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE</b>	<b>126</b>
8.1. VERIFICA DEI VALORI DI U.....	126
8.2. DETERMINAZIONE DEI RAPPORTI DI FORMA.....	128

8.3. VERIFICA DEI VALORI DELL' EP <sub>1</sub> .....	129
<b>CAPITOLO IX - LA DIAGNOSI ENERGETICA</b>	<b>136</b>
9.1. DETERMINAZIONE DEI FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA (INV./A.C.S.) E DELLE EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> .....	136
9.2. DETERMINAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALI .....	139
<b>CAPITOLO X - INTELLIGENS DESIGN E RETROFIT ENERGETICO</b>	<b>141</b>
10.1. TIPOLOGIA DI INTERVENTI .....	142
10.2. NUOVE MISURAZIONI.....	146
10.2.1 Trasmittanze	146
10.2.2 Fabbisogni Energetici, Emissioni CO <sub>2</sub> , EPglob	148
10.3. OTTIMIZZAZIONE DELL'EP <sub>glob</sub> E DELLE EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> .....	152
10.4. CONSIDERAZIONI E SVILUPPI FUTURI.....	155
Riferimenti bibliografici principali	159

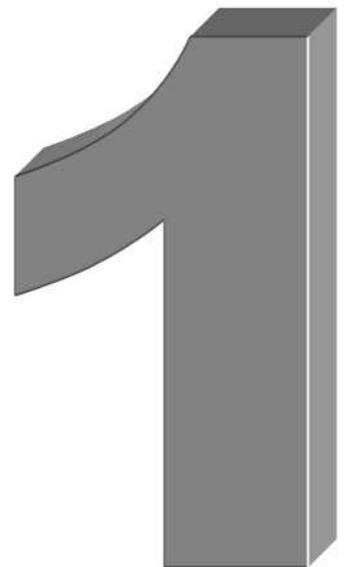
## VOLUME II

### SOMMARIO

<b>CAPITOLO 1 – CARATTERISTICHE GEOMETRICHE</b>	<b>169</b>
<b>CAPITOLO 2 – DETTAGLI COSTRUTTIVI</b>	<b>179</b>
<b>CAPITOLO 3 – ELABORATI PLANIMETRICI</b>	<b>187</b>
<b>CAPITOLO 4 – ANALISI TERMOGRAFICHE E TERMOFLUSSIMETRICHE</b>	<b>197</b>
<b>CAPITOLO 5 – VALORI DEGLI EPI<sub>lim</sub>, FE, CO<sub>2</sub>, EPGLOB, PER LOCALITA', CATEGORIA EDILIZIA E ZONA CLIMATICA</b>	<b>260</b>



# Caratteristiche Geometriche



<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA C1</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	100,00
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	450,00
Superficie netta riscaldata (mq)	408,3
S/V	0,64
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	165,50
Superficie vetrata Ag (mq)	12,88
Superficie telaio Af (mq)	4,22
Superficie finestra Aw (mq)	17,10
Superficie porte: 4,00*2,20 (mq)	8,80
<b>PARETE ZONA C.T. E G.E.</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	80,50
Superficie vetrata Ag (mq)	13,88
Superficie telaio Af (mq)	4,36
Superficie finestra Aw (mq)	18,24
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	20,65
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	128,70
Superficie vetrata Ag (mq)	14,20
Superficie telaio Af (mq)	5,02
Superficie finestra Aw (mq)	19,29
Superficie porte: 2,50*2,30 (mq)	1,74
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	21,85
<b>PARETE APPARATI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	80,50
Superficie vetrata Ag (mq)	12,90
Superficie telaio Af (mq)	4,30
Superficie finestra Aw (mq)	17,20
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	450,00

<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA C2</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	110,00
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	550,00
Superficie netta riscaldata (mq)	499
S/V	0,62
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	190,50
Superficie vetrata Ag (mq)	19,72
Superficie telaio Af (mq)	5,36
Superficie finestra Aw (mq)	25,08
Superficie porte: 4,00*2,20 (mq)	8,80
<b>PARETE DIRETTORE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	80,50
Superficie vetrata Ag (mq)	10,36
Superficie telaio Af (mq)	3,32
Superficie finestra Aw (mq)	13,68
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	20,65
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	151,5
Superficie vetrata Ag (mq)	14,35
Superficie telaio Af (mq)	6,11
Superficie finestra Aw (mq)	20,46
Superficie porte: 2,50*2,20 (mq)	5,50
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	14,60
<b>PARETE APPARATI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	80,50
Superficie vetrata Ag (mq)	8,70
Superficie telaio Af (mq)	2,70
Superficie finestra Aw (mq)	11,4
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	550,00

<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA D</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	75,00
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	275,00
Superficie netta riscaldata (mq)	249,5
S/V	0,70
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	101,00
Superficie vetrata Ag (mq)	13,98
Superficie telaio Af (mq)	4,26
Superficie finestra Aw (mq)	18,24
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	17,30
<b>PARETE SERVIZI IGIENICI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,00
Superficie vetrata Ag (mq)	7,68
Superficie telaio Af (mq)	2,76
Superficie finestra Aw (mq)	10,44
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	11,15
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	101,00
Superficie vetrata Ag (mq)	10,98
Superficie telaio Af (mq)	4,62
Superficie finestra Aw (mq)	15,6
Superficie porte: 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	11,90
<b>PARETE DIRETTORE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,00
Superficie vetrata Ag (mq)	8,70
Superficie telaio Af (mq)	2,70
Superficie finestra Aw (mq)	11,40
Superficie porte: 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	6,80
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	275,00

<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA Destr</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	76,00
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	310,00
Superficie netta riscaldata (mq)	281,3
S/V	0,68
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	102,40
Superficie vetrata Ag (mq)	21,25
Superficie telaio Af (mq)	6,11
Superficie finestra Aw (mq)	27,36
<b>PARETE FATTORINI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	70,00
Superficie vetrata Ag (mq)	9,44
Superficie telaio Af (mq)	3,19
Superficie finestra Aw (mq)	12,63
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	102,40
Superficie vetrata Ag (mq)	10,98
Superficie telaio Af (mq)	4,62
Superficie finestra Aw (mq)	15,6
Superficie porte: 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	15,50
<b>PARETE DIRETTORE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	70,00
Superficie vetrata Ag (mq)	5,18
Superficie telaio Af (mq)	1,66
Superficie finestra Aw (mq)	6,84
Superficie porte : 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	18,00
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	310,00

<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA E</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	76,50
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	173,00
Superficie netta riscaldata (mq)	157
S/V	0,77
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,30
Superficie vetrata Ag (mq)	6,94
Superficie telaio Af (mq)	2,18
Superficie finestra Aw (mq)	9,12
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	17,30
<b>PARETE SERVIZI IGIENICI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,30
Superficie vetrata Ag (mq)	7,68
Superficie telaio Af (mq)	2,76
Superficie finestra Aw (mq)	10,44
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	11,40
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,30
Superficie vetrata Ag (mq)	5,89
Superficie telaio Af (mq)	2,51
Superficie finestra Aw (mq)	8,40
Superficie porte: 1,00*2,20 (mq)	2,20
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	12,00
<b>PARETE DIRETTORE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,30
Superficie vetrata Ag (mq)	8,70
Superficie telaio Af (mq)	2,70
Superficie finestra Aw (mq)	11,40
Superficie porte: 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	6,40
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	173,00

<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA Ectr</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	67,00
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	254,00
Superficie netta riscaldata (mq)	230,5
S/V	0,70
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	84,60
Superficie vetrata Ag (mq)	15,74
Superficie telaio Af (mq)	4,78
Superficie finestra Aw (mq)	20,52
<b>PARETE FATTORINI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,30
Superficie vetrata Ag (mq)	8,70
Superficie telaio Af (mq)	2,70
Superficie finestra Aw (mq)	11,40
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	20,25
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	84,60
Superficie vetrata Ag (mq)	8,22
Superficie telaio Af (mq)	3,38
Superficie finestra Aw (mq)	11,60
Superficie porte: 1,00*2,20 (mq)	2,20
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	11,85
<b>PARETE DIRETTORE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	68,30
Superficie vetrata Ag (mq)	8,70
Superficie telaio Af (mq)	2,70
Superficie finestra Aw (mq)	11,40
Superficie porte: 1,50*2,30 (mq)	1,05
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	254,00

<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA Es</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	68,50
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	210,00
Superficie netta riscaldata (mq)	190,50
S/V	0,73
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	70,00
Superficie vetrata Ag (mq)	13,98
Superficie telaio Af (mq)	4,26
Superficie finestra Aw (mq)	18,24
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	17,75
<b>PARETE CENTRALE TERMICA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	70,00
Superficie vetrata Ag (mq)	7,68
Superficie telaio Af (mq)	2,76
Superficie finestra Aw (mq)	10,44
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	11,80
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	70,00
Superficie vetrata Ag (mq)	5,88
Superficie telaio Af (mq)	2,51
Superficie finestra Aw (mq)	8,40
Superficie porte: 1,00*2,20 (mq)	2,20
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	30,00
<b>PARETE DIRETTORE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	70,00
Superficie vetrata Ag (mq)	8,70
Superficie telaio Af (mq)	2,70
Superficie finestra Aw (mq)	11,40
Superficie porte: 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	7,50
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	210,00

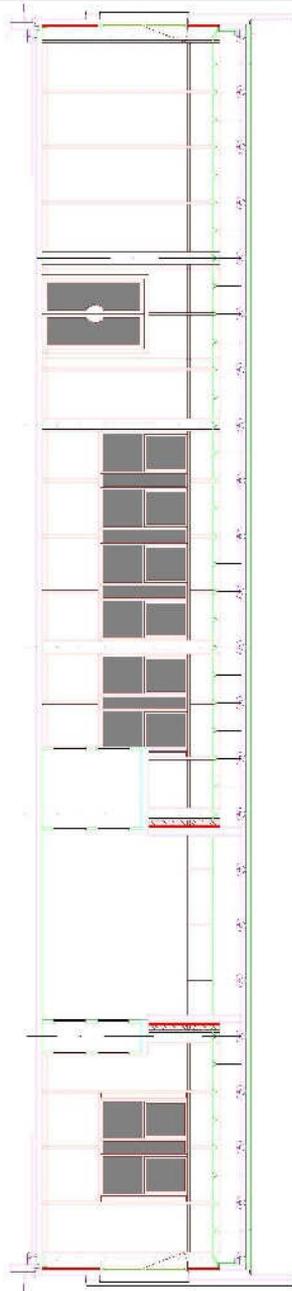
<b>DATI GEOMETRICI</b>	<b>CATEGORIA Er</b>
Quota pavimento rispetto al parcheggio (m)	0,35
Quota copertura rispetto al parcheggio (m)	4,65
Spessore solaio primo calpestio (m)	0,22
Perimetro zona termica considerata (m)	46,70
Altezza netta (m)	4,10
Superficie lorda riscaldata (mq)	113,00
Superficie netta riscaldata (mq)	102,5
S/V	0,84
<b>PARETE SALA PUBBLICO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	48,20
Superficie vetrata Ag (mq)	6,94
Superficie telaio Af (mq)	2,18
Superficie finestra Aw (mq)	9,12
<b>PARETE ARRIVI E PARTENZE</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	58,70
Superficie vetrata Ag (mq)	7,37
Superficie telaio Af (mq)	2,51
Superficie finestra Aw (mq)	9,88
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	7,30
<b>PARETE SERVIZI IGIENICI</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	48,20
Superficie vetrata Ag (mq)	2,38
Superficie telaio Af (mq)	1,22
Superficie finestra Aw (mq)	3,60
Superficie porte: 1,00*2,20 (mq)	2,20
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	25,90
<b>PARETE ARCHIVIO</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	58,70
Superficie vetrata Ag (mq)	6,94
Superficie telaio Af (mq)	2,18
Superficie finestra Aw (mq)	9,12
Superficie porte: 1,50*2,20 (mq)	3,30
Superficie delimitante locali non climatizzati (mq)	12,50
<b>COPERTURA</b>	
Superficie disperdente totale (mq)	113,00



# Dettagli Costruttivi

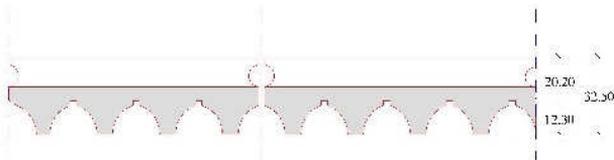


**Sezione tipo edificio**

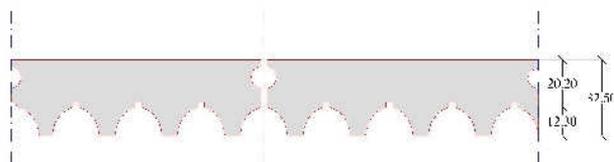


## Particolari tamponatura

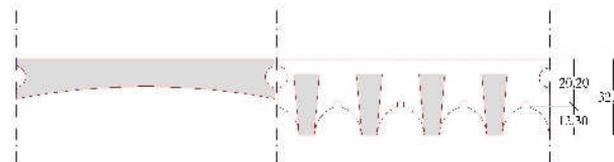
Sezione effettuata ad una quota superiore a 4,42 metri, rispetto al marciapiede.



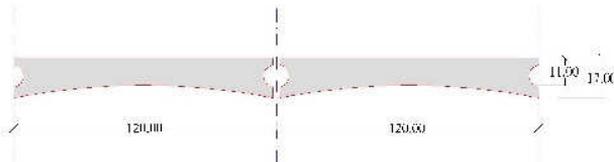
Sezione effettuata ad una quota compresa tra 4,41 metri e 3,17 metri, rispetto al marciapiede.

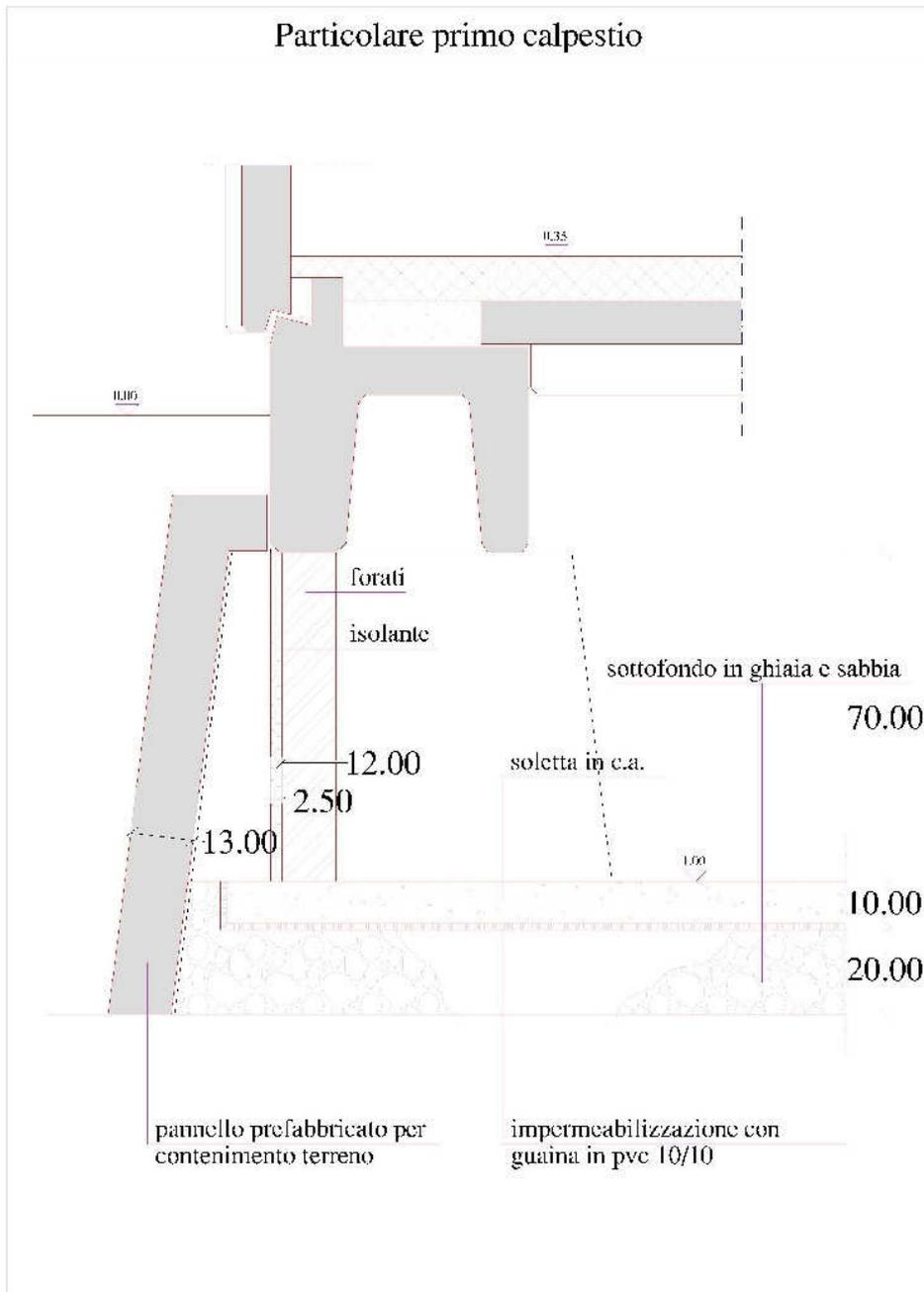


Sezione effettuata ad una quota compresa tra 3,16 metri e 1,37 metri, rispetto al marciapiede.

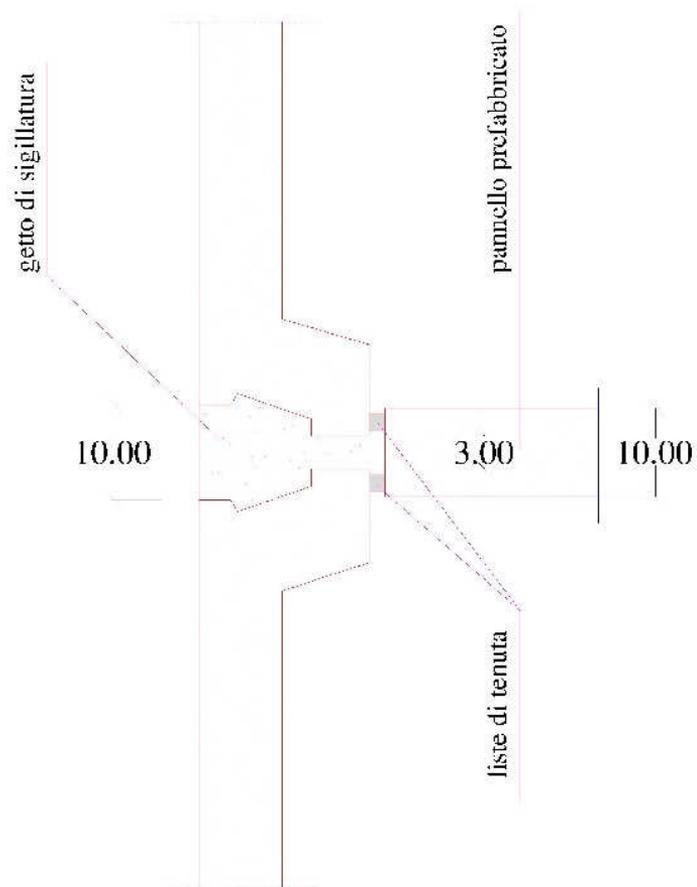


Sezione effettuata ad una quota inferiore a 1,36 metri, rispetto al marciapiede.

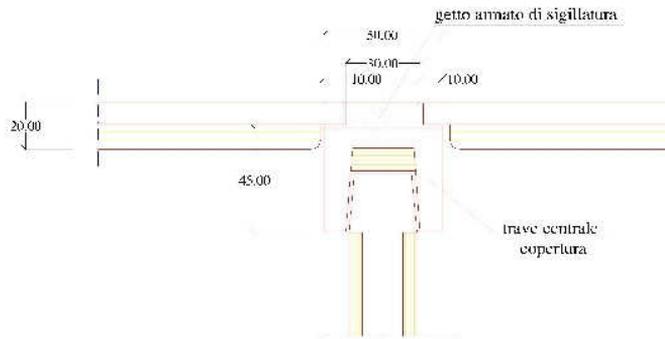




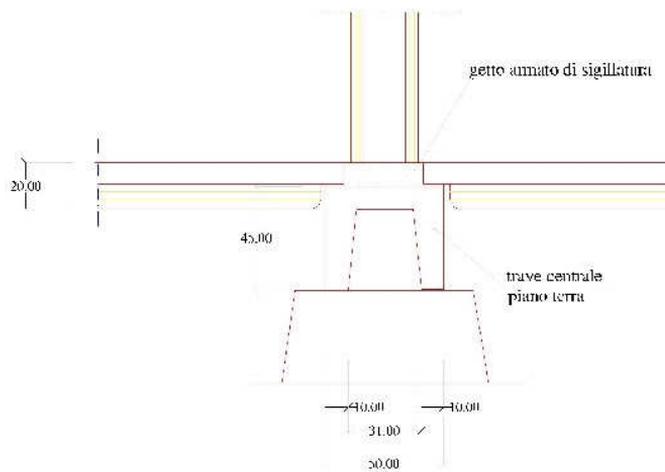
### Particolare sigillatura primo calpestio



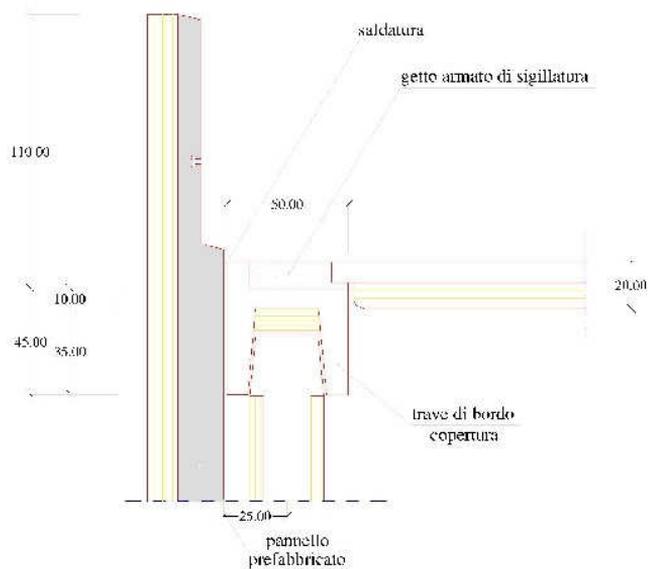
### Particolare trave centrale copertura



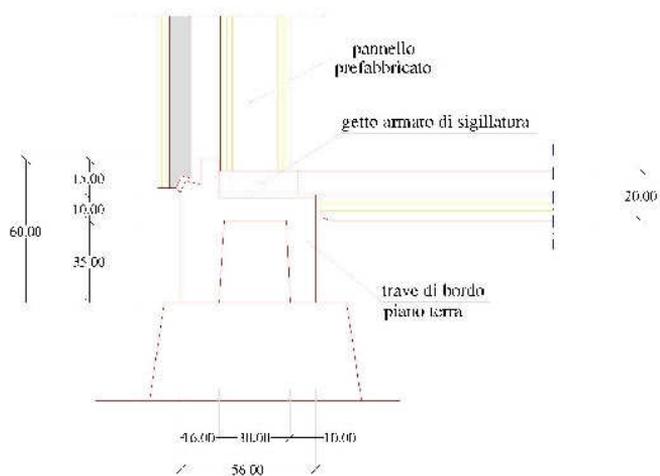
### Particolare trave centrale piano terra



### Particolare trave di bordo copertura



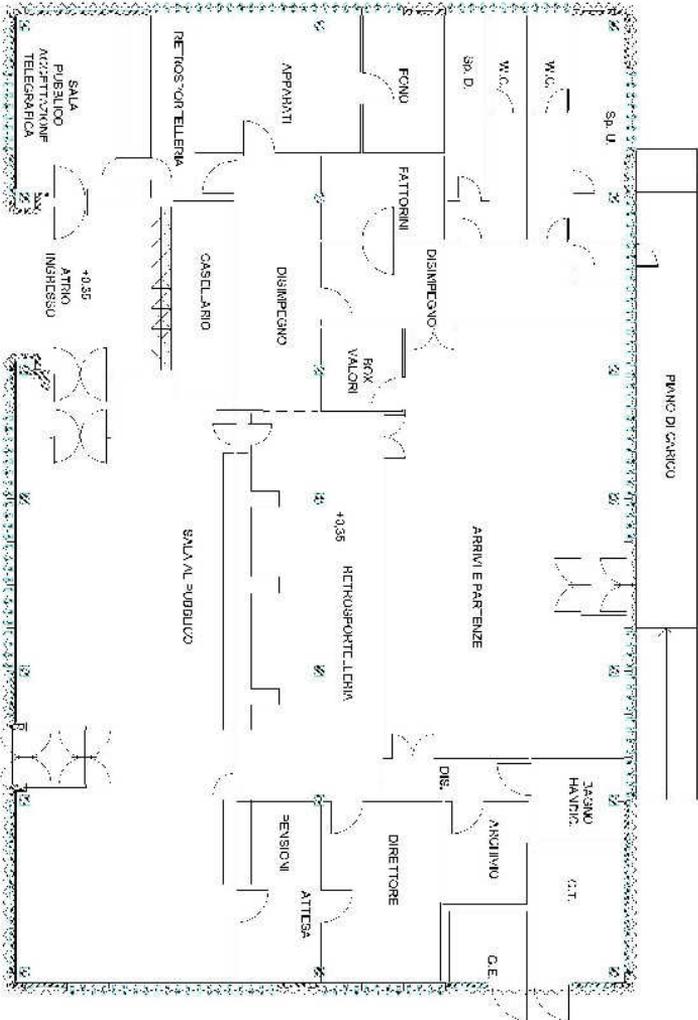
### Particolare trave di bordo piano terra





Elaborati  
planimetrici

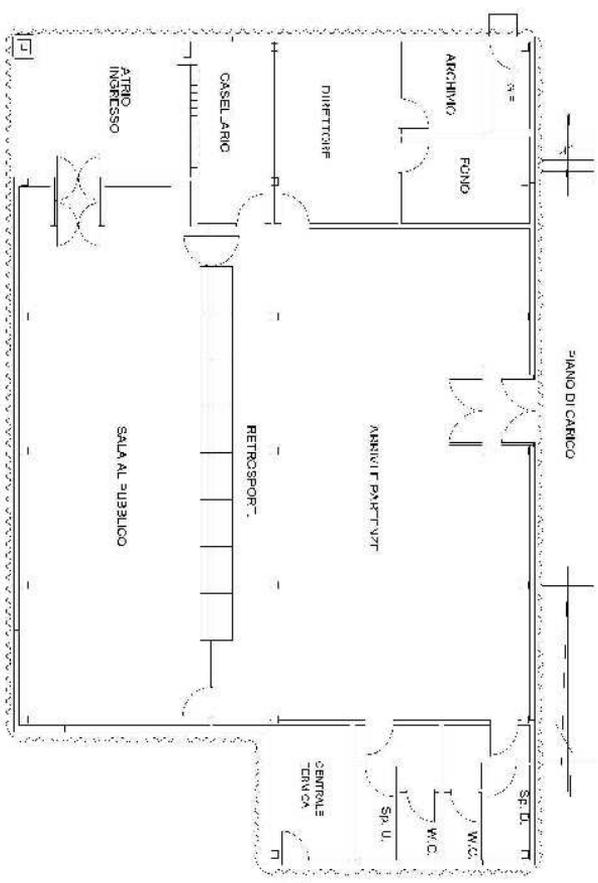




### CATEGORIA C1

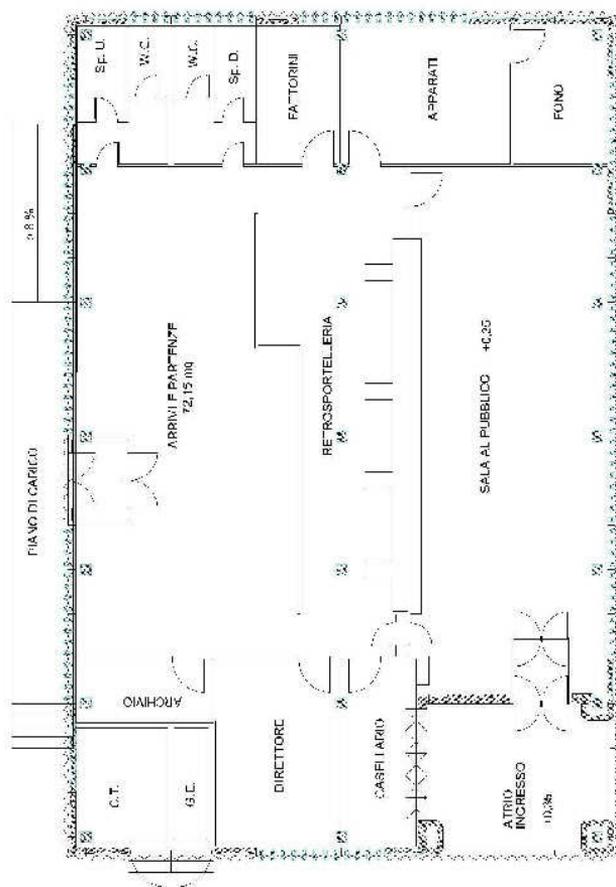
Sala al pubblico	101,85 mq	Centrale terricina	6,65 mq	Retro sportelleria telegrafica	7,30 mq
Pensioni	5,35 mq	Retro sportelleria	41,00 mq	Apparati	18,00 mq
Attesa	6,00 mq	Arrivi e partenze	77,40 mq	Fono	8,80 mq
Direttore	17,20 mq	Box valori	5,35 mq	Fattorini	8,15 mq
Archivio	6,50 mq	Casellario	9,10 mq	Wc e spogliatoi	28,50 mq
Bagno Handicap	6,50 mq	Atrio	17,65 mq	Disimpegni	37,60 mq
Gruppo elettrogeno	4,50 mq	Sala al pubblico telegrafica	15,00 mq		





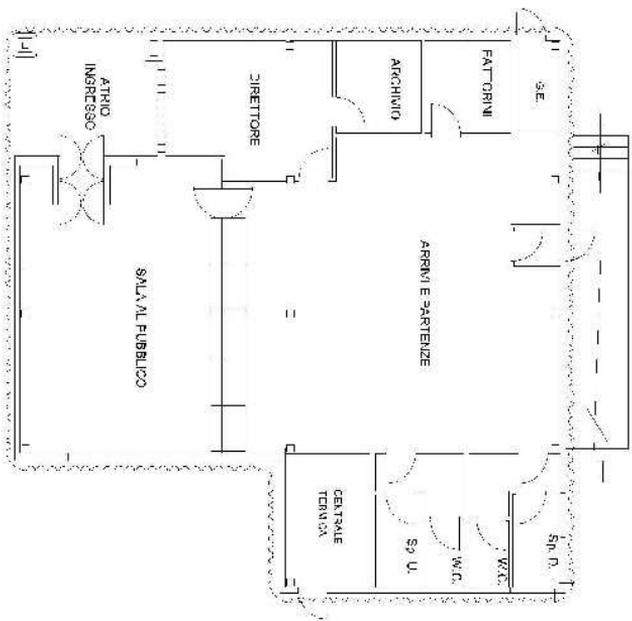
**CATEGORIA D**

Sala al pubblico	73,50 mq	Atrio	18,20 mq	Fono	8,50 mq
Retro sport. Arrivi e partenze	110,50 mq	Casellario	10,20 mq	Gruppo elettrogeno	2,65 mq
Wc e spogliatoi	16,30 mq	Direttore	17,25 mq		
Centrale termica	8,25 mq	Archivio	5,80 mq		



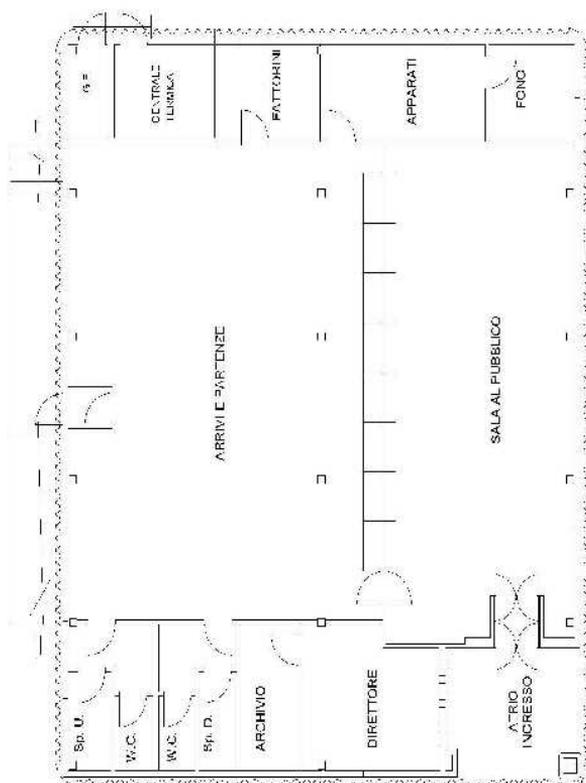
**CATEGORIA Dctr**

Sala al pubblico	70,65 mq	Retro sportelleria	41,25 mq	Archivio	6,30 mq
Fono	10,00 mq	Arrivi e partenze	72,15 mq	Centrale termica	8,20 mq
Apparati	17,45 mq	Atrio	19,00 mq	Gruppo elettrogeno	2,90 mq
Fattorini	8,40 mq	Casellario	9,70 mq		
Wc e spogliatoi	17,00 mq	Direttore	17,50 mq		



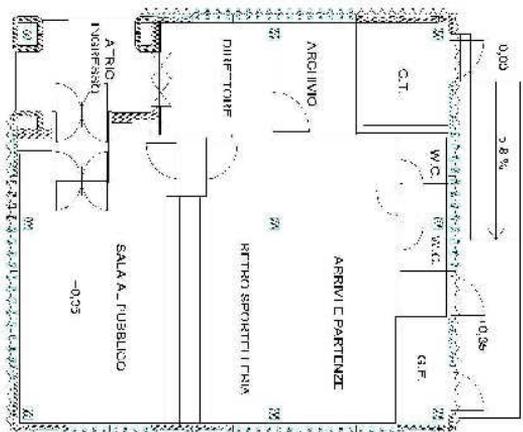
**CATEGORIA E**

Sala al pubblico	40,50 mq	Centrale termica	8,25 mq	Archivio	5,80 mq
Retro sport. Arrivi e partenze	67,75 mq	Atrio	11,85 mq	Fono	8,85 mq
Wc e spogliatoi	16,30 mq	Direttore	15,90 mq	Gruppo elettrogeno	2,75 mq



### CATEGORIA Ectr

Sala al pubblico	63,60 mq	Centrale termica	6,80 mq	Direttore	14,10 mq
Fono	6,10 mq	Gruppo elettrogeno	2,70 mq	Archivio	6,20 mq
Apparati	11,45 mq	Arrivi e partenze	101,00 mq	Wc e spogliatoi	15,90 mq
Fattorini	7,20 mq	Atrio	11,90 mq		



### CATEGORIA Er

Sala al pubblico	28,30 mq	Centrale termica	6,45 mq	Archivio	10,40 mq
Retro sport. Arrivi e partenze	41,00 mq	Atrio	8,30 mq	Gruppo elettrogeno	3,20 mq
Wc e spogliatoi	4,50 mq	Direttore	8,50 mq		



**CATEGORIA Es**

Sala al pubblico	53,00 mq	Centrale termica	8,00 mq	Archivio	5,90 mq
Retro sport. Arrivi e partenze	77,20 mq	Atrio	9,50 mq	Fondo	6,10 mq
Wc e spogliatoi	16,90 mq	Direttore	16,50 mq	Gruppo elettrogeno	3,20 mq

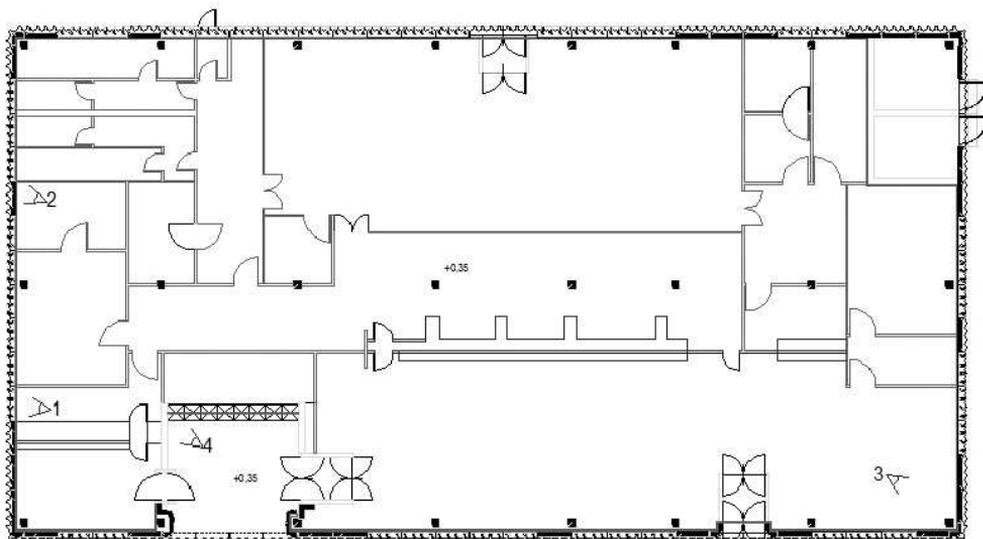


# Analisi termografiche e termoflussimetriche



## TIPOLOGIA C2

### ANALISI TERMOGRAFICA



### Cono ottico uno

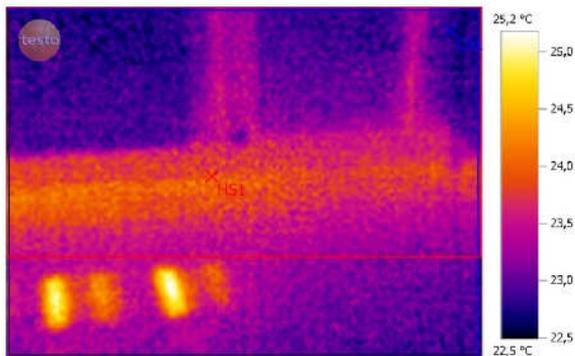
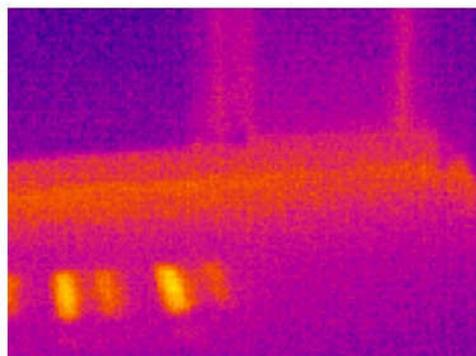
#### Identificazione



L'identificazione fa riferimento al primo cono ottico, dove si analizza la giunzione tra il solaio di primo calpestio e la tamponatura esterna. Il termogramma mette in evidenza il ponte termico suggerito e fa notare un ulteriore ponte termico in corrispondenza dello spigolo destro della parete.

$T_{max}= 25,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min}=22,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media}= 23,3^{\circ}\text{C}$

#### Termogramma

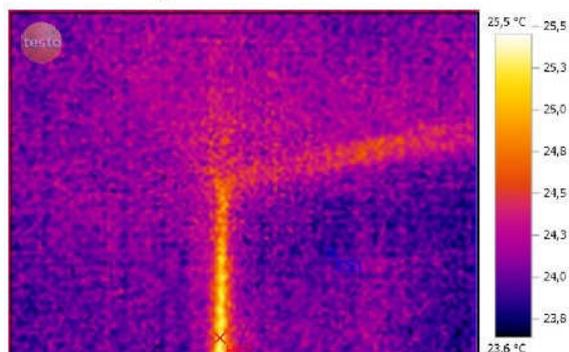


### Cono ottico due

Identificazione



Termogramma

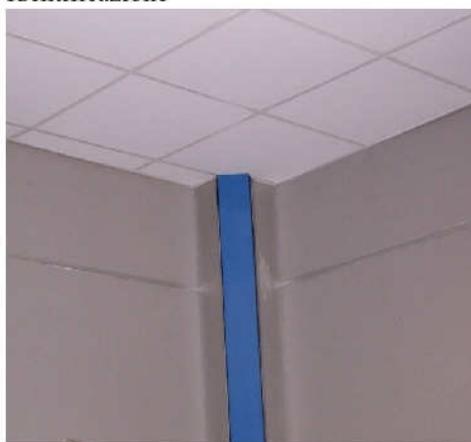


L'identificazione fa riferimento al secondo cono ottico dove si analizza la giunzione tra il solaio di copertura o meglio tra la controsoffittatura e la tamponatura. In particolare la giunzione tra la parete interna e la tamponatura mostra una maggiore differenza di temperatura.

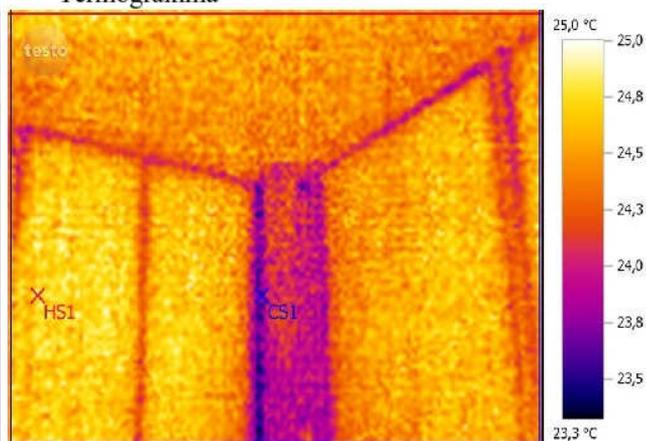
$T_{max} = 25,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,1^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

Identificazione



Termogramma

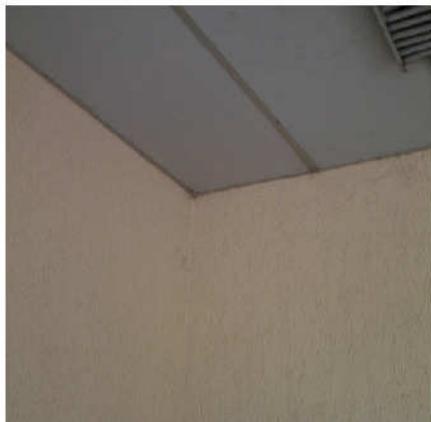


L'identificazione fa riferimento al terzo cono ottico dove viene proposto un angolo interno in corrispondenza di un elemento strutturale che, come visibile, risulta essere posto all'interno dell'involucro. Inoltre sono visibili, nel termogramma, i ponti termici all'interno dei pannelli in fibrocemento.

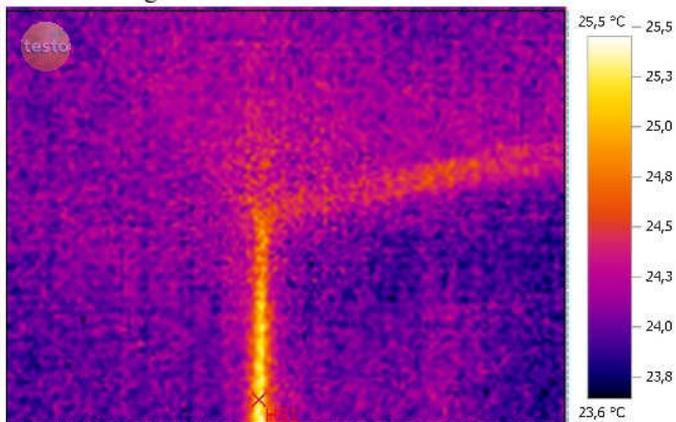
$T_{max} = 25^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23,3^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,5^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico quattro

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al quarto cono ottico dove viene segnalato un ponte termico in corrispondenza dell'angolo. Sul lato destro dell'innesto tra l'elemento verticale e quello orizzontale si nota un ponte termico che non è presente sul lato sinistro. Ciò è giustificato da un gradiente di temperatura quasi nullo tra l'ambiente esterno ed interno della parete in questione.

$T_{max} = 25,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 23,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,1^{\circ}\text{C}$

## ANALISI CON FLUSSIMETRO

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

### Misura 1

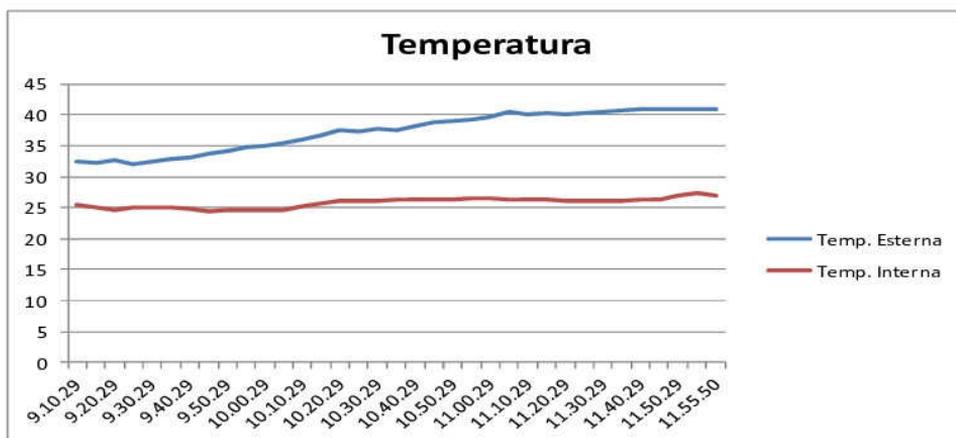
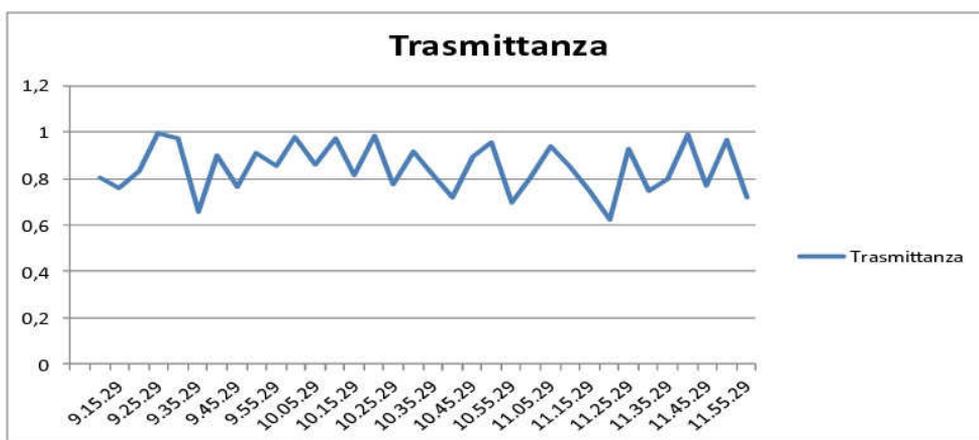
Periodo: dal 28 giugno 2011 alle ore 9:05 al 28 giugno 2011 alle ore 12:05

Temperatura media esterna: 37,3°C; Temperatura media interna: 26,4°C;  $\Delta T = 10,9^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 41°C; Tmin esterna: 32,1°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,841 W/m<sup>2</sup>K



**Misura 2**

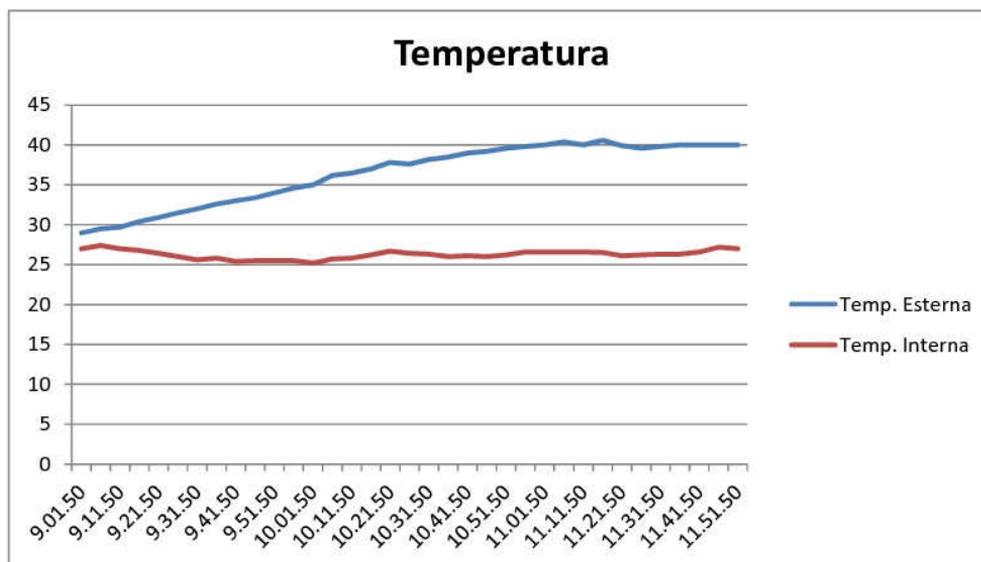
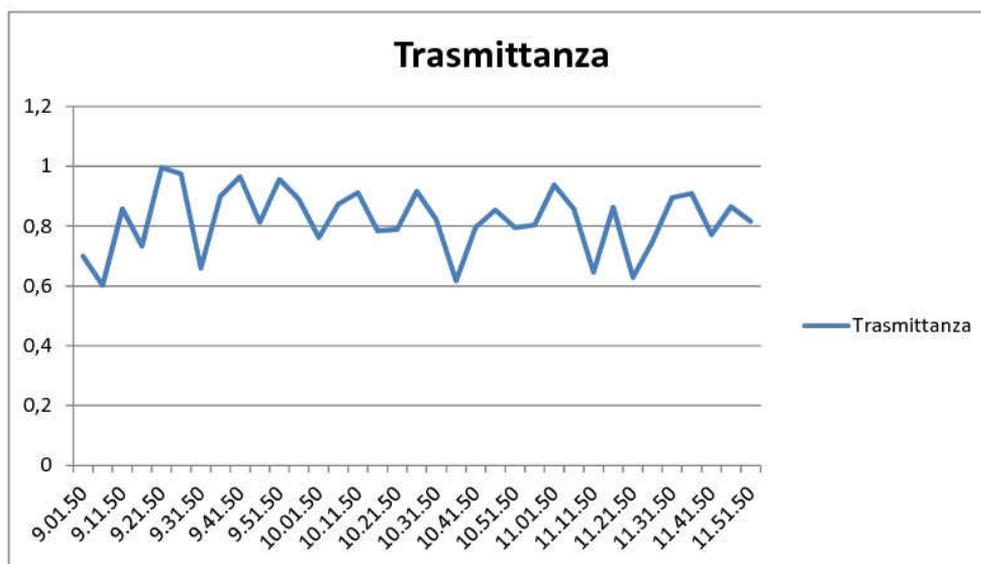
Periodo: dal 29 giugno 2011 alle ore 9:01 al 29 giugno 2011 alle ore 11:56

Temperatura media esterna: 36,5°C; Temperatura media interna: 26,9°C;  $\Delta T = 9,6^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,8°C; Tmin esterna: 30°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,819 W/m<sup>2</sup>K



**Misura 3**

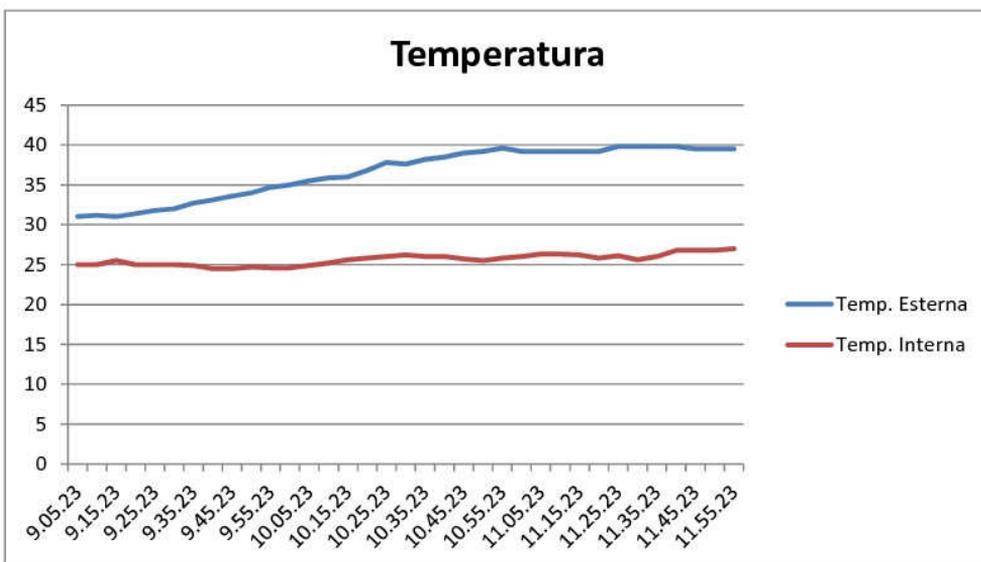
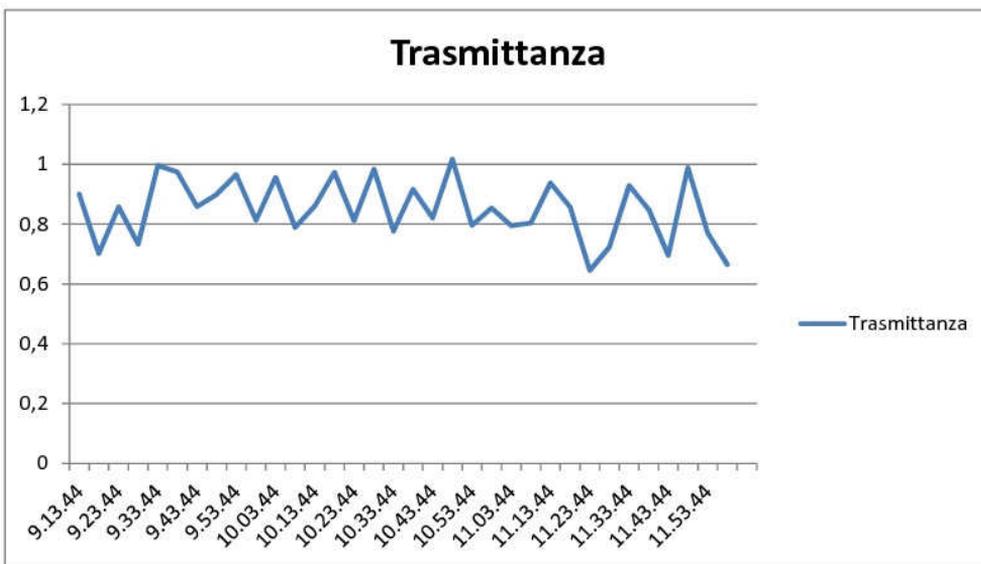
Periodo: dal 30 giugno 2011 alle ore 9:13 al 30 giugno 2011 alle ore 11:58

Temperatura media esterna: 36,6°C; Temperatura media interna: 26,5°C;  $\Delta T = 10,1^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 39,8°C; Tmin esterna: 30,8°C;

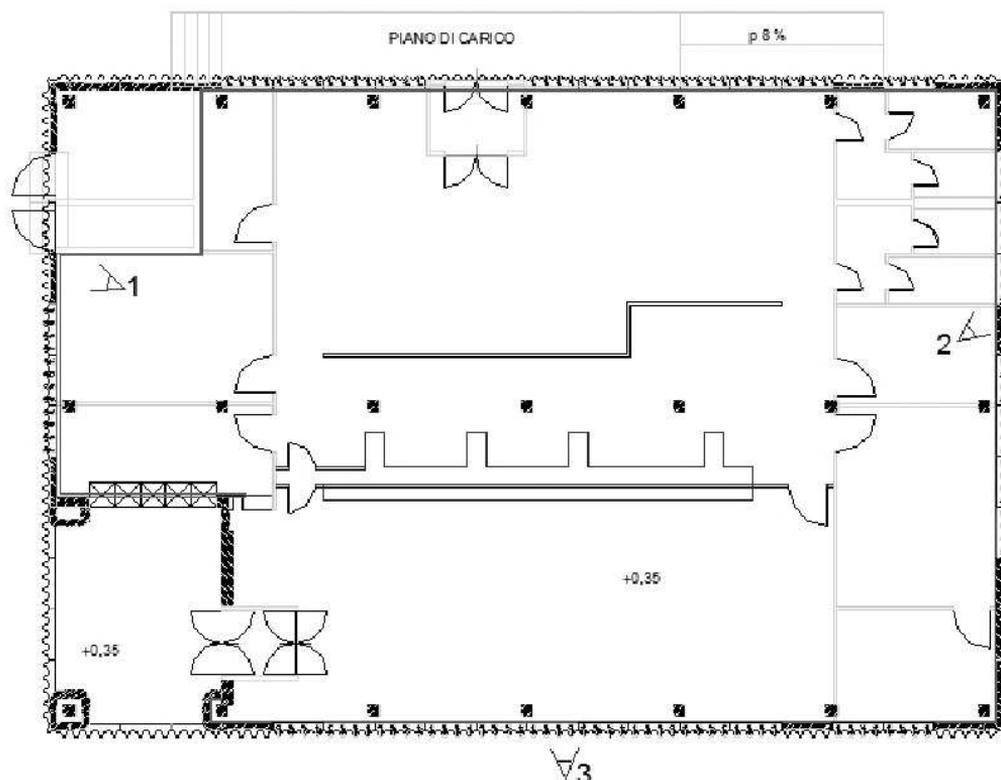
Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,852 W/m<sup>2</sup>K



## TIPOLOGIA Dctr

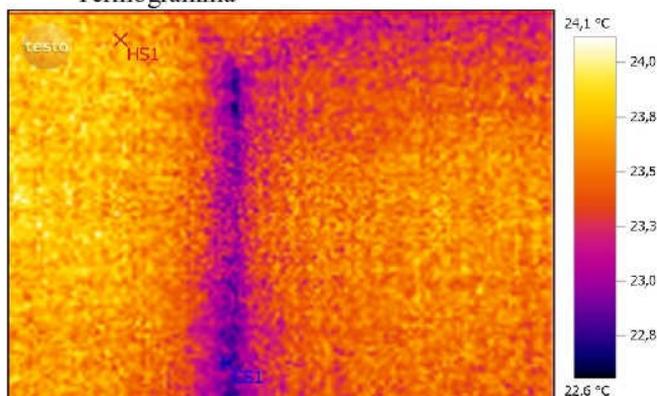
### ANALISI TERMOGRAFICA



Identificazione



Cono ottico uno  
Termogramma



L'identificazione fa riferimento al primo cono ottico considerato in corrispondenza dello spigolo dell'involucro. E' evidente che il ponte termico si manifesta anche in corrispondenza di parti dell'involucro a confine con ambienti non riscaldati, in questo caso la parete destra confina con il locale tecnico.

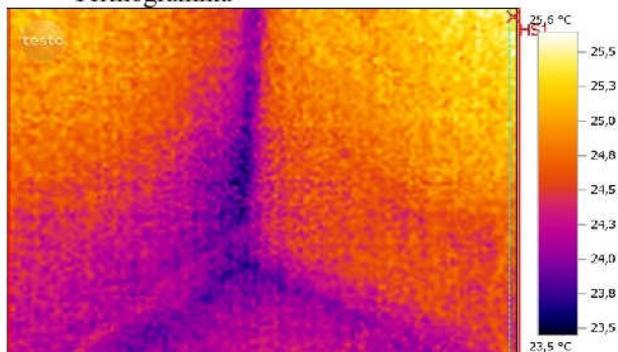
$T_{max} = 24,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 23,5^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico due

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al secondo cono ottico considerato in corrispondenza dell'angolo alla base del pavimento. Il termogramma evidenzia un ponte termico nello spigolo, ma anche in corrispondenza del pavimento e maggiormente della parete sinistra, rispetto alla destra.

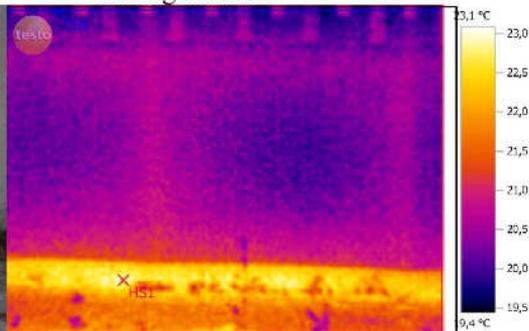
$T_{max} = 23,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 25,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 24,6^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al terzo cono ottico, valutato esternamente, in corrispondenza della parete rivolta a nord. Nel termogramma il maggiore ponte termico è attribuibile allo spazio compreso tra marciapiede e involucro.

$T_{max} = 23,3^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 19,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 20,7^{\circ}\text{C}$

## ANALISI CON FLUSSIMETRO

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

### Misura 1

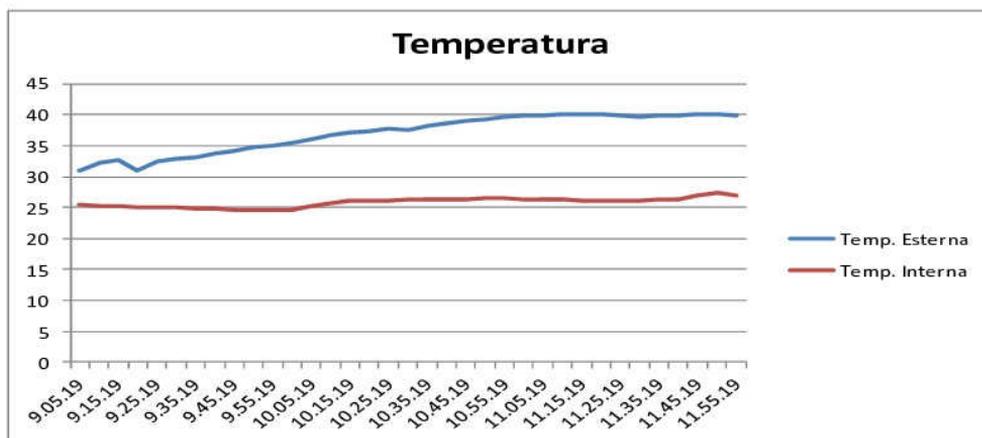
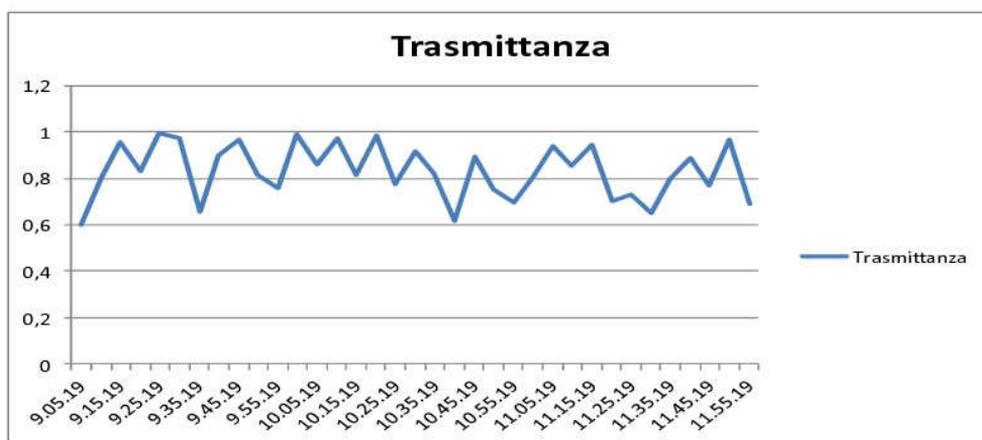
Periodo: dal 4 luglio 2011 alle ore 9:05 al 4 luglio 2011 alle ore 12:05

Temperatura media esterna: 36,9°C; Temperatura media interna: 26,5°C;  $\Delta T = 10,4^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,1°C; Tmin esterna: 31°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,829 W/m<sup>2</sup>K



**Misura 2**

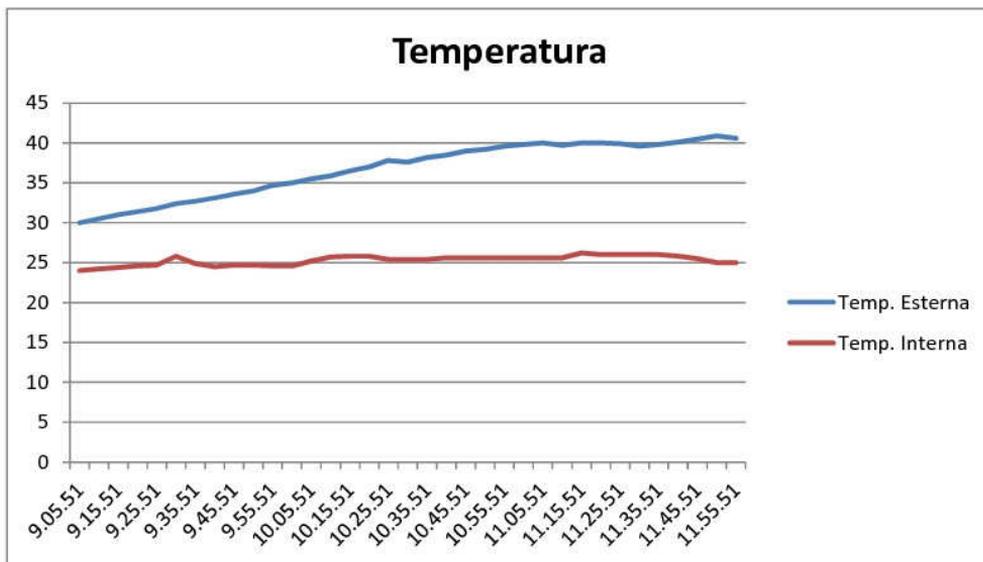
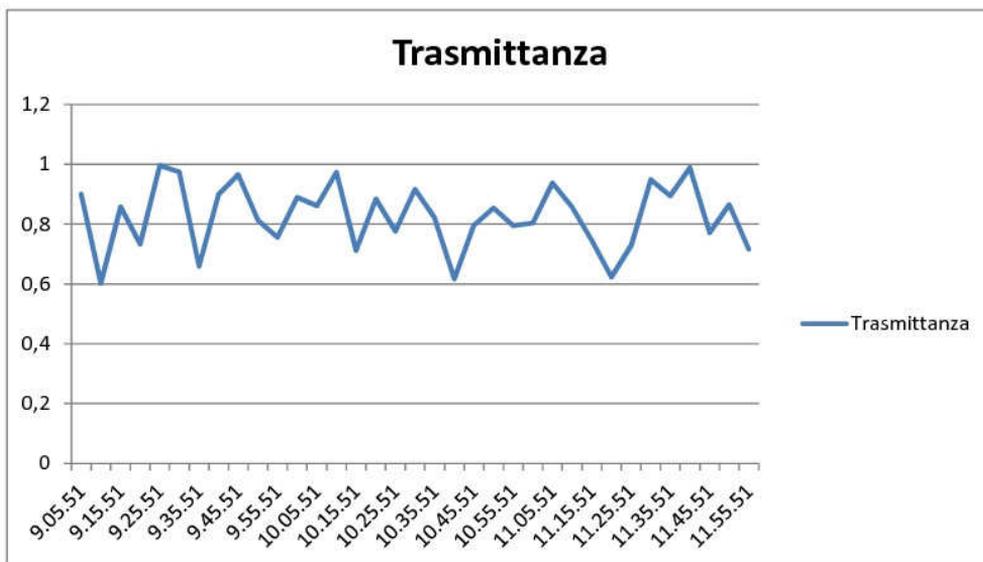
Periodo: dal 5 luglio 2011 alle ore 9:05 al 5 luglio 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,7°C; Temperatura media interna: 26°C;  $\Delta T = 10,7^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,8°C; Tmin esterna: 30°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,837 W/m<sup>2</sup>K



### Misura 3

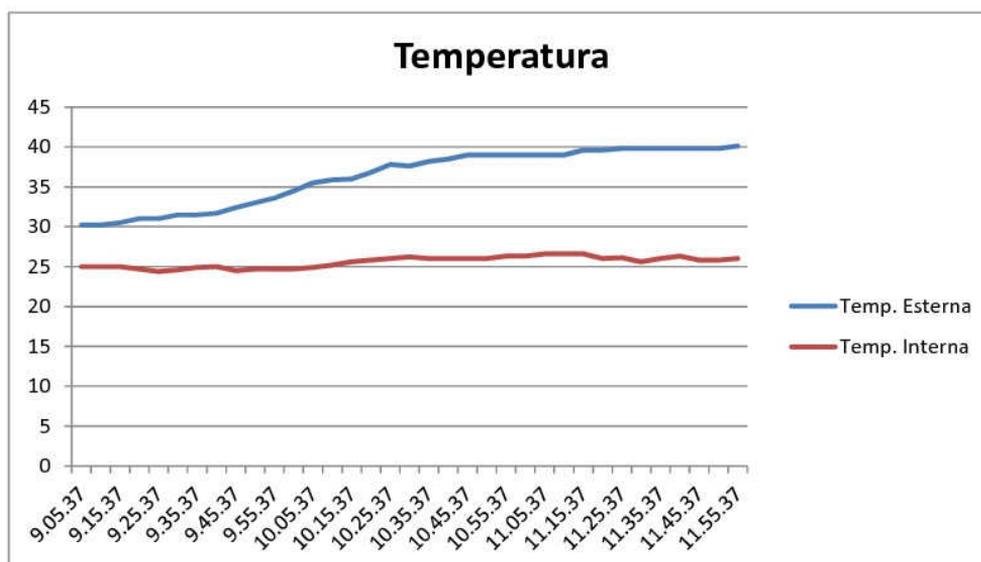
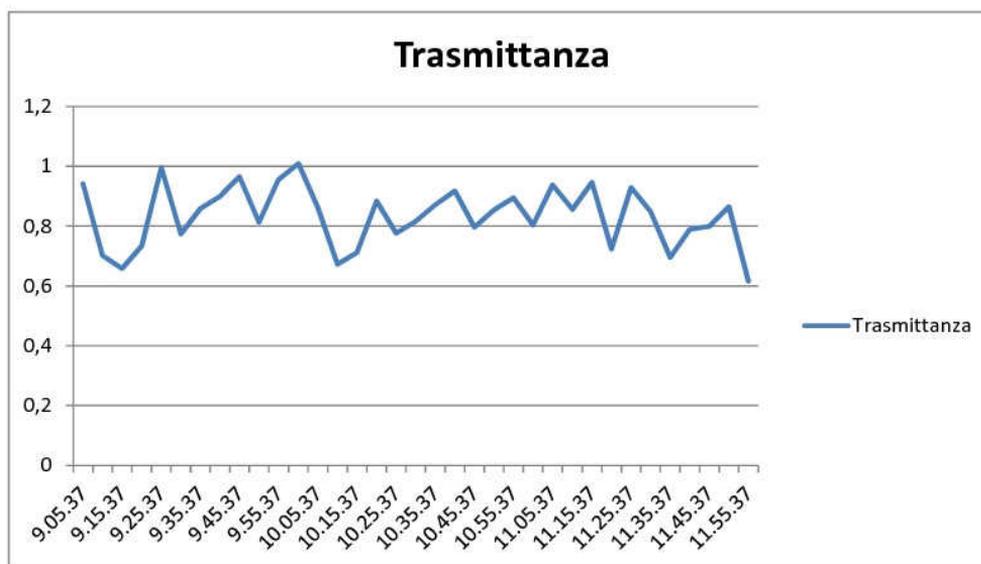
Periodo: dal 6 luglio 2011 alle ore 9:00 al 6 luglio 2011 alle ore 12:20

Temperatura media esterna: 36,8°C; Temperatura media interna: 26,3°C;  $\Delta T = 10,5^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,2°C; Tmin esterna: 30,2°C;

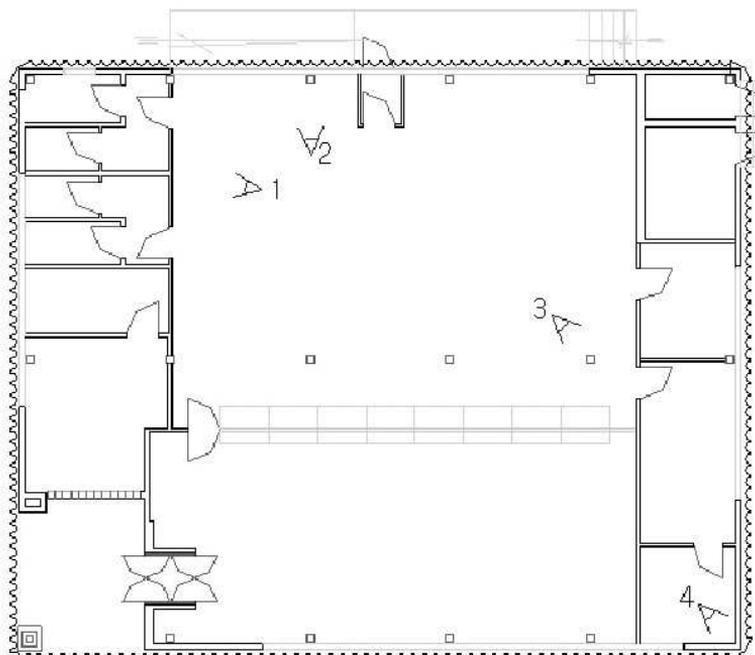
Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,834 W/m<sup>2</sup>K



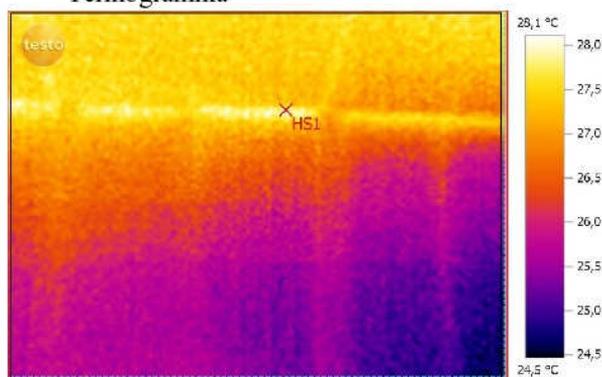
## TIPOLOGIA Ectr

### ANALISI TERMOGRAFICA



**Cono ottico uno**  
Termogramma

Identificazione



L'identificazione fa riferimento al primo cono ottico, considerato in corrispondenza della giunzione tra il controsoffitto e la parete verticale, dove si manifesta la temperatura massima. E' da notare nel termogramma la maggiore differenza di temperatura tra il controsoffitto e la parete verticale, quest'ultima non irradiata dal sole sul lato esterno.

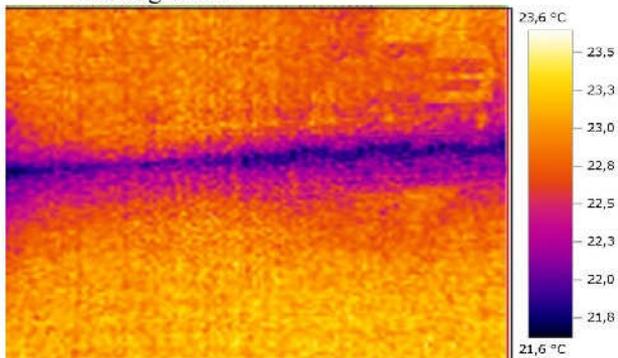
$T_{max} = 28,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 24,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 26,8^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico due

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al secondo cono ottico definito in corrispondenza della giunzione tra pavimento e parete verticale. Il termogramma mostra perfettamente il ponte termico che si manifesta in questa zona e che è stato rilevato per tutto il perimetro dell'edificio, ove possibile.

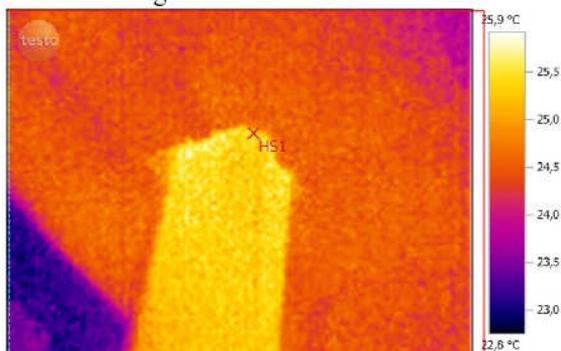
$T_{max} = 23,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 21,6^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 22,4^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

Identificazione



Termogramma

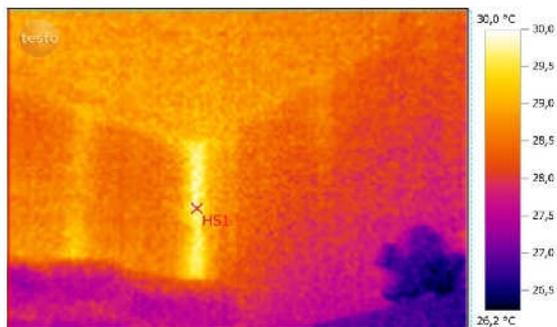


L'identificazione fa riferimento al terzo cono ottico in corrispondenza dell'incastro tra pilastro e controsoffittatura. Su tutta l'estensione della superficie del pilastro ( in cemento ) la temperatura è abbastanza uniforme, eccetto nella zona considerata dove si raggiunge la massima temperatura.

$T_{max} = 25,9^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22,8^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 22,4^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico quattro

#### Identificazione



L'identificazione fa riferimento al quarto cono ottico rilevato in corrispondenza di un angolo interno dove si raggiunge la temperatura massima ben visibile nel termogramma. In questo vano si riscontra una temperatura superfiale relativamente alta, soprattutto nella parete di sinistra, ossia quella esposta al sole sul lato esterno.

$T_{max}= 30^{\circ}C$  -  $T_{min}=26,2^{\circ}C$  -  $T_{media}= 29,2^{\circ}C$

## ANALISI CON FLUSSIMETRO

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

### Misura 1

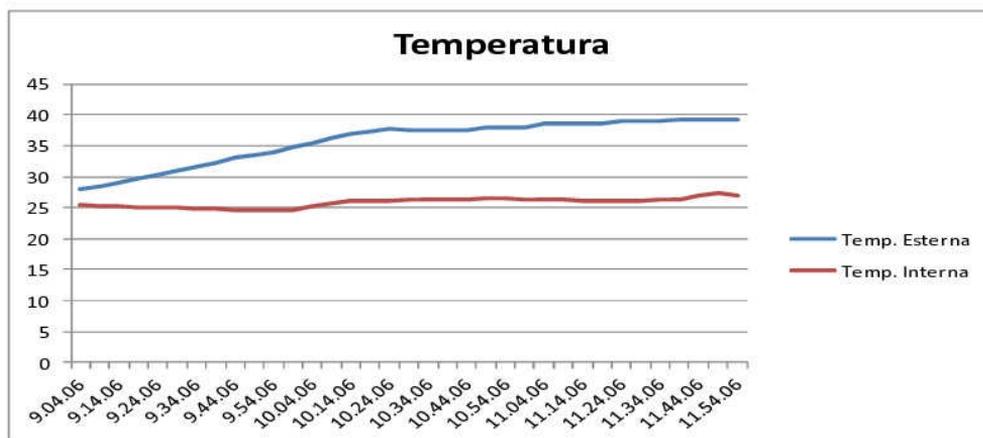
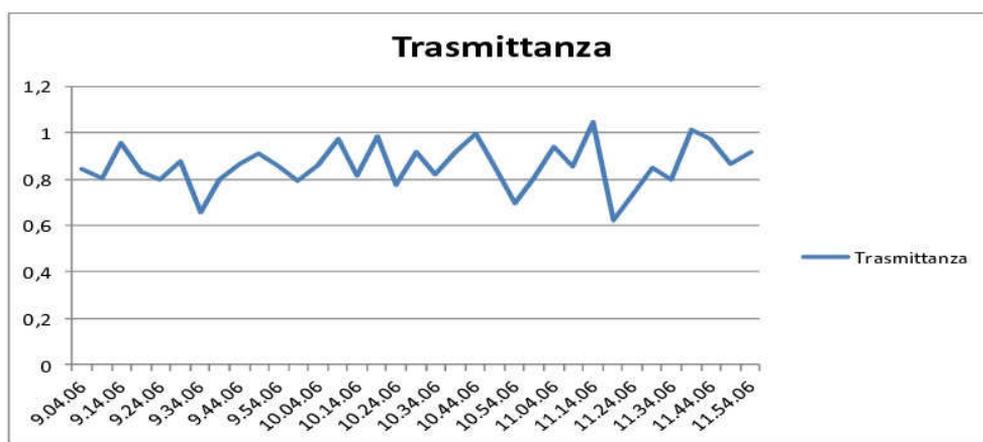
Periodo: dal 7 luglio 2011 alle ore 9:04 al 7 luglio 2011 alle ore 12:04

Temperatura media esterna: 35,9°C; Temperatura media interna: 26,6°C;  $\Delta T = 9,5^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 39°C; Tmin esterna: 28°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,856 W/m<sup>2</sup>K



### Misura 2

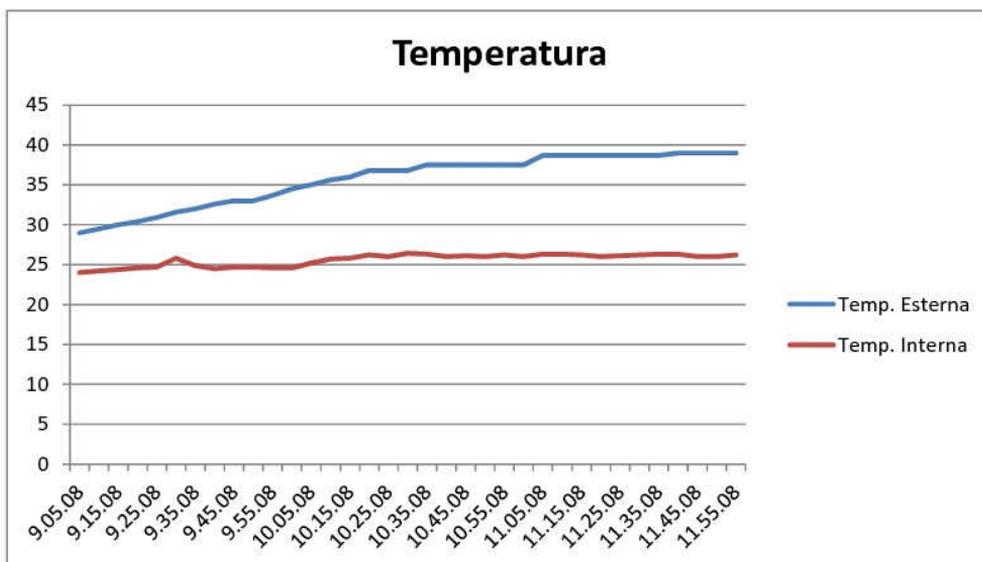
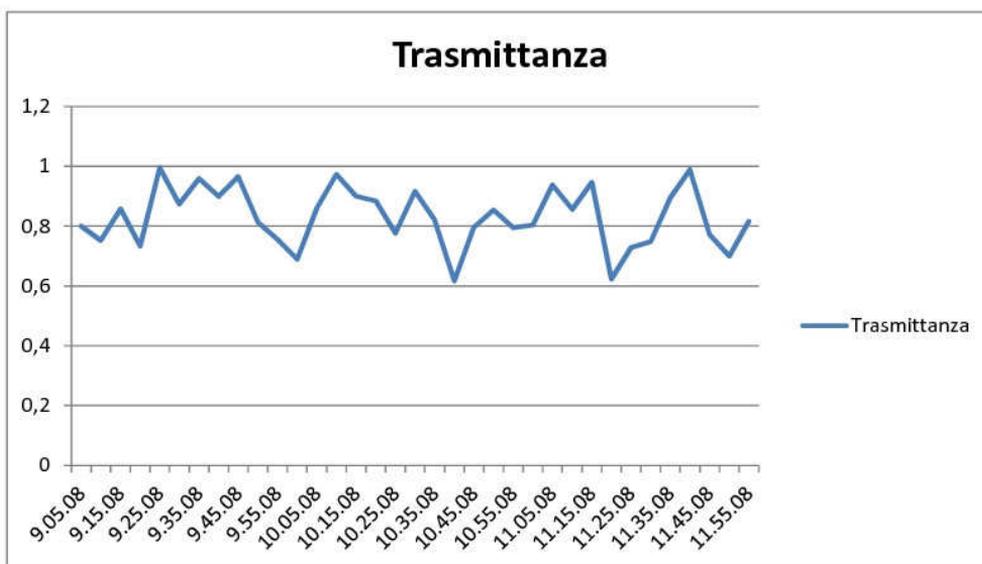
Periodo: dal 8 luglio 2011 alle ore 9:00 al 8 luglio alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36°C; Temperatura media interna: 26°C;  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 38,8°C; Tmin esterna: 29°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,831 W/m<sup>2</sup>K



### Misura 3

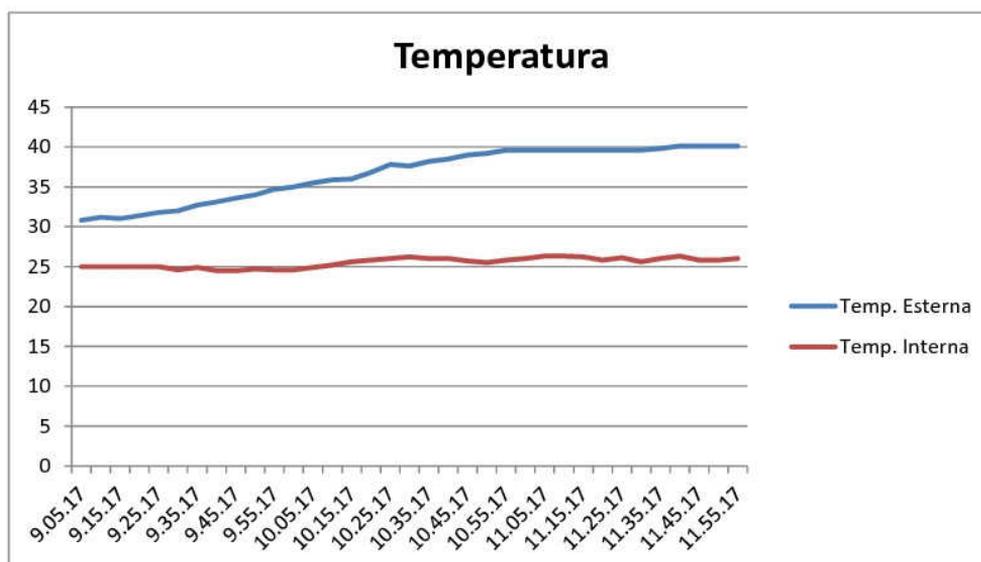
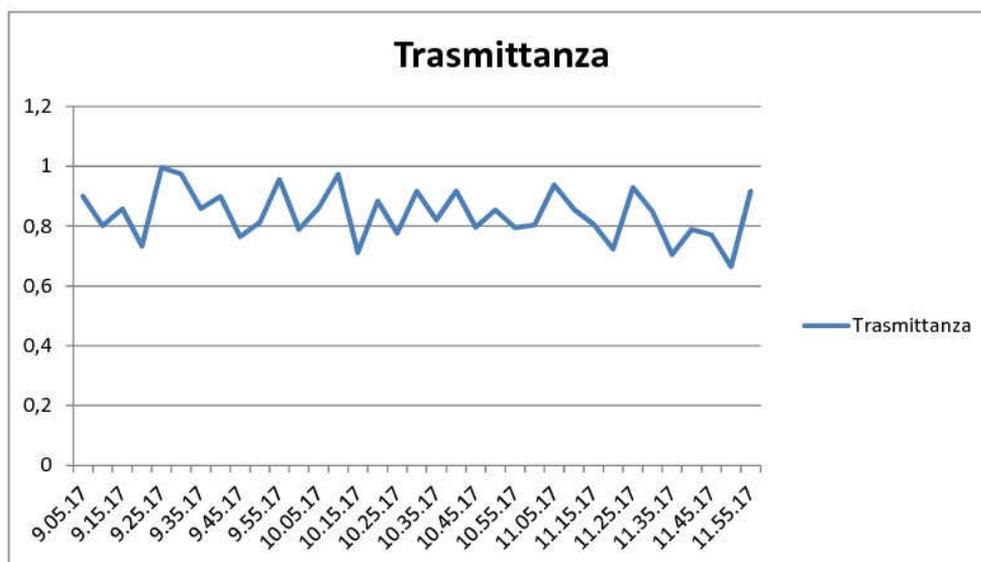
Periodo: dal 11 luglio 2011 alle ore 9:00 al 11 luglio 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,8°C; Temperatura media interna: 26,2°C;  $\Delta T = 10,4^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40°C; Tmin esterna: 30,8°C;

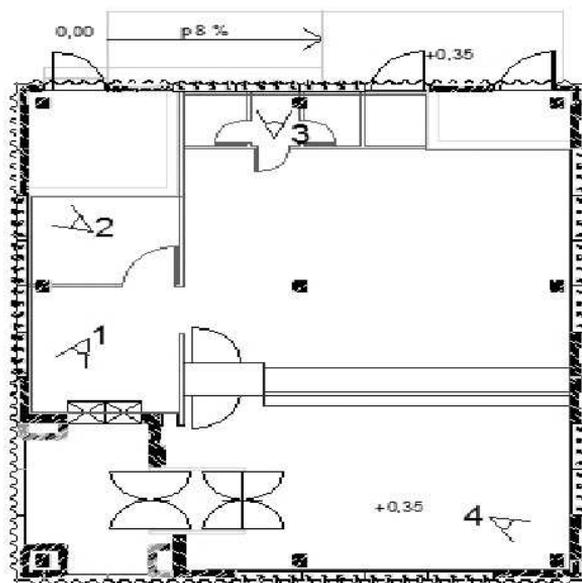
Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,840 W/m<sup>2</sup>K



## TIPOLOGIA Er

### ANALISI TERMOGRAFICA

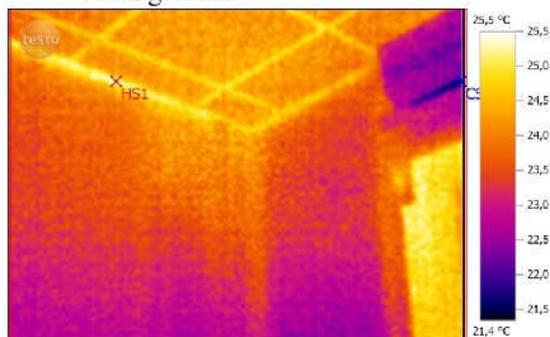


#### Cono ottico uno

##### Identificazione



##### Termogramma



L'identificazione fa riferimento al primo cono ottico. Nel termogramma la temperatura maggiore si manifesta in corrispondenza dell'innesto tra controsoffitto e parete anche se emerge su tutta la controsoffittatura una temperatura relativamente più alta.

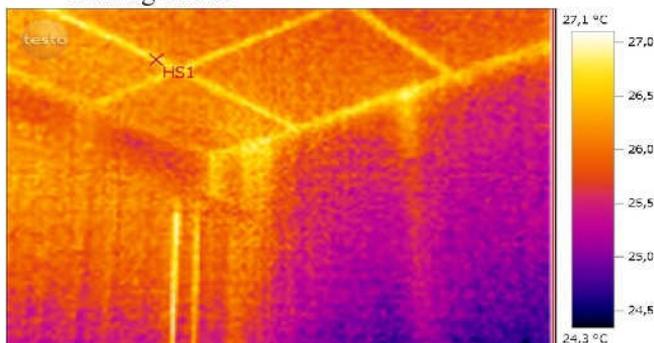
$T_{max}= 25,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min}=21,4^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media}= 23,7^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico due

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al secondo cono ottico. Nel termogramma si mette in evidenza un ponte termico già indicato nel precedente cono ottico, ma in quest'occasione la maggiore temperatura si rileva proprio in corrispondenza del controsoffitto, in particolare in corrispondenza delle giunzioni dei pannelli.

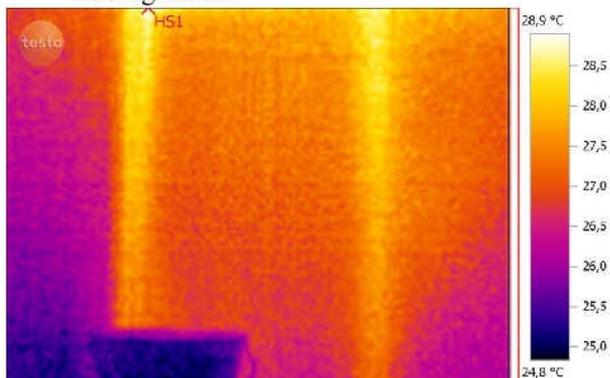
$T_{max}= 27,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min}=24,3^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media}= 25,8^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

Identificazione



Termogramma

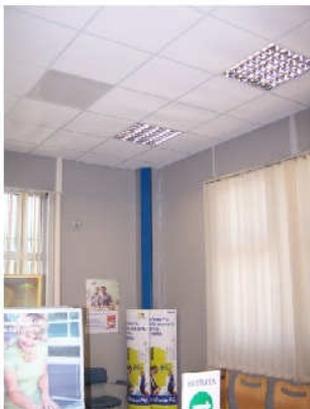


L'identificazione fa riferimento al terzo cono ottico che nel termogramma identifica un ponte termico nello spigolo e un ponte termico all'interno del pannello di tamponatura. In queste due zone si manifesta la maggiore temperatura.

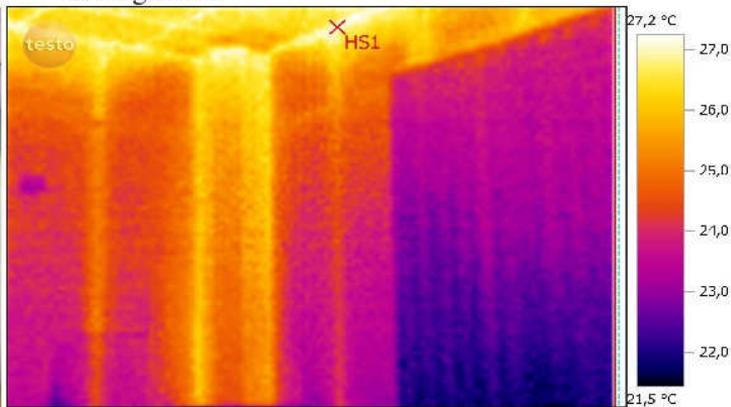
$T_{max}= 28,9^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min}=24,8^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media}= 27,2^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico quattro

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al quarto cono ottico in corrispondenza del pilastro presente nello spigolo interno. Il termogramma mostra una maggiore temperatura in corrispondenza del pilastro e del controsoffitto. In particolare, la massima temperatura si manifesta in corrispondenza della giunzione del controsoffitto con il ponte termico presente nella mezzera del pannello della parete.

$T_{max}= 27,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min}=21,5^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media}= 24,2^{\circ}\text{C}$

## ANALISI CON FLUSSIMETRO

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

### Misura 1

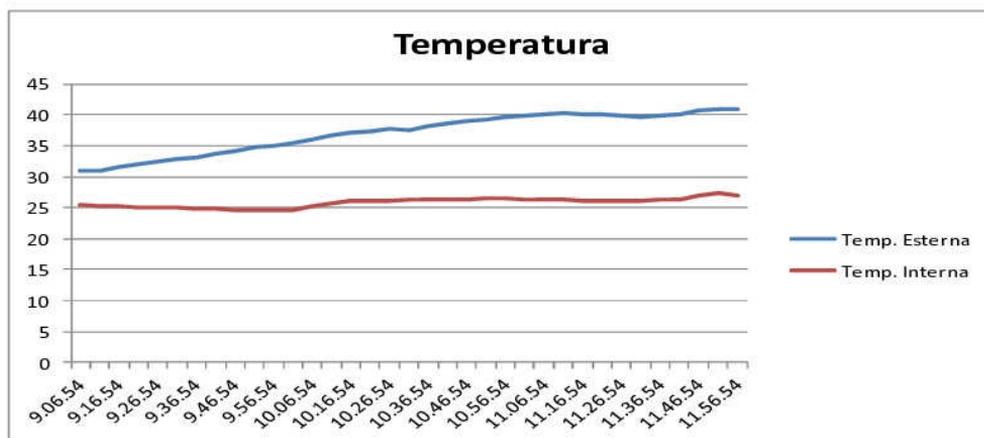
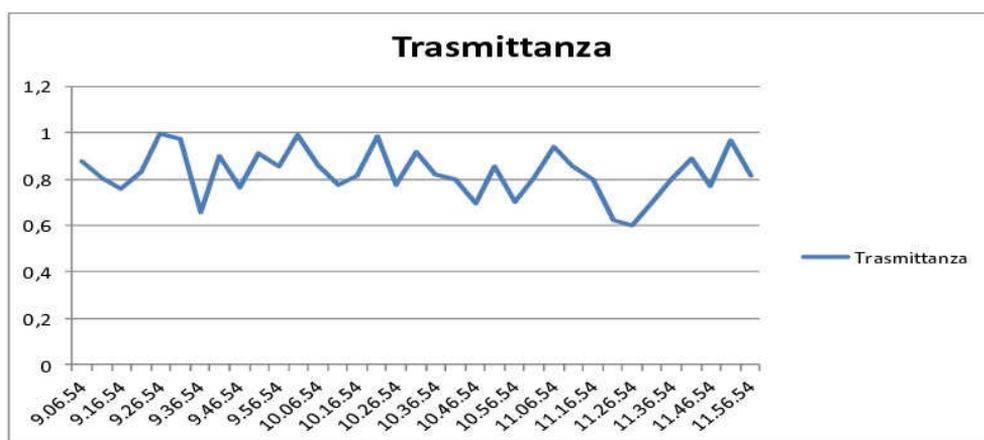
Periodo: dal 12 luglio 2011 alle ore 9:05 al 12 luglio 2011 alle ore 12:06

Temperatura media esterna: 37,1°C; Temperatura media interna: 26,5°C;  $\Delta T = 10,6^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40°C; Tmin esterna: 31°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,817 W/m<sup>2</sup>K



**Misura 2**

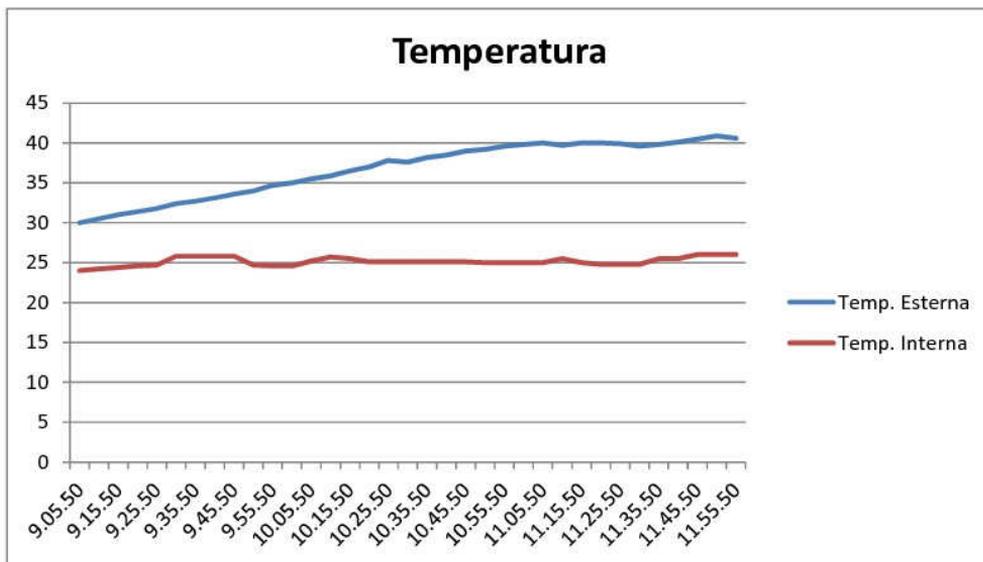
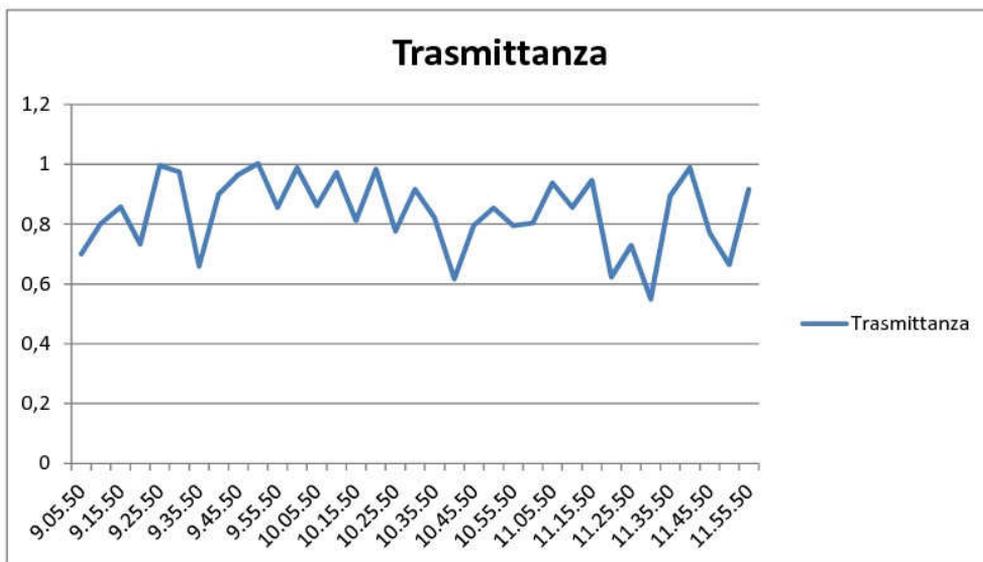
Periodo: dal 13 luglio 2011 alle ore 9:05 al 13 luglio 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,4°C; Temperatura media interna: 25,3°C;  $\Delta T = 11,1^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 39,8°C; Tmin esterna: 30°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,839 W/m<sup>2</sup>K



### Misura 3

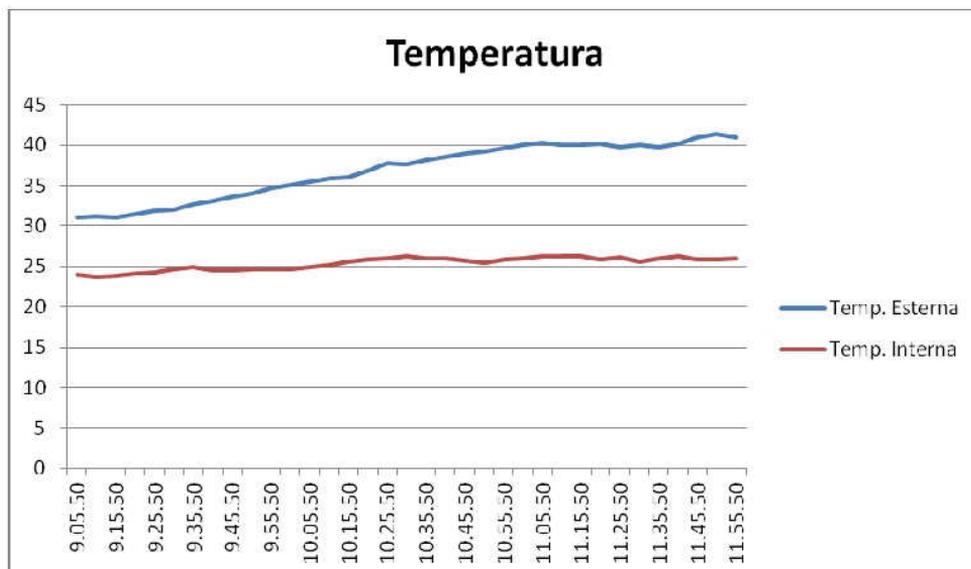
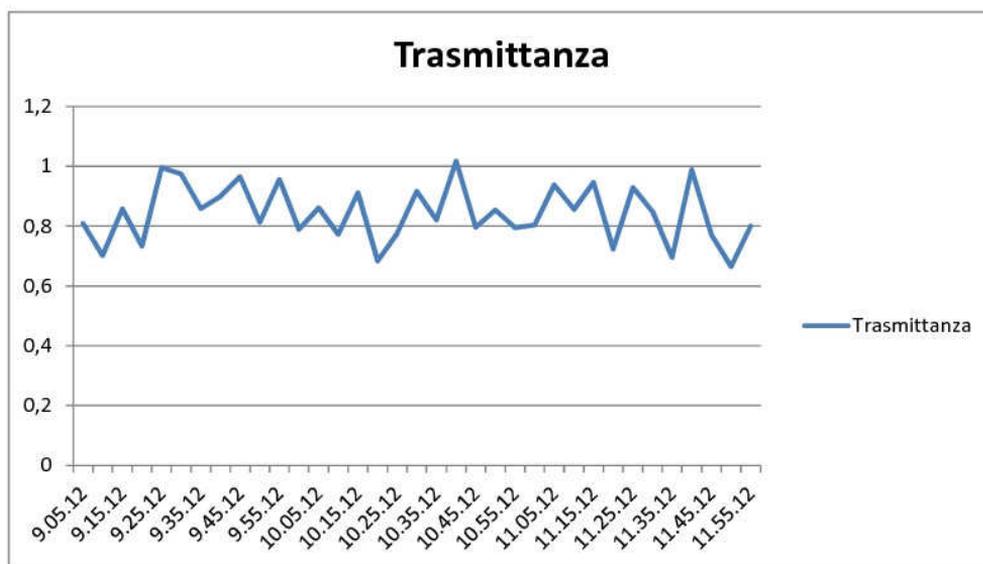
Periodo: dal 14 luglio 2011 alle ore 9:00 al 14 luglio 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,8°C; Temperatura media interna: 26,3°C;  $\Delta T = 10,5^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 39,9°C; Tmin esterna: 30,8°C;

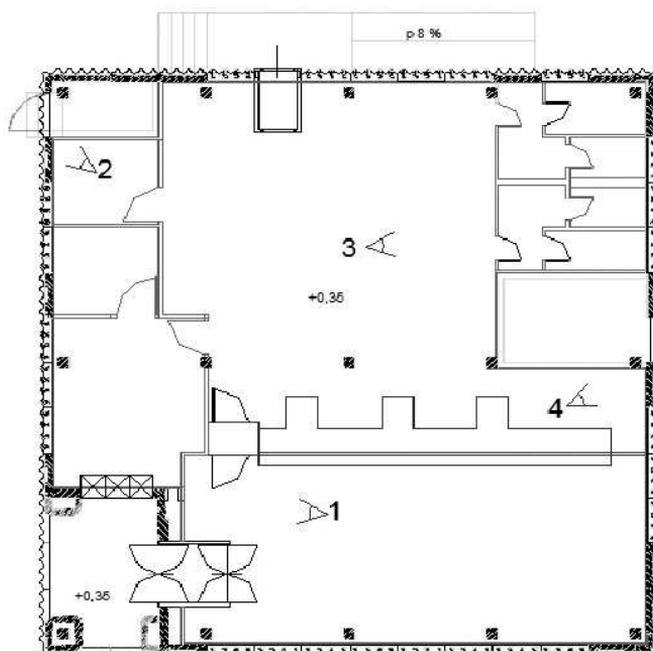
Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,842 W/m<sup>2</sup>K



## TIPOLOGIA Es

### ANALISI TERMOGRAFICA

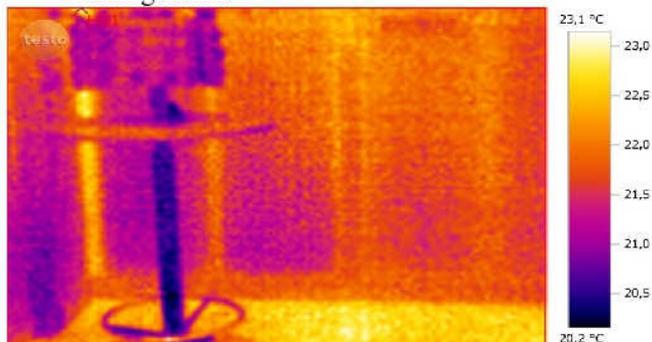


#### Cono ottico uno

#### Identificazione



#### Termogramma

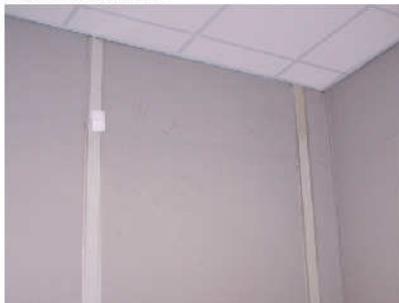


L'identificazione fa riferimento al primo cono ottico e nel termogramma viene considerata la zona d'innesto del pavimento con la parete verticale. La temperatura del pavimento appare superiore rispetto a quella delle pareti. Quest'ultime rivelano la presenza di un ponte termico, altrimenti non visibile, nella mezzera del pannello.

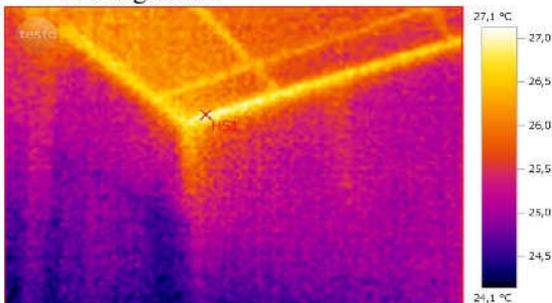
$T_{max} = 23,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 20,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 21,7^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico due

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al secondo cono ottico. Il termogramma mette in risalto la differenza di temperatura tra il controsoffitto e la parete verticale. In particolare la massima temperatura viene rilevata proprio nella zona di giunzione dei due elementi costruttivi.

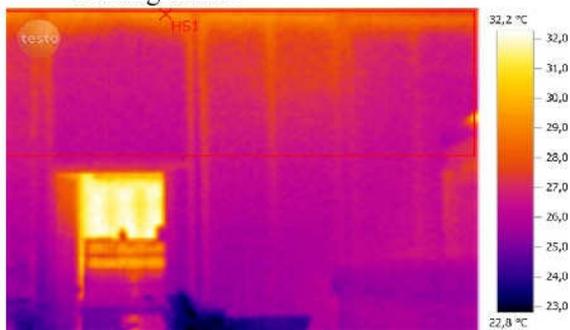
$T_{max} = 27,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 24,1^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 25,3^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico tre

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al terzo cono ottico e ancora una volta, nel termogramma, si mette in evidenza il ponte termico tra il controsoffitto e l'elemento verticale, questa volta un tramezzo. Anche il pannello del tramezzo presenta in mezzeria un ponte termico, altrimenti non visibile ad occhio nudo.

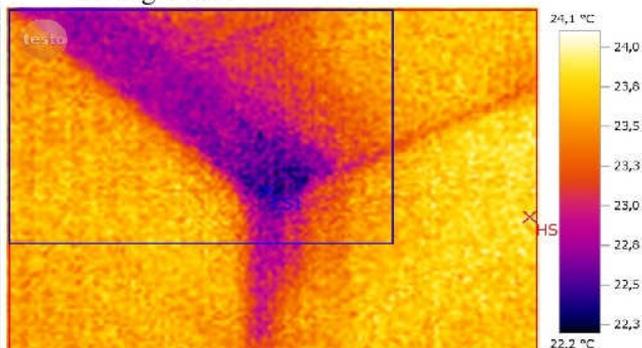
$T_{max} = 32,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22,8^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 26,8^{\circ}\text{C}$

### Cono ottico quattro

Identificazione



Termogramma



L'identificazione fa riferimento al quarto cono ottico che riporta sulla sinistra la parete rivolta verso un locale non climatizzato e sulla destra la parete rivolta verso l'esterno. Il termogramma mette in evidenza una minore temperatura della parete rivolta verso il locale non climatizzato, in particolare in corrispondenza dell'innesto tra controsoffitto e parete.

$T_{max} = 24^{\circ}\text{C}$  -  $T_{min} = 22,2^{\circ}\text{C}$  -  $T_{media} = 23,4^{\circ}\text{C}$

## ANALISI CON FLUSSIMETRO

Rilievo effettuato su un pannello prefabbricato in calcestruzzo in corrispondenza di una zona risultata priva di ponti termici a seguito di analisi termografica.

### Misura 1

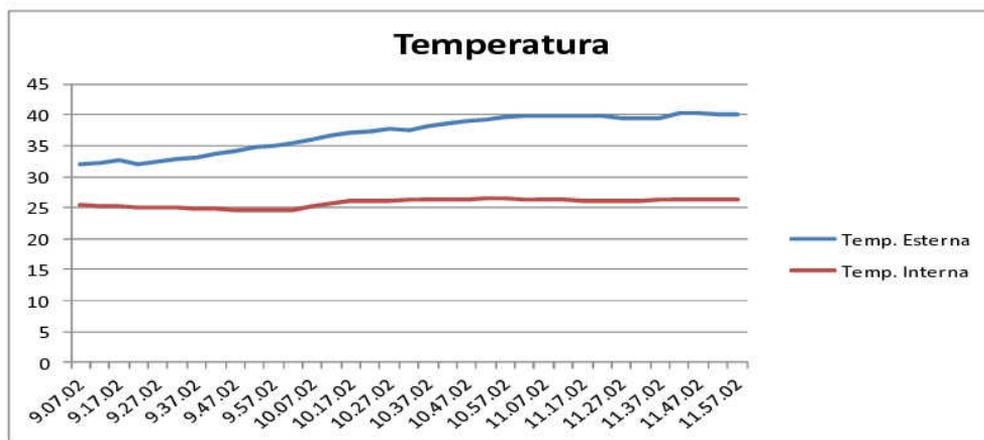
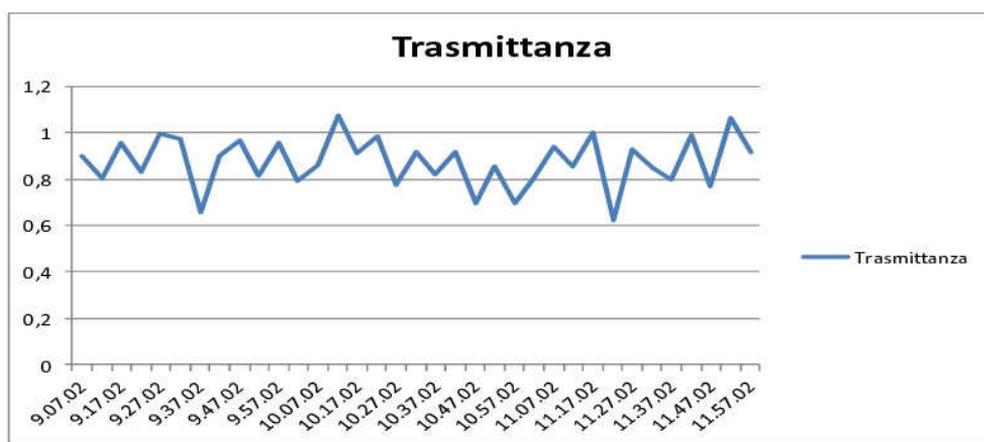
Periodo: dal 18 luglio 2011 alle ore 9:07 al 18 luglio 2011 alle ore 11:57

Temperatura media esterna: 37,1°C; Temperatura media interna: 26,5°C;  $\Delta T = 10,6^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,2°C; Tmin esterna: 32°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,869 W/m<sup>2</sup>K



**Misura 2**

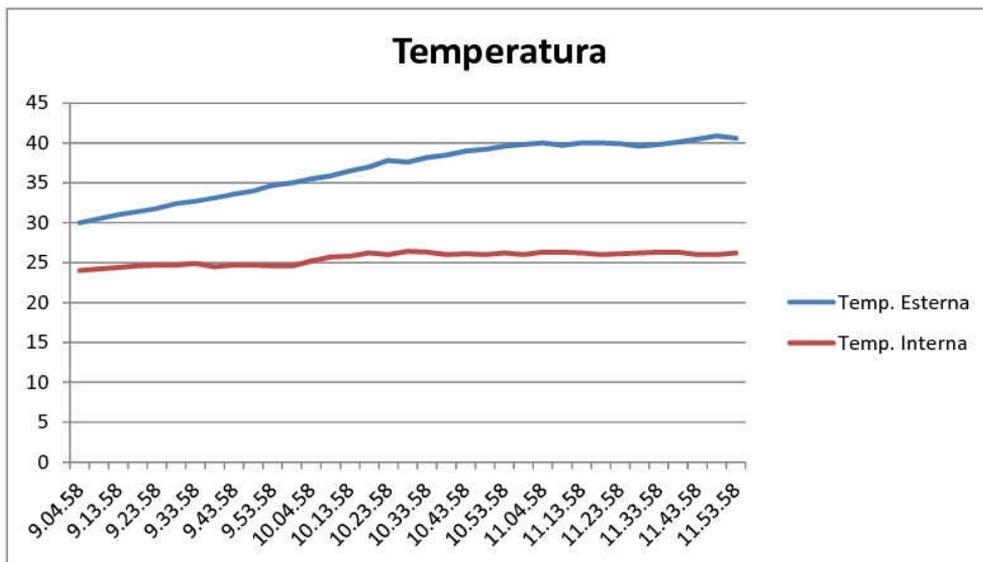
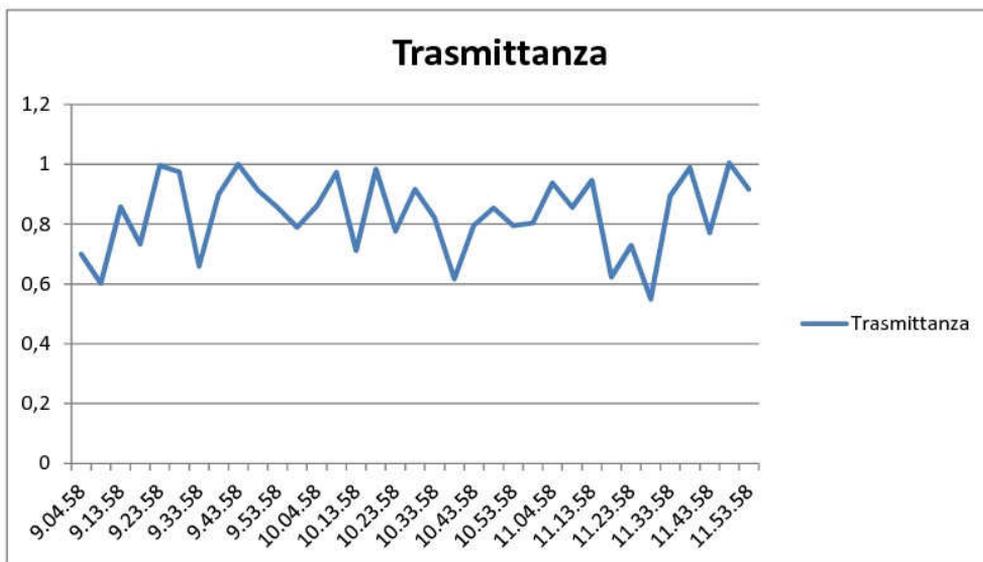
Periodo: dal 19 luglio 2011 alle ore 9:05 al 19 luglio 2011 alle ore 12:00

Temperatura media esterna: 36,7°C; Temperatura media interna: 26,4°C;  $\Delta T = 10,3^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,8°C; Tmin esterna: 30°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,839 W/m<sup>2</sup>K



### Misura 3

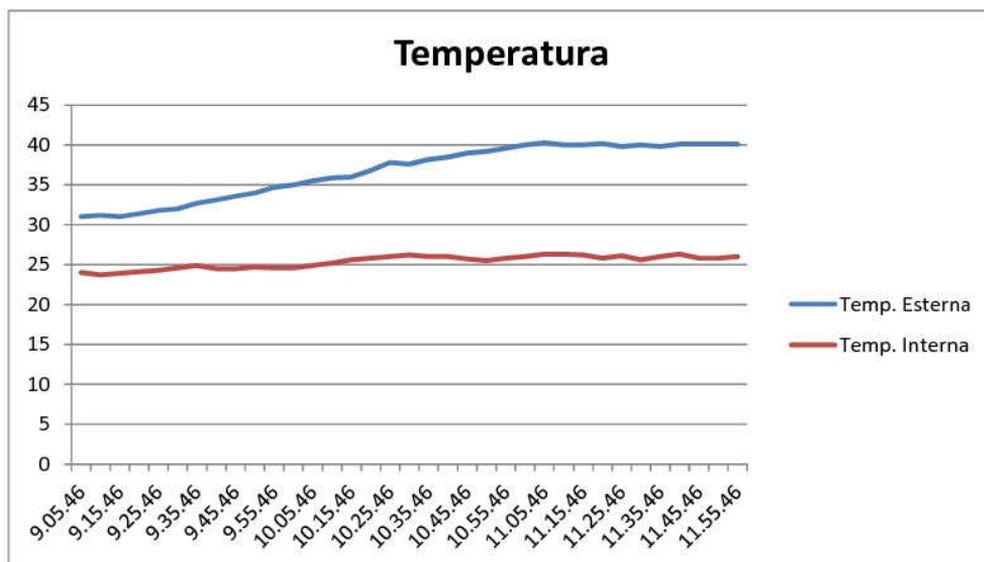
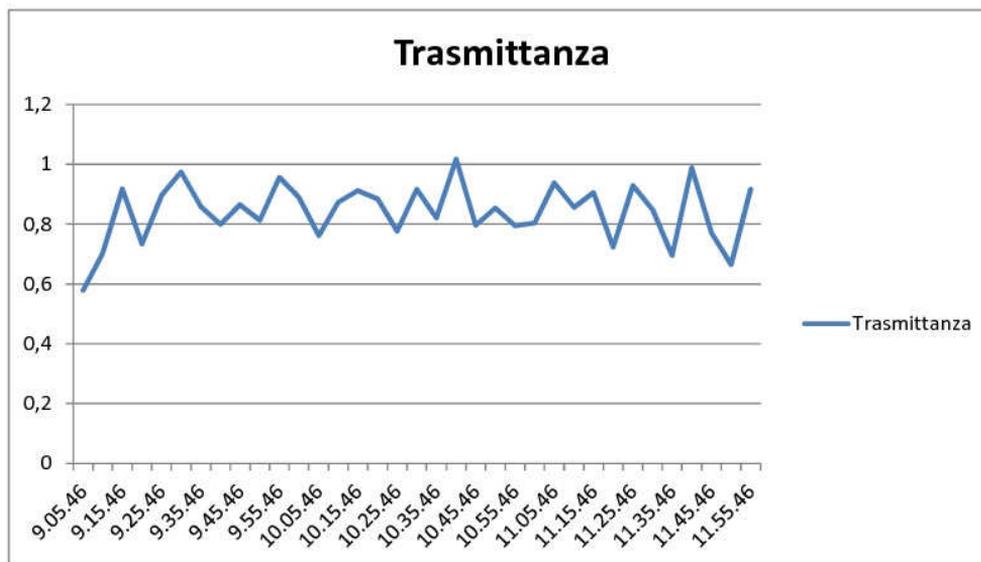
Periodo: dal 20 luglio 2011 alle ore 9:00 al 20 luglio 2011 alle ore 12:05

Temperatura media esterna: 36,8°C; Temperatura media interna: 26,3°C;  $\Delta T = 10,5^\circ\text{C}$ ;

Tmax esterna: 40,9°C; Tmin esterna: 30,8°C;

Tipo: misura nel tempo, con intervalli di 5 minuti;

Trasmittanza media: 0,830 W/m<sup>2</sup>K



Valori degli  
 $EP_{lim}$ ,  $FE$ ,  $CO_2$ ,  
 $EP_{glob}$ , per  
località,  
categoria edilizia  
e zona climatica



## CATEGORIA C1

Zona Climatica B		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
ME	SANT'AGATA DI MILITELLO	678	5	6,81					
PA	CARINI	788	5	8,10					
SR	PRIOLO GARGALLO	838	5	8,68					
media		768	5	7,87	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	CARINI	788	5	8,10	2949,4	35889,1	7,6	25,37	27,46
Totale					8848,2	107667	22,8		
Retrofit					2949,4	11308,5	3	8	10,08
Totale Retrofit					8848,2	33925,5	9		

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
SA	PONTECAGNANO	1011	2	10,19					
NA	SANT'ANTIMO	1032	2	10,34					
CT	MISTERBIANCO	1078	4	10,69					
BA	POLIGNANO	1088	0	10,76					
NA	CAIVANO	1090	2	10,78					
TA	MASSAFRA	1123	0	11,02					
CL	RIESI	1161	-2	11,30					
CL	NISCEMI	1164	-2	11,33					
LT	CISTERNA DI LATINA	1216	0	11,71					
AG	SANTA MARGHERITA BELICE	1218	3	11,73					
NA	BOSCOREALE	1240	2	11,89					
NA	SOMMA VESUVIANA	1241	2	11,90					
BA	TRIGGIANO	1258	0	12,03					
NA	ARZANO	1269	2	12,11					
TE	ROSETO DEGLI ABRUZZI	1282	1	12,20					
SV	PIETRA LIGURE	1285	0	12,23					
BA	NOICATTARO	1321	0	12,49					
NA	MARANO DI NAPOLI	1355	2	12,75					
CT	BIANCAVILLA	1391	2	13,01					
ME	TORTORICI	1396	3	13,05					
media		1211	1	11,68	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	ROSETO DEGLI ABRUZZI	1282	1	12,20	2949,4	55737,1	11,3	39,41	41,49
Totale					58988	1114742	226		
Retrofit					2949,4	20004,3	4,6	14,14	16,23
Totale Retrofit					58988	400086	92		

Zona Climatica D		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
LU	CAMAIORE LIDO	1485	0	13,65					
EN	LEONFORTE	1576	-1	14,25					
FG	SANNICANDRO	1633	0	14,62					
LI	ROSIGNANO SOLVAY	1640	0	14,67					
BA	CONVERSANO	1642	-1	14,68					
AP	PORTO SANT'ELPIDIO	1644	-2	14,69					
PT	QUARRATA	1691	0	15,00					
VT	CIVITA CASTELLANA	1703	0	15,08					
PE	MONTESILVANO SPIAGGIA	1720	2	15,19					
FI	CALEZANO	1740	0	15,33					
BA	NOCI	1785	-2	15,62					
PI	CASCINA	1853	0	16,07					
AP	MONTEGRANARO	1908	-2	16,43					
media		1694	0	15,02	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	QUARRATA	1691	0	15,00	2949,4	73901,4	14,7	52,25	54,34
Totale					38342,2	960718	191,1		
Retrofit					2949,4	25193,6	5,6	17,81	19,9
Totale Retrofit					38342,2	327517	72,8		

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

Zona Climatica E	PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc						
	MS	PONTREMOLI	2166	0	18,20						
	PS	FOSSOMBRONE	2167	-2	18,21						
	PG	UMBERTIDE	2192	-2	18,39						
	GO	RONCHI DEI LEGIONARI	2255	-5	18,84						
	VR	CEREA	2327	-5	19,37						
	VR	SAN BONIFACIO	2348	-5	19,52						
	VA	CARONNO PERTUSELLA	2352	-5	19,55						
	VI	MONTECCHIO MAGGIORE	2356	-5	19,58						
	BO	ANZOLA	2356	-5	19,58						
	VR	SAN GIOVANNI LUPATOTO	2366	-5	19,65						
	AV	SANT'ANGELO DEI LOMBARDI	2385	-2	19,78						
	MI	CORNAREDO	2386	-5	19,79						
	VR	BUSSOLENGO	2400	-5	19,89						
	MI	CUSANO MILANINO	2404	-5	19,92						
	MI	MUGGIO'	2404	-5	19,92						
	CO	MARIANO COMENSE	2427	-7	20,09						
	VA	LAVENO MOMBELLO	2433	-5	20,13						
	RA	RUSSI	2469	-5	20,39						
	BG	DALMINE	2473	-5	20,42						
	CO	MERATE	2484	-5	20,50						
	MI	CARATE BRIANZA	2492	-5	20,56						
	BS	ROVATO	2495	-7	20,58						
	BG	SERiate	2530	-5	20,83						
	MI	GIUSSANO	2547	-5	20,96						
	MI	SETTIMO MILANESE	2549	-5	20,97						
	PC	CASTEL SAN GIOVANNI	2552	-7	20,99						
	VA	TRADATE	2562	-5	21,07						
	BS	GHEDI	2570	-7	21,12						
	TO	RIVAROLO CANAVASE	2600	-8	21,34						
	TO	REGINA MARGHERITA	2617	-8	21,46						
	VC	COSSATO	2633	-9	21,58						
	TO	COLLEGNO	2646	-8	21,67						
	NO	OMEGNA	2688	-5	21,98						
	TO	CARMAGNOLA	2714	-8	22,17						
	TO	ALPIGNANO	2825	-8	22,97						
	media		2462	-5	20,34	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob	
	località riferimento	RUSSI	2469	-5	20,39	2949,4	89238	16,5	63,09	65,18	
						Totale	103229	3123330	577,5		
						Retrofit	2949,4	27033,1	7,5	19,11	21,2
						Totale Retrofit	103229	946159	262,5		

## CATEGORIA C2

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim calc	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
PROVINCIA	LOCALITA'								
CA	QUARTU SANT'ELENA	931	3	9,33					
NA	ARCOFELICE	979	2	9,68					
SV	LOANO	1337	0	12,30					
media		1082	2	10,43					
località riferimento	ARCOFELICE	979	2	9,68	3504,1	33062,3	9,3	19,47	21,53
Totale					10512,3	99186,9	27,9		
Retrofit					3504,1	5318,9	2,3	3,13	5,19
Totale Retrofit					10512,3	15956,7	6,9		

Zona Climatica D		GG	Te	Ep lim calc	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
PROVINCIA	LOCALITA'								
BA	TERLIZZI	1454	0	13,12					
RM	CIAMPINO	1582	0	13,95					
FI	MONTEMUROLO	1792	0	15,32					
FI	SCANDICCI	1817	0	15,49					
AR	MONTEVARCHI	1953	0	16,37					
media		1720	0	14,85					
località riferimento	SCANDICCI	1817	0	15,49	3504,1	79809	21,3	46,99	49,05
Totale					17520,5	399045	106,5		
Retrofit					3504,1	17369,1	5,3	10,23	12,29
Totale Retrofit					17520,5	86845,5	26,5		

Zona Climatica E		GG	Te	Ep lim calc
PROVINCIA	LOCALITA'			
CS	ACRI	2256	-6	18,45
MO	VIGNOLA	2322	-5	18,92
MI	CERNUSCO SUL NAVIGLIO	2404	-5	19,50
MI	NOVATE MILANESE	2404	-5	19,50
TV	MONTEBELLUNA	2404	-5	19,50
MI	LIMBIATE	2421	-5	19,62
PR	FIDENZA	2503	-5	20,19
CO	ERBA	2524	-5	20,34
TO	NICHELINO	2537	-8	20,43
TV	MOGLIANO VENETO	2546	-5	20,50
MI	ARESE	2549	-5	20,52
TO	VENARIA REALE	2555	-8	20,56
MI	GORGONZOLA	2557	-5	20,58
AL	VALENZA PO	2587	-8	20,79
TO	BEINASCO	2591	-8	20,82

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

MI	PARABIAGO	2603	-5	20,90					
CN	SALUZZO	2735	-10	21,83					
VC	BORGOSIESIA	2765	-9	22,04					
TO	RIVOLI	2939	-8	23,27					
media		2537	-6	20,43	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	ACRI	2256	-6	18,45	3504,1	80330,3	21,4	47,3	49,36
					Totale	66577,9	1526276	406,6	
					Retrofit	3504,1	9447,9	3,3	5,56
					Totale Retrofit	66577,9	179510,1	62,7	7,63

Zona Climatica F									
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
BS	BRENO	3425	-7	26,70					
media		3425	-7	26,70	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	BRENO	3425	-7	26,70	3504,1	118027,9	31	69,49	71,56
					Totale	3504,1	118027,9	31	
					Retrofit	3504,1	21019,2	6,3	12,38
					Totale Retrofit	3504,1	21019,2	6,3	14,44

### CATEGORIA D

Zona Climatica B		GG	Te	Ep lim calc						
PROVINCIA	LOCALITA'									
RC	MARINA DI GIOIOSA	780	3	8,69						
CA	VILLAPUTZU	887	3	10,03						
media		834	3	9,36	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob	
località riferimento	VILLAPUTZU	887	3	10,03	1839,9	12070,2	3,5	10,72	12,36	
					Totale	3679,8	24140,4	7		
					Retrofit	1839,9	485,1	0,8	0,43	2,07
					Totale Retrofit	3679,8	970,2	1,6		

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim calc						
PROVINCIA	LOCALITA'									
CE	CASAGIOVE	942	0	10,48						
CA	SERRAMANNA	982	3	10,79						
OR	MARRUBIU	986	3	10,82						
CZ	ISOLA CAPO RIZZUTO	991	-1	10,86						
NA	SAVIANO	1023	2	11,11						
LE	LEQUILE	1059	0	11,39						
RC	MARINA DI CAULONIA	1091	2	11,64						
SA	BELLIZZI	1134	2	11,97						
OR	CABRAS	1143	3	12,04						
TA	PALAGIANO	1162	0	12,19						
BN	TELESE	1170	-2	12,26						
LE	LEVERANO	1197	0	12,47						
CZ	PIANOPOLI	1233	-2	12,75						
NA	SAN SEBASTIANO VESUVIANO	1273	2	13,06						
BA	VALENZANO	1303	0	13,29						
BN	PONTE	1338	-2	13,57						
LE	TAURISANO	1340	0	13,58						
CB	CAMPOMARINO	1347	-1	13,64						
SV	BORGHETTO SANTO SPIRITO	1360	0	13,74						
media		1162	0	12,19	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob	
località riferimento	PALAGIANO	1162	0	12,19	1839,9	17488,7	4,7	15,54	17,17	
					Totale	34958,1	332285,3	89,3		
					Retrofit	1839,9	655,3	0,8	0,58	2,22
					Totale Retrofit	34958,1	12450,7	15,2		

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

Zona Climatica D		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
SA	BARONISSI	1437	1	14,30					
PI	PONTE A EGOLA	1513	0	14,81					
CS	BISIGNANO	1523	-3	14,88					
CL	SANTA CATERINA VILLARMOSSA	1581	-3	15,27					
BA	CASSANO DELLE MURGE	1648	-2	15,72					
PT	LARCIANO	1694	0	16,04					
PT	LAMPORECCHIO	1705	0	16,11					
TR	NARNI SCALO	1802	-2	16,77					
SS	CALANGIANUS	1854	1	17,12					
LI	VENTURINA	1865	0	17,19					
AP	SANT'ELPIDIO A MARE	1875	-2	17,26					
PT	CASTELLARE DI PESCIA	1877	0	17,28					
SI	TORRITA DI SIENA	1899	-2	17,42					
AV	GROTTAMINARDA	1950	-2	17,77					
SI	PIEVE DI SINALUNGA	1965	-2	17,87					
AR	TERRANUOVA BRACCIOLINI	1971	0	17,91					
SA	BUCCINO	2100	-1	18,79					
media		1780	-1	16,62	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	BUCCINO	2100	-1	18,79	1839,9	36472	9,2	32,4	34,03
				Totale	31278,3	620024	156,4		
				Retrofit	1839,9	1331,4	1	1,19	2,82
				Totale Retrofit	31278,3	22633,8	17		

Zona Climatica E		GG	Te	Ep lim calc
PROVINCIA	LOCALITA'			
AN	BORGO SASSOFERRATO	2226	-4	19,82
GO	SAGRADO	2258	-5	20,07
VI	CAMISANO VICENTINO	2277	-5	20,22
RA	CASTEL BOLOGNESE	2279	-5	20,23
PS	MONDAVIO	2298	-3	20,38
RO	SANTA MARIA MADALENA	2329	-5	20,62
FO	SAN MAURO PASCOLI	2341	-5	20,71
VE	FOSSALTA DI PIAVE	2348	-5	20,77
VI	BREGANZE	2369	-5	20,93
TV	PREGANZIOL	2373	-5	20,96
VI	MALO	2378	-5	21,00
PD	ALBIGNASEGO	2383	-5	21,04
PD	PIAZZOLA SUL BRENTA	2383	-5	21,04
PD	CARMIGNANO DI BRENTA	2385	-5	21,06
BS	LENO	2399	-7	21,16

FE	SAN GIUSEPPE DI COMACCHIO	2400	-5	21,17					
VI	DUEVILLE	2401	-5	21,18					
CR	SONCINO	2403	-5	21,20					
VA	UBOLDO	2408	-5	21,23					
TV	QUINTO DI TREVISO	2409	-5	21,24					
CO	ROVELLASCIA	2416	-5	21,30					
TV	CAERANO S. MARCO	2427	-5	21,38					
RE	FABBRICO	2438	-5	21,47					
RE	POVIGLIO	2443	-5	21,51					
VE	MARTELLAGO	2453	-5	21,58					
TV	NERVESIA DELLA BATTAGLIA	2465	-5	21,68					
VI	SPIN	2478	-5	21,78					
BS	CONCESIO	2521	-7	22,11					
VI	CHIAMPO	2526	-5	22,15					
VE	MARCON	2541	-5	22,27					
VE	ORIANO	2541	-5	22,27					
RM	ROCCA PRIORA	2548	-4	22,32					
VA	CASTIGLIONE OLONA	2568	-5	22,48					
PV	SIZIANO	2601	-5	22,73					
PC	BORGONOVO VAL TIDONE	2603	-5	22,75					
VR	SOMMACAMPAGNA	2612	-5	22,82					
PV	CAVA MANARA	2619	-5	22,87					
VI	PIOVENE ROCCHETTE	2751	-6	23,90					
CN	BARGE	2776	-10	24,09					
TN	SAN MICHELE ALL'ADIGE	2849	-12	24,66					
BS	PIEVE LUMEZZANE	2867	-9	24,79					
VA	OLGIATE OLONA	2879	-5	24,89					
media		2475	-5	21,76	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	NERVESIA DELLA BATTAGLIA	2465	-5	21,68	1839,9	48450,5	12	43,04	44,67
	Totale				77275,8	2034921	504		
	Retrofit				1839,9	1167,3	0,9	1,04	2,67
	Totale Retrofit				77275,8	49026,6	37,8		

Zona Climatica F									
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
TO	PINO TORINESE	3096	-9	24,65					
media		3096	-9	24,65	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	PINO TORINESE	3096	-9	24,65	1839,9	64218,8	15,7	57,05	58,68
	Totale				1839,9	64218,8	15,7		
	Retrofit				1839,9	1716,2	1	1,52	3,16
	Totale Retrofit				1839,9	1716,2	1		

### CATEGORIA Dctr

Zona Climatica B		GG	Te	Ep lim cale					
PROVINCIA	LOCALITA'								
ME	SANTA TERESA DI RIVA	637	5	6,71					
ME	SPADAFORA	696	5	7,43					
NU	BOSA	744	5	8,02					
NU	TORTOLI'	744	5	8,02					
RC	BOVALINO	782	3	8,49					
RC	ROCCELLA JONICA	793	3	8,62					
RC	MELITO DI PORTO SALVO	805	3	8,77					
CS	PRAIA A MARE	857	-2	9,40					
CA	MURAVERA	862	3	9,47					
media		769	3	8,32	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	BOVALINO	782	3	8,49	1973,3	12769	5	10,92	12,61
					Totale	17759,7	114921	45	
					Retrofit	1973,3	2144,6	1,4	1,83
					Totale Retrofit	17759,7	19301,4	12,6	

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim cale
PROVINCIA	LOCALITA'			
SR	FLORIDIA	904	5	9,92
NU	SINISCOLA	922	5	10,06
CA	ASSEMINI	935	3	10,16
CA	PULA	946	3	10,24
SA	MAIORI	977	2	10,48
CA	TERRALBA	988	3	10,56
CA	SELARGIUS	1001	3	10,66
TA	LIZZANO	1004	0	10,69
CT	SCORDIA	1032	5	10,90
TP	CAMPOBELLO DI MAZARA	1038	5	10,95
CT	RAMACCA	1040	4	10,96
CA	SAN GAVINO MONREALE	1046	3	11,01
LI	SAN VINCENZO	1051	0	11,05
LE	MONTERONI DI LECCE	1055	0	11,08
SS	ARZACHENA	1074	2	11,22
LE	TREPUZZI	1081	0	11,28
CT	SANT'AGATA LI BATTIATI	1083	3	11,29
LE	PARABITA	1086	0	11,32
LE	NOVOLI	1091	0	11,35
LE	OTRANTO	1099	0	11,42
TA	PULSANO	1138	0	11,71
NA	META DI SORRENTO	1146	2	11,78
CZ	CUTRO	1167	-2	11,94

NA	MUGNANO DI NAPOLI	1174	2	11,99					
SS	SORSO	1174	2	11,99					
AG	RAFFADALI	1177	3	12,01					
CT	SAN GIOVANNI LA PUNTA	1197	3	12,17					
CT	GRAVINA DI CATANIA	1202	3	12,21					
CL	SOMMATINO	1205	-2	12,23					
LE	GALATONE	1224	0	12,38					
SA	NOCERA SUPERIORE	1228	2	12,41					
NA	PALMA CAMPANIA	1229	2	12,41					
TP	PARTANNA	1236	3	12,47					
LT	SAN FELICE CIRCEO	1254	0	12,61					
CA	SANLURI	1267	3	12,71					
CT	MASCALUCIA	1271	3	12,74					
TE	SILVI MARINA	1278	1	12,79					
NA	CASAVATORE	1279	2	12,80					
TE	PINETO	1280	1	12,81					
FG	TRINITAPOLI	1296	0	12,93					
CS	CASSANO ALLO JONIO	1309	-3	13,03					
FG	RODI GARGANICO	1353	0	13,37					
BA	RUTIGLIANO	1360	0	13,42					
MT	BERNALDA	1366	-2	13,47					
AG	CASTELTERMINI	1384	1	13,60					
CE	PIEDIMONTE MATESE	1385	0	13,61					
MT	MONTALBANO	1392	-2	13,67					
FG	ORTA NOVA	1395	0	13,69					
media		1163	1	11,91	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	SILVI MARINA	1278	1	12,79	1973,3	27998,7	10,1	23,95	25,64
					Totale	94718,4	1343938	484,8	
					Retrofit	1973,3	7047,3	3	6,03
					Totale Retrofit	94718,4	338270,4	144	7,72

Zona Climatica D				
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc
FG	APRICENA	1401	0	13,73
BA	PALO DEL COLLE	1435	0	13,96
BA	GRUMO APPULA	1441	0	14,00
FG	LESINA	1449	0	14,05
EN	REGALBUTO	1450	-1	14,06
LU	QUERCETA	1493	0	14,35
VT	MONTALTO DI CASTRO	1497	0	14,38
PZ	LAVELLO	1501	0	14,40
PZ	SENISE	1518	-1	14,52
RM	TORVAIANICA	1536	0	14,64
CL	MAZZARINO	1544	-3	14,69

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

BN	AIROLA	1562	-2	14,81					
SR	PALAZZOLO ACREIDE	1567	2	14,85					
CT	PEDARA	1568	2	14,85					
RM	COLLEFERRO	1571	0	14,87					
AV	CERVINARA	1576	-2	14,91					
NU	MACOMER	1580	2	14,93					
AP	GROTTAMMARE	1591	-2	15,01					
AP	PORTO D'ASCOLI	1593	-2	15,02					
BN	MONTESARCHIO	1616	-2	15,17					
BA	LOCOROTONDO	1618	-2	15,19					
BA	CASAMASSIMA	1648	-1	15,39					
LU	ALTOPASCIO	1648	0	15,39					
CT	RANDAZZO	1654	1	15,43					
TA	LATERZA	1657	-2	15,45					
SS	ITTIRI	1676	2	15,58					
CZ	PETILIA POLICASTRO	1681	-2	15,61					
PZ	LAURIA SUPERIORE	1691	-1	15,68					
PI	SAN GIULIANO TERME	1696	0	15,71					
NU	LANUSEI	1714	2	15,83					
PT	AGLIANA	1737	0	15,99					
PI	NAVACCHIO	1853	0	16,76					
PI	CASTELFRANCO DI SOTTO	1864	0	16,84					
AP	MONTE URBANO	1870	-2	16,88					
PI	PONSACCO	1874	0	16,91					
AQ	PRATOLA PELIGNA	1901	-3	17,09					
SI	SINALUNGA	1965	-2	17,52					
FG	VICO DEL GARGANO	1974	-2	17,58					
PG	MARSCIANO	1978	0	17,60					
PG	BASTIA UMBRA	1994	-1	17,71					
PS	PERGOLA	2036	-3	17,99					
PG	CASTIGLIONE DEL LAGO	2099	-2	18,42					
media		1674	-1	15,57	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	LAURIA SUPERIORE	1691	-1	15,68	1973,3	31704	11,3	27,12	28,81
					Totale	82878,6	1331568	474,6	
					Retrofit	1973,3	5396,4	2,5	4,62
					Totale Retrofit	82878,6	226648,8	105	6,31

Zona Climatica E				
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc
PS	GABICCE MARE	2114	-2	18,58
PS	MAROTTA	2130	-2	18,70
FO	MISANO ADRIATICO	2137	-5	18,75
RN	MIRAMARE DI RIMINI	2139	-5	18,77
BO	GRANAROLO	2162	-5	18,94

BO	MOLINELLA	2168	-5	18,99
FO	SAVIGNANO	2191	-5	19,16
PG	SANTA MARIA DEGLI ANGELI	2198	-1	19,21
BO	CASTEL MAGGIORE	2224	-5	19,41
FO	GAMBETTOLA	2234	-5	19,49
MO	MONANTOLA	2243	-5	19,56
BG	ROMANO DI LOMBARDIA	2251	-5	19,62
RO	PORTO TOLLE	2273	-5	19,78
AR	CAMUCIA	2282	0	19,85
VE	SOTTOMARINA	2313	-5	20,09
BS	REZZATO	2329	-7	20,21
BO	SASSO MARCONI	2339	-5	20,28
VR	ISOLA DELLA SCALA	2348	-5	20,35
MN	OSTIGLIA	2355	-5	20,40
MN	SERMIDE	2355	-5	20,40
RO	CASTELMASSA	2355	-5	20,40
PD	MONTEGROTTO TERME	2383	-5	20,62
BS	MANERBIO	2400	-7	20,75
MI	CARUGATE	2404	-5	20,78
MI	OPERA	2404	-5	20,78
MI	PALAZZOLO MILANESE	2404	-5	20,78
BS	GUSSAGO	2410	-7	20,82
BG	CALOLZIOCORTE	2412	-5	20,84
FE	ARGENTA	2414	-5	20,85
RE	RUBIERA	2419	-5	20,89
MN	ASOLA	2420	-5	20,90
TV	SPRESIANO	2430	-5	20,97
BG	ALZANO LOMBARDO	2432	-5	20,99
RE	NOVELLARA	2436	-5	21,02
RE	CASTEL NUOVO DI SOTTO	2441	-5	21,06
BG	TRESCORE	2454	-5	21,16
PN	PORCIA	2468	-5	21,26
MC	CAMERINO	2481	-4	21,36
PR	COLORNO	2494	-5	21,46
VA	BESOZZO	2506	-5	21,55
BS	DARFO BOARIO TERME	2510	-7	21,58
VA	GAVIRATE	2511	-5	21,59
NO	DOMODOSSOLA	2542	-5	21,82
VC	SANTHIA'	2542	-8	21,82
BS	NAVE	2547	-7	21,86
CO	LOMAZZO	2550	-5	21,88
RE	CAVRIAGO	2555	-5	21,92
MI	BAREGGIO	2563	-5	21,98

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

TO	CARIGNANO	2578	-8	22,10						
NO	GRAVELLONA TOCE	2579	-5	22,10						
PR	COLLECCHIO	2600	-5	22,26						
CO	FINO MORNASCO	2604	-5	22,29						
PV	CASTEGGIO	2619	-5	22,41						
BS	SAREZZO	2623	-7	22,44						
MI	SEDRIANO	2631	-5	22,50						
TO	BORGARO TORINESE	2639	-8	22,56						
VE	BIBIONE	2649	-5	22,63						
NO	BELLINZAGO NOVARESE	2659	-5	22,71						
TO	CASTELLAMONTE	2659	-8	22,71						
TO	VOLPIANO	2682	-8	22,88						
PC	CARPANETO PIACENTINO	2682	-5	22,88						
VR	CAPRINO VERONESE	2709	-5	23,09						
TO	LEINI'	2722	-8	23,19						
TO	PIANEZZA	2735	-8	23,29						
NO	GOZZANO	2782	-6	23,64						
VA	LONATE POZZOLO	2879	-5	24,38						
VA	CARDANO AL CAMPO	2880	-5	24,39						
VA	FAGNANO OLONA	2915	-5	24,65						
TO	AVIGLIANA	2928	-8	24,75						
media		2470	-5	21,28	FEacs	Ferise	CO2	Epi	Epglob	
località riferimento	PORCIA	2468	-5	21,26	1973,3	52593,4	18,4	45	46,69	
					Totale	136157,7	3628945	1269,6		
					Retrofit	1973,3	10404,7	4,2	8,9	10,59
					Totale Retrofit	136157,7	717924,3	289,8		

Zona Climatica F										
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc						
CN	BORG SAN DALMAZZO	3104	-10	26,08						
TO	LANZO TORINESE	3197	-9	26,79						
media		3150,5	-9,5	26,44	FEacs	Ferise	CO2	Epi	Epglob	
località riferimento	BORG SAN DALMAZZO	3104	-10	26,08	1973,3	61255,1	21,3	52,41	54,1	
					Totale	3946,6	122510,2	42,6		
					Retrofit	1973,3	10457,8	4,2	8,95	10,67
					Totale Retrofit	3946,6	20915,6	8,4		

## CATEGORIA E

Zona Climatica B		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
ME	GIARDINI	635	5	7,52					
ME	TERME DI VIGILATORE	667	5	7,96					
NU	BARI SARDO	824	4	10,08					
CA	GIBA	833	3	10,20					
CT	TORRE ARCHIRAFI	857	5	10,53					
RG	SANTA CROCE CAMERINA	877	7	10,80					
CZ	BRIATICO	891	-1	10,99					
media		798	4	9,73	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	BARI SARDO	824	4	10,08	1179,8	34499,8	10,2	36,73	37,99
Totale					8258,6	241498,6	71,4		
Retrofit					1179,8	14175	5	16,84	18,24
Totale Retrofit					8258,6	99225	35		

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim calc
PROVINCIA	LOCALITA'			
CT	CALATABIANO	913	5	11,18
CE	RECALE	918	0	11,22
CE	SAN PRISCO	928	0	11,30
TP	PETROSINO	936	5	11,36
CA	MARACALOGONIS	939	3	11,39
ME	SANTA LUCIA DEL MELA	994	5	11,84
CA	SARROCH	999	3	11,88
AG	BURGIO	1002	3	11,91
TP	CUSTOMACI	1015	5	12,01
CE	GRAZZANISE	1086	0	12,60
CE	FRIGNANO	1101	0	12,72
CE	CAPODRISE	1109	0	12,79
CE	MACERATA CAMPANIA	1109	0	12,79
LE	SAN PIETRO IN LAMA	1111	0	12,80
OR	MOGORO	1124	3	12,91
CZ	ROCCA DI NETO	1132	0	12,98
CE	CANCELLO ARNONE	1134	0	12,99
CA	SERRENTI	1147	3	13,10
SA	SAN VALENTINO TORIO	1150	2	13,12
SS	GOLFO ARANCI	1150	2	13,12
CE	VITULAZIO	1155	0	13,16
BR	CELLINO SAN MARCO	1159	0	13,20
RC	CINQUEFRONDI	1191	3	13,46
TE	VILLAROSA DI MARTINSICURO	1201	0	13,54
OR	ALES	1204	3	13,57

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

CA	SENORBI'	1215	3	13,66					
IM	SAN BARTOLOMEO A MARE	1240	0	13,86					
LE	CASTRO	1243	0	13,89					
CT	TREMESTIERI ETNEO	1250	5	13,95					
CE	ALIFE	1263	0	14,05					
BA	CAPURSO	1287	0	14,25					
SA	SERRE	1294	2	14,31					
LE	ANDRANO	1296	0	14,32					
SS	OSCHIRI	1300	2	14,36					
CT	CASTEL DI JUDICA	1349	5	14,76					
BA	BITETTO	1380	0	15,01					
media		1140	2	13,04	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	SAN VALENTINO TORIO	1150	2	13,12	1179,8	32627,7	9,7	34,74	36
					Totale	42472,8	1174597	349,2	
					Retrofit	1179,8	12856,5	4,6	15,27
					Totale Retrofit	42472,8	462834	165,6	

Zona Climatica D		GG	Te	Ep lim cale
PROVINCIA	LOCALITA'			
BA	ADELFA MONTRONE	1402	0	15,18
CA	ARBUS	1402	1	15,18
CH	TOLLO	1424	0	15,33
CT	MIRABELLA IMBACCARI	1430	2	15,37
LI	DONORATICO	1432	0	15,39
LU	MASSAROSA	1433	0	15,39
MT	TURSI	1452	-2	15,53
PE	CEPAGATTI	1489	2	15,78
AV	AVELLA	1500	-2	15,86
BN	APICE	1523	-2	16,02
OR	CUGLIERI	1554	1	16,24
BN	CERRETO SANNITA	1574	-2	16,38
CB	PETACCIATO	1594	-2	16,52
SI	BUONCONVENTO	1598	-2	16,55
PI	VECCHIANO	1600	0	16,56
TE	SANT'EGIDIO ALLA VIBRATA	1621	0	16,71
SI	MONTERONI D'ARBIA	1621	-2	16,71
TE	TORTORETO LIDO	1625	0	16,74
SA	FISCIANO	1637	0	16,82
LI	ROSIGNANO MARITTIMO	1640	0	16,84
CA	MANDAS	1652	1	16,92
RM	GALLICANO NEL LAZIO	1659	-1	16,97
SA	CAPACCIO SCALO	1661	0	16,99
SI	ASCIANO	1687	-2	17,17
PT	CHIESA UZZANESE	1695	0	17,22

PT	PIEVE A NIEVOLE	1708	0	17,32					
EN	CALASCIBETTA	1710	-2	17,33					
BA	SAMMICHELE	1735	-1	17,50					
SS	POZZOMAGGIORE	1748	1	17,60					
CT	LINGUAGLOSSA	1760	2	17,68					
BN	SAN GIORGIO DEL SANNIO	1762	-3	17,69					
EN	AIDONE	1763	-3	17,70					
NU	ORGOSOLO	1763	2	17,70					
SS	THIESI	1792	1	17,90					
VT	NEPI	1824	0	18,13					
AN	MONTEMARCIANO	1826	-2	18,14					
PT	SANTA LUCIA UZZANESE	1837	0	18,22					
CZ	TAVERNA	1843	-3	18,26					
CZ	COTRONEI	1846	-2	18,28					
BN	GUARDIA SANFRAMONDI	1849	-4	18,30					
CH	PALOMBARO	1868	-1	18,43					
NU	VILLAGRANDE STRISAILI	1895	2	18,62					
AQ	BALSORANO	1897	-3	18,64					
TR	ORVIETO STAZIONE	1905	-2	18,69					
GE	MANESSENO	1906	0	18,70					
AV	SERINO	1909	-2	18,72					
FI	SIECI	1928	0	18,85					
FG	TROIA	1964	-2	19,11					
AN	CAMERANO	1969	-3	19,14					
FR	ATINA INFERIORE	1970	0	19,15					
AV	MONTELLA	2002	-3	19,37					
PZ	GENZANO DI LUCANIA	2015	-2	19,46					
AV	LIONI	2022	-3	19,51					
AR	SUBBIANO	2041	0	19,64					
TE	SANT'ONOFRIO DI CAMPLI	2045	0	19,67					
LU	GALLICANO	2053	0	19,73					
RM	CARPINETO ROMANO	2063	-3	19,80					
PG	PASSIGNANO SUL TRASIMENO	2084	-1	19,94					
SI	MONTEPULCIANO STAZIONE	2100	-3	20,06					
media		1751	-1	17,62	FEacs	Ferise	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	SAMMICHELE	1735	-1	17,50	1179,8	53208,1	15,5	56,65	57,91
				Totale	69608,2	3139278	914,5		
				Retrofit	1179,8	18189,1	6,3	21,61	23,01
				Totale Retrofit	69608,2	1073157	371,7		

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

Zona Climatica E	PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc
	AR	RASSINA	2109	0	20,23
	PG	SAN GIUSTINO	2132	-2	20,42
	RN	OPSEDALETTO DI RIMINI	2139	-5	20,48
	BN	MORCONE	2162	-5	20,67
	FI	TAVARNUZZE	2186	0	20,87
	BO	SAN MATTEO DELLA DECIMA	2187	-5	20,88
	BO	SANT'AGATA BOLOGNESE	2187	-5	20,88
	FO	SAN GIOVANNI IN MARGIGNANO	2187	-5	20,88
	PG	PIERANTONIO	2192	-1	20,92
	GR	CASTEL DEL PIANO	2199	-3	20,98
	AV	MONTECALVO IRPINO	2214	-3	21,11
	GR	SCANSANO	2216	-2	21,12
	AV	STURNO	2233	-4	21,27
	AQ	CIVITELLA ROVETO	2234	-5	21,28
	RI	PASSO CORESE	2242	-5	21,34
	AR	LUCIGNANO	2248	0	21,39
	FE	LAGOSANTO	2268	-5	21,56
	FE	GORO	2269	-5	21,57
	MC	SARNANO	2270	-3	21,58
	FE	OSTELLATO	2270	-5	21,58
	VT	SORIANO NEL CIMINO	2272	0	21,59
	SS	BUDDUSO'	2276	0	21,63
	MO	SAVIGNANO SUL PANARO	2289	-5	21,74
	NU	FONNI	2315	0	21,95
	VR	VILLA BARTOLOMEA	2320	-5	21,99
	VI	MONTEBELLO VICENTINO	2325	-5	22,04
	FE	VIGARANO MAINARDA	2327	-5	22,05
	RO	FIESSO UMBERTIANO	2329	-5	22,07
	PS	MACERATA FELTRIA	2331	-4	22,09
	BG	ZINGONIA	2340	-5	22,16
	TV	OLMI	2343	-5	22,19
	VR	TREVENZUOLO	2348	-5	22,23
	VE	NOVENTA DI PIAVE	2349	-5	22,24
	RA	RIOLO TERME	2349	-5	22,24
	VR	BUTTAPIETRA	2359	-5	22,32
	UD	MARTIGNACCO	2364	-5	22,36
	VI	QUINTO VICENTINO	2368	-5	22,40
	BG	COLOGNO AL SERIO	2369	-5	22,40
	CZ	SOVERIA MANNELLI	2374	-4	22,45
	AV	LACEDONIA	2377	-4	22,47

BS	COLOGNE BRESCIANE	2383	-7	22,52
PD	CERVARESE S. CROCE	2383	-5	22,52
PD	SALETTO DI VIGODARZERE	2383	-5	22,52
MN	CASTEL D'ARIO	2388	-5	22,56
MN	PORTO MANTOVANO	2388	-5	22,56
MN	VIRGILIO	2388	-5	22,56
VI	COSTABISSARA	2388	-5	22,56
CR	GUSSOLA	2389	-5	22,57
VI	CALDOGNO	2395	-5	22,62
FE	LIDO DEGLI ESTENSI	2400	-5	22,66
RE	MONTECAVOLO	2400	-5	22,66
PN	ROVEREDO IN PIANO	2403	-5	22,69
MI	PESSANO CON BORNAGO	2404	-5	22,70
RO	CRESPINO	2406	-5	22,71
VI	NOVE	2411	-5	22,76
VI	CASSOLA	2412	-5	22,76
TV	SERNAGLIA DELLA BATTAGLIA	2416	-5	22,80
BG	BREMBATE DI SOTTO	2428	-5	22,90
MN	CASTEL GOFFREDO	2428	-5	22,90
RE	VILLAROTTA	2434	-5	22,95
TV	FONTE	2439	-5	22,99
VI	ZUGLIANO	2440	-5	23,00
BO	PIANORO	2441	-5	23,01
VI	SARCEDO	2445	-5	23,04
VE	MEOLO	2447	-5	23,06
CO	CIVATE	2452	-5	23,10
PN	FIUME VENETO	2452	-5	23,10
BG	VILLA DI SERIO	2460	-5	23,17
BG	SCANZOROSCIATE	2466	-5	23,22
MI	TRIUGGIO	2466	-5	23,22
PD	BAGNOLI DI SOPRA	2466	-5	23,22
RO	COSTA DI ROVIGO	2466	-5	23,22
PD	VILLANOVA DI CAMPOSAMPIERO	2467	-5	23,22
VE	SANTA MARIA DI SALA	2467	-5	23,22
MI	BOFFALORA SOPRA TICINO	2470	-5	23,25
VI	CASTELGOMBERTO	2477	-5	23,31
UD	OSOPPO	2483	-5	23,36
PR	SISSA	2498	-5	23,48
VA	LAVENA PONTE TRESA	2507	-5	23,56
CO	CADORAGO	2514	-5	23,62
NO	PRATO SESIA	2518	-5	23,65
PC	MONTICELLI D'ONGINA	2535	-5	23,79
LU	FORNACI DI BARGA	2536	0	23,80

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

BS	PROVAGLIO D'ISEO	2538	-7	23,82					
VE	QUARTO D'ALTINO	2541	-5	23,84					
CR	RIVOLTA D'ADDA	2557	-5	23,98					
VI	CORNEDO VICENTINO	2568	-5	24,07					
VC	OCCHIEPPO INFERIORE	2576	-9	24,14					
AQ	GIOIA DEI MARSI	2586	-5	24,22					
VA	SOLBIATE OLONA	2593	-5	24,28					
AR	CAPOLONA	2594	-2	24,29					
CO	ALZATE BRIANZA	2596	-5	24,30					
VR	NEGRAR	2605	-5	24,38					
PV	BRESSANA BOTTARONE	2619	-5	24,50					
VR	CASTELNUOVO DEL GARDA	2626	-5	24,56					
NO	ROMENTINO	2646	-5	24,72					
VE	CONA	2649	-5	24,75					
VE	PRAMAGGIORE	2649	-5	24,75					
VE	CEGGIA	2649	-5	24,75					
VE	SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO	2649	-5	24,75					
VC	CAVAGLIA'	2657	-8	24,81					
TV	SAN GIACOMO DI VEGLIA	2657	-5	24,81					
VI	TORREBELVICINO	2666	-6	24,89					
PV	CILAVEGNA	2673	-5	24,95					
NO	OLEGGIO CASTELLO	2685	-5	25,05					
VC	PONDERANO	2691	-9	25,10					
NO	VARALLO POMBIA	2694	-5	25,12					
PC	LUGAGNANO VAL D'ARDA	2740	-5	25,51					
VC	MONGRANDO	2748	-9	25,58					
PC	CASTELL'ARQUATO	2750	-5	25,59					
TO	PEROSA ARGENTINA	2755	-8	25,63					
VC	QUARONA	2798	-9	25,99					
TO	CUMIANA	2829	-8	26,25					
VC	PRAY BIELLESE	2850	-9	26,43					
TO	SANT'AMBROGIO	2888	-8	26,75					
TO	CONDOVE	2918	-8	27,00					
TO	SANT'ANTONINO DI SUSÀ	2924	-8	27,05					
media		2453	-5	23,11	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	FIUME VENETO	2452	-5	23,10	1179,8	76459,8	22	81,41	82,66
					Totale	138036,6	8945797	2574	
					Retrofit	1179,8	25694,5	8,7	30,53
					Totale Retrofit	138036,6	3006257	1017,9	

Zona Climatica F		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
CN	PEVERAGNO	3022	-10	27,87					
TO	VILLAR PEROSA	3149	-9	28,93					
UD	PALUZZA	3297	-7	30,17					
PR	BERCETO	3317	-9	30,34					
media		3196	-9	29,33	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	VILLAR PEROSA	3149	-9	28,93	1179,8	92966,9	26,6	98,98	100,24
				Totale	4719,2	371867,6	106,4		
				Retrofit	1179,8	29609,3	9,8	35,18	36,58
				Totale Retrofit	4719,2	118437,2	39,2		

### CATEGORIA Ectr

Zona Climatica B									
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
ME	VILAFRANCA TIRRENA	664	5	7,23					
CT	ACI CASTELLO	784	3	8,74					
media		724	4	7,99	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	ACI CASTELLO	784	3	8,74	1699,4	27595,3	7,4	25,56	27,13
Totale					3398,8	55190,6	14,8		
Retrofit					1699,4	8728,1	2,8	8,08	9,66
Totale Retrofit					3398,8	17456,2	5,6		

Zona Climatica C									
PV	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
SS	SANTA TERESA DI GALLURA	992	2	10,87					
SA	SANTA MARIA DI CASTELLABATE	1088	2	11,62					
AV	BAIANO	1117	-2	11,84					
CS	MARINA DI BELVEDERE M.	1120	-3	11,87					
NA	MONTE DI PROCIDA	1125	2	11,90					
TA	AVETRANA	1147	0	12,08					
CE	SPARANISE	1172	0	12,27					
CT	ZAFFERANA ETNEA	1184	2	12,36					
CE	CARINOLA	1190	0	12,41					
PA	CASTELBUONO	1321	3	13,43					
NU	DORGALI	1360	2	13,74					
BN	SOLOPACA	1398	-2	14,03					
media		1185	1	12,37	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	SPARANISE	1172	0	12,27	1699,4	40330,6	10,5	37,35	38,93
Totale					20392,8	483967,2	126		
Retrofit					1699,4	13690,4	4	12,68	14,25
Totale Retrofit					20392,8	164284,8	48		

Zona Climatica D									
PV	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
CL	SERRADIFALCO	1426	-3	14,22					
SA	MONTECORVINO ROVELLA	1536	0	14,97					
SA	CONTURSI	1546	1	15,03					
FG	SAN PAOLO DI CIVITATE	1576	0	15,24					
PZ	SANT'ARCANGELO	1614	-1	15,49					
AV	PRATA PRINCIPATO ULTRA	1648	-2	15,72					
SA	PAESTUM	1661	2	15,81					

BN	VITULANO	1853	-4	17,11					
PZ	FILIANO	1995	-2	18,07					
media		1651	-1	15,74	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	SANT'ARCANGELO	1614	-1	15,49	1699,4	53743,3	13,8	49,78	51,35
					Totale	15294,6	483689,7	124,2	
					Retrofit	1699,4	20037,2	5,5	18,56
					Totale Retrofit	15294,6	180334,8	49,5	20,13

Zona Climatica E									
PV	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
ME	MISTRETTA	2165	1	19,35					
MO	CAVEZZO	2202	-5	19,64					
PZ	CHIARAMONTE	2226	-3	19,82					
CE	ROCCAMONFINA	2255	-3	20,05					
PR	SORBOLO	2359	-5	20,85					
MN	GUIDIZZOLO	2377	-5	20,99					
MN	RONCOFERRARO	2388	-5	21,08					
RE	SAN MARTINO IN RIO	2394	-5	21,13					
PZ	LAURENZANA	2455	-3	21,60					
BG	TORRE BOLDONE	2467	-5	21,69					
VC	CIGLIANO	2613	-8	22,82					
AO	VERRES	2793	-10	24,22					
media		2391	-5	21,10	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	SAN MARTINO IN RIO	2394	-5	21,13	1699,4	83300,2	18	77,15	78,72
					Totale	20392,8	999602,4	216	
					Retrofit	1699,4	25322,8	10	23,45
					Totale Retrofit	20392,8	303873,6	120	25,03

Zona Climatica F									
PV	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
TO	BUSSOLENO	3014	-9	25,94					
media		3014	-9	25,94	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	BUSSOLENO	3014	-9	25,94	1699,4	87958	24,6	81,46	83,04
					Totale	1699,4	87958	24,6	
					Retrofit	1699,4	27680,6	7,4	25,64
					Totale Retrofit	1699,4	27680,6	7,4	27,21

### CATEGORIA Er

Zona Climatica B		GG	Te	Ep lim calc	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
PROVINCIA	LOCALITA'								
RC	AFRICO	664	3	8,60					
SR	PORTOPALO DI CAPO PASSERO	728	5	9,53					
CT	GUARDIA	833	5	11,05					
RG	DONNA LUCATA - SCICLI	899	7	12,01					
media		781	5	10,30					
località riferimento	PORTOPALO DI CAPO PASSERO	728	5	9,53	765,4	22330,3	7,8	28,26	29,23
Totale					3061,6	89321,2	31,2		
Retrofit					765,4	9180,4	3,5	11,62	12,59
Totale Retrofit					3061,6	36721,6	14		

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim calc
PROVINCIA	LOCALITA'			
CA	TEULADA	913	3	12,10
RC	PLACANICA	916	3	12,13
CA	CORTOGHIANA	922	3	12,18
CT	MACCHIA DI GIARRE	935	5	12,29
CT	SAN GIOVANNI MONTEBELLO	935	3	12,29
OR	SAN NICOLO' D'ARCIDANO	972	3	12,61
RC	GALATRO	985	3	12,72
AG	CALAMONACI	988	3	12,75
CA	FLUMINIMAGGIORE	1000	3	12,85
SS	FERTILIA	1001	3	12,86
RC	MELICUCCO	1003	3	12,88
CA	DOMUS DE MARIA	1005	3	12,89
SS	PERFUGAS	1006	2	12,90
RC	CAMPO CALABRO	1015	3	12,98
RC	BIVONGI	1029	2	13,10
SS	URI	1042	2	13,21
LE	ARNESANO	1052	0	13,30
OR	RIOLA SARDO	1059	3	13,36
OR	SANTA GIUSTA	1060	3	13,37
OR	SIMAXIS	1069	3	13,45
OR	VILLAURBANA	1084	3	13,58
RC	RIACE	1091	2	13,64
CA	NURAMINIS	1102	3	13,73

CA	SANTADI	1119	3	13,88
OR	MASULLAS	1121	3	13,90
TA	FAGGIANO	1137	0	14,03
CA	VILLAMAR	1137	3	14,03
RC	MAROPATI	1154	2	14,18
CZ	GEROCARNE	1160	-2	14,23
CS	MIRTO-CROSIA	1163	-3	14,26
BN	AMOROSI	1179	-2	14,40
CE	FALCIANO DEL MASSICO	1182	0	14,42
AG	MONTEVAGO	1189	3	14,48
ME	FRANCAVILLA DI SICILIA	1191	3	14,50
CL	CAMPOFRANCO	1192	-2	14,51
LE	STERNATIA	1197	0	14,55
LE	ACQUARICA DEL CAPO	1198	0	14,56
LE	SAN DONATO DI LECCE	1202	0	14,60
PA	SAN CIPIRELLO	1203	3	14,61
TP	SALAPARUTA	1203	3	14,61
LE	ZOLLINO	1206	0	14,63
NU	OTTANA	1208	4	14,65
TP	POGGIOREALE	1212	3	14,68
CZ	SETTINGIANO	1219	-2	14,74
LE	SANARICA	1224	0	14,79
TA	SAN MARZANO	1247	0	14,99
CE	SANT'ANDREA DEL PIZZONE	1249	0	15,00
BR	PEZZE DI GRECO	1251	0	15,02
CZ	SQUILLACE	1258	-2	15,08
GR	ALBINIA	1260	0	15,10
TA	FRAGAGNANO	1266	0	15,15
CA	BARUMINI	1270	3	15,18
CZ	SATRIANO	1275	-2	15,23
TP	GIBELLINA	1276	3	15,24
AG	LUCCA SICULA	1282	2	15,29
FR	PIEDIMONTE S. GERMANO	1284	0	15,30
FR	AQUINO	1286	0	15,32
CA	GUASILA	1292	2	15,37
CZ	SAN CALOGERO	1297	-2	15,42
NU	BORORE	1301	2	15,45
CE	ARIENZO	1303	0	15,47
BR	SAN MICHELE SALENTINO	1307	0	15,50
CS	SIBARI STAZIONE	1309	-2	15,52
RC	GROTTERIA	1317	1	15,59
CE	MIGNANO MONTELUONGO	1318	0	15,60
RC	CONDOFURI MARINA	1323	1	15,64

PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

RG	FRIGINTINI	1324	5	15,65					
AV	SPERONE	1325	-2	15,66					
LI	SAN PIETRO PALAZZI	1332	0	15,72					
OR	PAULILATINO	1335	2	15,75					
CT	SAN PIETRO CLARENZA	1337	3	15,76					
OR	TRESNURAGHES	1340	2	15,79					
CE	RIARDO	1344	0	15,82					
PA	ROCCAMENA	1346	3	15,84					
CT	GIUMARRA	1349	4	15,87					
CS	LAINO BORGO	1351	-3	15,88					
CE	PRATELLA	1363	0	15,99					
CZ	MARCELLINARA	1363	-2	15,99					
IM	DOLCEACQUA	1365	0	16,00					
MT	METAPONTO	1366	-2	16,01					
CS	VILLAPIANA SCALO	1371	-3	16,06					
CL	MILENA	1373	-3	16,07					
RG	GIARRATANA	1375	5	16,09					
CZ	BELVEDERE SPINELLO	1383	-2	16,16					
TP	VITA	1389	3	16,21					
media		1199	1	14,57	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	GROTTERIA	1317	1	15,59	765,4	35384,3	12,2	44,78	45,75
					Totale	65059	3007666	1037	
					Retrofit	765,4	14892,9	5,4	18,85
					Totale Retrofit	65059	1265897	459	19,81

Zona Climatica D				
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc
CZ	SANT'ANDREA DELLO JONIO	1404	-2	16,31
CZ	CARAFFA	1409	-2	16,34
SR	CASSARO	1409	2	16,34
AG	CASTROFILIPPO	1425	2	16,46
SP	SAN MARTINO DURASCA	1433	0	16,52
LU	STIAVA	1433	0	16,52
CT	SAN CONO	1437	2	16,55
CH	TORINO DI SANGRO	1442	0	16,58
BN	MELIZZANO	1461	-2	16,72
FG	ORDONA	1473	0	16,81
AV	MONTORO SUPERIORE	1476	-2	16,83
FR	PICO	1478	0	16,84
SS	BERCHIDDA	1486	2	16,90
SS	MONTI	1486	2	16,90
AP	PAGLIARE	1504	-2	17,03

CL	ACQUAVIVA PLATANI	1508	-3	17,06
CB	SAN GIACOMO DEGLI SCHIAVONI	1514	-1	17,10
FG	CHIEUTI	1547	0	17,34
AV	MELITO IRPINO	1549	-2	17,35
CZ	STALETTI	1551	-2	17,37
CL	SUTERA	1557	-3	17,41
TE	SANTOMERO	1571	0	17,51
RM	COLLEFERRO STAZIONE	1571	0	17,51
CL	RESUTTANO	1572	-3	17,52
AV	FERRARI DI CERVINARA	1576	-2	17,55
RC	SANTEUFEMIA D'ASPROMONTE	1581	1	17,58
CS	CASTIGLIONE COSENTINO	1588	-3	17,64
PA	CONTESSA ENTELLINA	1588	2	17,64
CZ	SAN GREGORIO D'IPPONA	1593	-2	17,67
CL	VILLALBA	1602	-3	17,74
SA	SANT'ARSENIO	1604	0	17,75
SP	ROMITO MAGRA	1604	0	17,75
MT	PISTICCI SCALO	1615	-2	17,83
TE	TORTORETO	1625	0	17,90
CH	ARI	1630	0	17,94
PZ	VIETRI DI POTENZA	1645	-1	18,05
NU	LACONI	1648	2	18,07
LT	SEZZE STAZIONE	1661	-2	18,16
CT	NICOLOSI	1663	4	18,18
CE	MARZANO APPIO	1685	-1	18,33
CZ	GASPERINA	1687	-2	18,35
SI	MONTERIGGIONI	1687	-2	18,35
AV	ROTONDI	1688	-2	18,36
LU	LUNATA	1691	0	18,38
PT	FERRUCCIA	1691	0	18,38
BN	PIETRELCINA	1698	-3	18,43
CZ	CESSANITI	1699	-2	18,44
CH	MONTEODORISIO	1708	0	18,50
SS	FLORINAS	1708	2	18,50
EN	NISSORIA	1710	-2	18,52
CS	VACCARIZZO ALBANESE	1718	-4	18,57
SR	BUCCHERI	1720	1	18,59
FG	CASTELLUCCIO DEI SAURI	1726	-1	18,63
BN	CEPPALONI	1740	-3	18,73
SP	PRATI DI VEZZANO	1758	-1	18,86
TE	CASTILENTI	1760	0	18,88
CB	ROTELLO	1766	-2	18,92
CH	CARPINETO SINELLO	1768	0	18,93

## PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

## IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

RM	CAMPAGNANO	1769	-1	18,94
PA	VALLEDOLMO	1786	1	19,06
SS	VILLANOVA MONTELEONE	1793	0	19,11
TE	ANCARANO	1797	0	19,14
SI	SOVICILLE	1797	-2	19,14
TR	ARRONE	1800	-2	19,16
BN	SAN NICOLA MANFREDI	1815	-3	19,27
PZ	TRECCHINA	1818	-1	19,29
FR	GIULIANO DI ROMA	1822	0	19,32
LT	NORMA	1828	-2	19,37
TR	FERENTILLO	1838	-2	19,44
FG	CASALVECCHIO DI PUGLIA	1851	-2	19,53
PI	LA ROTTA	1861	0	19,60
PI	ORENTANO	1864	0	19,63
MC	APPIGNANO	1879	-2	19,73
SS	BONORVA	1881	1	19,75
NU	SORGONO	1882	2	19,76
AN	CASTELFERRETTI	1888	-2	19,80
RM	VICOVARO	1891	-2	19,82
VT	VASANELLO	1891	0	19,82
CE	CONCA DELLA CAMPANIA	1892	-2	19,83
RC	GIFFONE	1896	0	19,86
PG	SANT'ERACLIO	1899	-1	19,88
AV	FONTANAROSA	1906	-2	19,93
PG	FRATTA TODINA	1915	-1	19,99
PI	MONTECALVOLI	1916	0	20,00
CS	CASTROLIBERO	1917	-4	20,01
AV	TAURASI	1933	-2	20,12
MC	MONTECOSARO STAZIONE	1934	-2	20,13
SS	BONO	1934	0	20,13
BN	CUSANO MUTRI	1935	-4	20,14
CA	BURCEI	1950	0	20,25
CS	FAGNANO CASTELLO	1951	-4	20,25
SA	VALVA	1952	-1	20,26
AR	LEVANE	1953	0	20,27
AP	MARINA PALMENSE	1955	-2	20,28
FG	CASTELNUOVO DELLA DAUNIA	1958	-2	20,30
SI	BETTOLLE	1965	-2	20,35
FG	SAN MENAIO	1974	0	20,42
PG	CASTIGLIONE DELLA VALLE	1978	0	20,45
PG	SPINA	1978	-2	20,45
TR	SAN GEMINI	1978	-3	20,45
BN	SAN LUPO	1980	-4	20,46

AQ	SAN VINCENZO VALLE ROVETO	1983	-3	20,48					
PG	CANNARA	1985	0	20,50					
SA	SANTOMENNA	1989	-1	20,53					
BN	PONTELANDOLFO	1998	-4	20,59					
MC	CALDAROLA	2007	-2	20,66					
CH	FURCI	2021	-1	20,76					
TR	FABRO SCALO	2027	-3	20,80					
AR	BUCINE	2050	0	20,97					
SA	SICIGNANO DEGLI ALBURNI	2058	-1	21,02					
AR	CASTELFRANCO DI SOPRA	2064	0	21,07					
AV	SANTA PAOLINA	2072	-3	21,13					
AN	OSIMO STAZIONE	2073	-3	21,13					
AR	CASTIGLION FIBOCCHI	2093	0	21,28					
CZ	CACCURI	2094	-4	21,28					
SI	ACQUAVIVA	2100	-2	21,33					
media		1763	-1	18,90	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	CAMPAGNANO	1769	-1	18,94	765,4	48986,4	16,8	61,99	62,96
					Totale	88786,4	5682422	1948,8	
					Retrofit	765,4	18742,5	6,6	23,72
					Totale Retrofit	88786,4	2174130	765,6	24,69

Zona Climatica E				
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc
SA	COLLIANO	2102	-1	21,48
VT	ISCHIA DI CASTRO	2102	0	21,48
AN	BELVEDERE OSTRENSE	2109	-3	21,54
CB	MONACILIONI	2116	-4	21,61
AV	GROTTOLELLA	2120	-3	21,64
AP	SERVIGLIANO	2123	-2	21,67
SA	CASTELNUOVO DI CONZA	2127	-1	21,71
CB	SPINETE	2130	-4	21,73
FO	BORELLO	2130	-5	21,73
FO	DIEGARO	2130	-5	21,73
FO	SAN GIORGIO DI CESENA	2130	-5	21,73
FO	SAN VITTORE	2130	-5	21,73
AR	LORO CIUFFENNA	2140	0	21,82
RC	SANTO STEFANO IN ASPROMONTE	2141	-1	21,83
MS	LICCIANA NARDI	2146	0	21,88
FG	RIGNANO GARGANICO	2147	-3	21,89
PZ	RUVO DEL MONTE	2148	-3	21,89
AN	MOIE	2149	-2	21,90
FI	SAN PIETRO A SIEVE	2151	0	21,92

## PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

## IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

PG	PIEGARO	2152	-2	21,93
CB	SAN MASSIMO	2173	-4	22,12
UD	PORPETTO	2180	-5	22,18
PS	SAN COSTANZO	2193	-2	22,30
PG	PETRIGNANO D'ASSISI	2198	-1	22,34
IS	CARPINONE	2211	-5	22,46
PG	TAVERNELLE	2228	-1	22,61
UD	SANTA MARIA LA LONGA	2234	-5	22,67
AN	STAFFOLO	2234	-4	22,67
SI	SARTEANO	2237	-3	22,69
RA	CONSELICE	2239	-5	22,71
MC	APIRO	2243	-3	22,75
SI	RADDA IN CHIANTI	2245	-3	22,76
MO	FOSSOLI	2246	-5	22,77
AV	TEORA	2248	-4	22,79
FG	SAN MARCO LA CATOLA	2251	-3	22,82
BN	CIRCELLO	2253	-5	22,84
AV	TORELLA DEI LOMBARDI	2255	-4	22,85
AV	ZUNGOLI	2255	-4	22,85
CS	SAN GIACOMO D'ACRI	2256	-5	22,86
RA	REDA	2263	-5	22,93
CB	SANTELIA A PIANISI	2266	-4	22,95
FI	GAMBASSI TERME	2273	-1	23,02
FE	RO FERRARESE	2274	-5	23,03
GO	SAVOGNA D'ISONZO	2275	-5	23,03
TE	CERMIGNANO	2281	-2	23,09
UD	TERENZANO	2281	-5	23,09
AR	TERONTOLA	2282	0	23,10
MS	MONZONE	2283	-1	23,11
VI	MONTEGALDA	2284	-5	23,11
MO	FORMIGINE	2286	-5	23,13
BO	SESTO IMOLESE	2292	-5	23,19
UD	MERETO DI TOMBA	2292	-5	23,19
CR	ROMANENGO	2320	-5	23,44
AV	CARIFE	2324	-4	23,47
VR	RONCANOVA	2324	-5	23,47
VR	SAN PIETRO DI LEGNAGO	2324	-5	23,47
FG	VOLTURINO	2326	-3	23,49
SI	CASTELLINA IN CHIANTI	2326	-3	23,49
TE	VILLA LEMPA	2327	-2	23,50
RO	OCCHIOBELLO	2329	-5	23,52
BN	SAN MARCO DEI CAVOTI	2335	-5	23,57
PS	SASSOCORVARO	2336	-4	23,58

VI	PONTE DI BARBARANO	2337	-5	23,59
MC	VISSO	2350	-3	23,71
RO	BAGNOLO DI PO	2355	-5	23,75
RO	CANARO	2355	-5	23,75
RO	GIACCIANO CON BARUCHELLA	2355	-5	23,75
VR	CASTAGNARO	2360	-5	23,80
CO	GARLATE	2361	-5	23,81
AV	MORRA DE SANCTIS	2363	-5	23,82
VR	RALDON	2366	-5	23,85
PR	PIEVEOTTOVILLE	2376	-5	23,94
PR	POLESINE PARMENSE	2377	-5	23,95
PC	CASTELVETRO	2381	-5	23,99
FO	SAN CLEMENTE	2382	-5	23,99
PG	FOSSATO DI VICO	2382	-2	23,99
TR	CASTEL GIORGIO	2382	-4	23,99
BG	GHISALBA	2383	-5	24,00
BS	SAN PANCRAZIO	2383	-7	24,00
PC	VILLANOVA SULL'ARDA	2385	-5	24,02
MN	ACQUANEGRA SUL CHIESE	2388	-5	24,05
MN	BORGOFORTE	2388	-5	24,05
MN	SUSTINENTE	2388	-5	24,05
MN	VILLIMPENTA	2388	-5	24,05
CR	SOLAROLO RAINERO	2389	-5	24,06
BS	ACQUAFREDDA	2399	-7	24,15
CS	MANGONE	2399	-6	24,15
UD	PRECENICCO	2399	-5	24,15
BS	LOGRATO	2410	-7	24,25
BS	OFFLAGA	2410	-7	24,25
PS	FRATTE ROSA	2411	-4	24,26
PD	URBANA	2421	-5	24,34
PD	TOMBOLO	2431	-5	24,43
MN	CICOGNARA	2435	-5	24,47
LU	PIEVE DI FOSCIANA	2448	-2	24,59
CO	CARBONATE	2449	-5	24,60
CO	NOVEDRATE	2463	-5	24,72
RO	BARICETTA	2466	-5	24,75
RO	BOSARO	2466	-5	24,75
RO	FRASSINELLE POLESINE	2466	-5	24,75
RO	GAVELLO	2466	-5	24,75
RO	LAMA POLESINE	2466	-5	24,75
RO	VILLADOSE	2466	-5	24,75
RA	SAN PANCRAZIO	2469	-5	24,78
VA	LEGGIUNO	2482	-5	24,89

## PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

## IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

PD	BAONE	2487	-5	24,94
RM	SAN VITO ROMANO	2488	-3	24,95
PR	TRE CASALI	2499	-5	25,05
VA	CITTIGLIO	2501	-5	25,06
VC	SAN GERMANO VERCELLESE	2514	-8	25,18
VI	POVE DEL GRAPPA	2525	-5	25,28
VA	VARANO BORGHI	2532	-5	25,34
AQ	ORTUCCHIO	2534	-4	25,36
CR	ANNICCO	2545	-5	25,46
BS	CARCINA	2554	-7	25,54
CO	VERTEMATE CON MINOPRIO	2555	-5	25,55
MI	CARPIANO	2557	-5	25,57
VA	CARAVATE	2559	-5	25,58
NO	LESA	2562	-5	25,61
PC	GRAGNANO TREBBIENSE	2563	-5	25,62
RI	CANTALICE	2566	-4	25,65
AQ	SCURCOLA MARSICANA	2570	-5	25,68
NO	FARA NOVARESE	2577	-5	25,75
MI	TURANO LODIGIANO	2579	-5	25,76
IS	MACCHIAGODENA	2583	-6	25,80
PR	FONTEVIVO	2610	-5	26,04
BS	ESINE	2618	-7	26,11
PV	LOMELLO	2619	-5	26,12
PV	TRAVACO' SICCOMARIO	2619	-5	26,12
LU	CAMPORGIANO	2633	-2	26,25
CN	MARENE	2639	-9	26,30
VC	ALICE CASTELLO	2640	-8	26,31
CO	PARE'	2655	-6	26,45
UD	SAN PIETRO AL NATISONE	2662	-5	26,51
VA	CUNARDO	2666	-5	26,54
VC	VALDENGO	2675	-8	26,63
AL	BASALUZZO	2676	-8	26,63
VR	COSTERMANO	2682	-5	26,69
NO	CALTIGNAGA	2688	-5	26,74
AL	OZZANO MONFERRATO	2689	-8	26,75
RI	BORGOROSE	2697	-5	26,82
VC	BORG VERCELLI	2746	-8	27,26
LU	PIAZZA AL SERCHIO	2764	-3	27,42
VC	LESSONA	2772	-9	27,50
AV	FRIGENTO	2785	-5	27,61
FO	BAGNO DI ROMAGNA	2789	-7	27,65
TO	ANDEZENO	2813	-8	27,86
CN	MANTA	2814	-10	27,87

TO	ABBADIA ALPINA	2815	-8	27,88					
AL	MORANO SUL PO	2820	-8	27,93					
TV	FREGONA	2823	-6	27,95					
VR	MARANO VALPOLICELLA	2865	-6	28,33					
CN	SANFRONT	2923	-10	28,85					
PV	MONTU' BECCARIA	2947	-5	29,07					
CN	BEINETTE	2958	-10	29,17					
TO	PECETTO TORINESE	2964	-8	29,22					
TO	BUTTIGLIERA ALTA	2975	-8	29,32					
PR	CALESTANO	2991	-7	29,46					
media		2425	-5	24,38	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	URBANA	2421	-5	24,34	765,4	63577,1	21,6	80,45	81,42
				Totale	120933,2	10045182	3412,8		
				Retrofit	765,4	22770,7	8	28,82	29,78
				Totale Retrofit	120933,2	3597771	1264		

Zona Climatica F									
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc					
TO	VILLAR FOCCHIARDO	3029	-9	29,80					
FI	GALLENO	3074	-2	30,21					
AQ	VILLAVALLELONGA	3087	-7	30,32					
BL	PEDAVERA	3151	-10	30,90					
TO	PINASCA	3194	-10	31,28					
NO	GIGNESE	3224	-8	31,55					
AQ	CASTEL DEL MONTE	3428	-8	33,38					
media		3170	-8	31,06	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	GIGNESE	3224	-8	31,55	765,4	69424,5	27,2	87,85	88,82
				Totale	5357,8	485971,5	190,4		
				Retrofit	765,4	26784,4	9,3	33,89	34,86
				Totale Retrofit	5357,8	187490,8	65,1		

### CATEGORIA Es

Zona Climatica B		GG	Te	Ep lim calc					
PROVINCIA	LOCALITA'								
CT	ACITREZZA	784	5	9,08					
CA	CARLOFORTE	789	3	9,15					
NU	OROSEI	887	5	10,42					
media		820	4	9,55	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	CARLOFORTE	789	3	9,15	1390,4	31246,7	8,8	31,39	32,79
	Totale				4171,2	93740,1	26,4		
	Retrofit				1390,4	11104,2	3,5	1,16	12,55
	Totale Retrofit				4171,2	33312,6	10,5		

Zona Climatica C		GG	Te	Ep lim calc
PROVINCIA	LOCALITA'			
NA	VOLLA	1062	2	11,84
LE	SURBO	1062	0	11,84
LE	TUGLIE	1078	0	11,96
NA	MASSALUBRENSE	1079	2	11,97
AG	SAMBUCA DI SICILIA	1092	3	12,08
LE	CARMIANO	1096	0	12,11
LE	GAGLIANO DEL CAPO	1100	0	12,14
LE	VERNOLE	1104	0	12,17
AG	CIANCIANA	1106	3	12,19
LE	SAN CESARIO DI LECCE	1110	0	12,22
MT	SCANZANO JONICO	1131	-2	12,39
BR	SAN DONACI	1133	0	12,40
SA	SAN MARZANO SUL SARNO	1148	2	12,52
LE	PORTO CESAREO	1154	0	12,57
BR	ERCHIE	1156	0	12,59
CE	SUCCIVO	1191	0	12,87
CE	ORTA DI ATELLA	1193	0	12,88
CA	VILLASOR	1204	3	12,97
LE	CORIGLIANO D'OTRANTO	1260	0	13,42
LE	COLLEPASSO	1290	0	13,66
SA	GIFFONI VALLEPIANA	1294	2	13,69
TA	PALAGIANELLO	1317	0	13,87
BA	BITRITTO	1327	0	13,95
CT	SANTA MARIA DI LICODIA	1340	3	14,05
NU	OLIENA	1366	2	14,26



## PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DI UN COMPLESSO IMMOBILIARE TERZIARIO.

## IL CASO DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI POSTE ITALIANE

Zona Climatica E				
PROVINCIA	LOCALITA'	GG	Te	Ep lim calc
FI	GREVE IN CHIANTI	2126	0	19,61
PS	MONTELABBATE	2144	-2	19,76
FO	GATTEO	2175	-5	20,01
GR	PITIGLIANO	2195	-2	20,17
CB	CASACALENDA	2230	-4	20,45
PS	SAN LORENZO IN CAMPO	2241	-2	20,54
RA	SOLAROLO	2252	-5	20,63
AN	CUPRAMONTANA	2252	-4	20,63
CO	MASLIANICO	2262	-5	20,71
AR	BIBBIENA STAZIONE	2287	0	20,91
PG	ELLERA	2289	-2	20,92
BO	MINERBIO	2291	-5	20,94
PS	URBANIA	2293	-3	20,95
PD	CAMPO SAN MARTINO	2344	-5	21,36
RE	RIO SALICETO	2377	-5	21,63
PD	PONTE S. NICOLO'	2383	-5	21,68
MN	QUISTELLO	2388	-5	21,72
BS	CASTENEDOLO	2399	-7	21,80
MI	MILANINO	2404	-5	21,84
VI	TERMINE DI CASSOLA	2412	-5	21,91
VR	COLOGNOLA AI COLLI	2427	-5	22,03
TV	MARENO DI PIAVE	2428	-5	22,04
RE	REGGIOLO	2431	-5	22,06
VA	ANGERA	2433	-5	22,08
RE	LUZZARA	2434	-5	22,08
TV	SANTALUCIA DI PIAVE	2434	-5	22,08
BS	OSPITALETTO	2446	-7	22,18
BG	BREMBATE DI SOPRA	2449	-5	22,20
BS	BOTTICINO SERA	2455	-7	22,25
VE	VIGONOVO	2467	-5	22,35
RA	GODO DI RUSSI	2469	-5	22,37
NO	GHEMME	2473	-5	22,40
BS	GOTTOLENGO	2479	-7	22,45
AL	SALE	2484	-8	22,49
VI	ZANE'	2488	-5	22,52
CO	CERMENATE	2491	-5	22,54
NO	ROMAGNANO SESIA	2509	-5	22,69
PT	MARGINE COPERTA	2509	0	22,69
BS	BOARIO TERME	2510	-7	22,69
BS	VILLA CARCINA	2554	-7	23,05
CO	INVERIGO	2561	-5	23,10

VC	SERRAVALLE SESIA	2567	-8	23,15					
BS	CALCINATO	2570	-7	23,17					
TO	LA LOGGIA	2570	-8	23,17					
VR	LUGAGNANO	2571	-5	23,18					
NO	GRIGNASCO	2579	-5	23,25					
CO	VIGHIZZOLO CANTU'	2594	-5	23,37					
CN	CAVALLERMAGGIORE	2608	-9	23,48					
TO	TROFARELLO	2639	-8	23,73					
VA	GAZZADA SCHIANNO	2652	-5	23,83					
PC	PONTENURE	2670	-5	23,98					
PC	PODENZANO	2687	-5	24,11					
PZ	PESCOFAGANO	2712	-3	24,31					
PC	SAN NICOLO' TREBBIA	2720	-5	24,38					
TO	DRUENTO	2781	-8	24,87					
NO	GATTICO	2802	-6	25,04					
VA	FERNO	2840	-5	25,34					
VA	GORLA MAGGIORE	2905	-5	25,86					
media		2468	-5	22,36	FEacs	Ferisc	CO2	Epi	Epglob
località riferimento	VIGONOVO	2467	-5	22,35	1390,4	74904,3	20,4	75,25	76,65
	Totale				80643,2	4344449	1183,2		
	Retrofit				1390,4	23938,6	6,9	24,05	25,45
	Totale Retrofit				80643,2	1388439	400,2		