



COMUNE DI
FIRENZE



DIREZIONE SERVIZI TECNICI
SERVIZIO GESTIONE E MANUTENZIONE

Servizio Gestione e Manutenzione

District Heating - Interventi di efficientamento energetico (Edilizia Residenziale Pubblica E.R.P.)

PROGETTO ESECUTIVO
(ai sensi dell'art. 33 e seg. D.P.R. 207/10)

PROG. N. L0199/2016
Cod. Opera: 160343

TAV. N.	RELAZIONE SPECIALISTICA
A2	Ubicazione: Via Marche 3-7-11 Titolare: Comune di Firenze
	Firenze li 01/02/2017 - Rev. 02

RUP

Ing. Filippo Ciani

Collaboratori del RUP

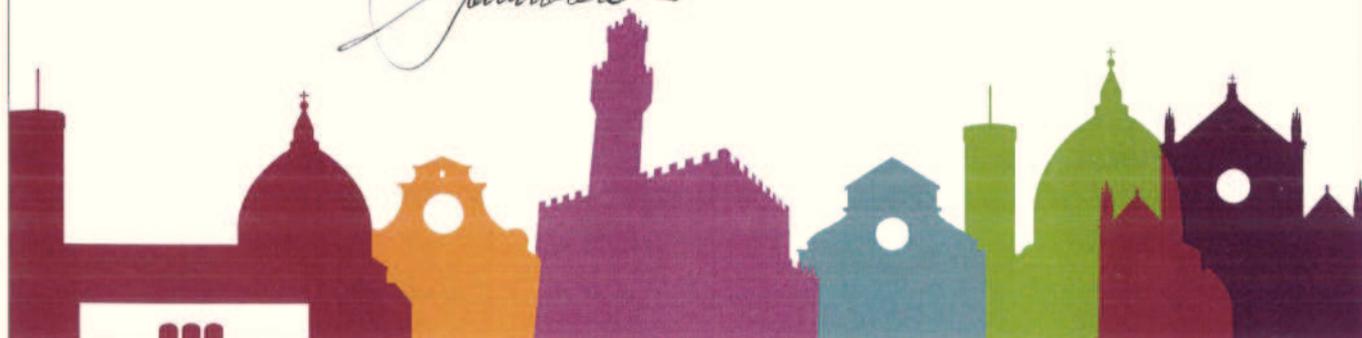
Geom. Leonardo Mazzetti

Geom. Leonardo Berni

PROGETTO ARCHITETTONICO:

Ing. Dimitri Celli - CASA SPA

Geom. Alessandro Caioli - CASA SPA



1.	PREMESSA	2
2.	ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO	2
3.	PRINCIPALI CRITICITA' E SOLUZIONI ADOTTATE	2
3.1	Premessa	2
3.2	Partizioni orizzontali - Solaio del piano terra verso zone non riscaldate	2
3.3	Partizioni orizzontali - Copertura	3
3.4	Partizioni orizzontali - Terrazzi	3
3.5	Partizioni orizzontali - Pilotis	3
3.6	Partizioni verticali – Pareti verso zone non riscaldate	3
3.7	Partizioni verticali – Facciate	4
3.8	Interferenze	4
4.	TIPOLOGIE E SOLUZIONI PUNTUALI DI PROGETTO	5
4.1	Facciate	5
4.2	Copertura	6
4.3	Terrazzi fronte nord e sud	7
4.4	Pilotis	7
5.	CONGRUENZA DELLE OPERE CON LE PRESCRIZIONI NORMATIVE	7

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la “Relazione Specialistica del Progetto Esecutivo” relativa all'intervento di coibentazione dell'involucro disperdente di un fabbricato di edilizia residenziale pubblica situato in via Marche 3-7-11 a Firenze.

Tale intervento rientra nel più complesso intervento di riqualificazione energetica che interesserà due edifici dell'area delle Piagge e che è stato candidato con successo al bando europeo Replicate (REnaissance of PLaces with Innovative Citizenship And TEchnology).

Si descrivono quindi di seguito le principali criticità e le soluzioni adottate, le tipologie e le soluzioni puntuali di progetto, le caratteristiche funzionali dell'opera.

2. ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO

Sono oggetto del presente progetto esecutivo i seguenti elaborati grafici che illustrano nel dettaglio le lavorazioni:

- A3.1) Prospetti Nord e Ovest - Lavorazioni APP. 01 e APP. 03
- A3.2) Prospetti Nord e Ovest - Lavorazioni APP. 02 e APP. 04
- A3.3) Prospetti Sud e Est - Lavorazioni APP. 01 e APP. 03
- A3.4) Prospetti Sud e Est - Lavorazioni APP. 02 e APP. 04
- A3.5) Planimetrie piano terra, primo e secondo, particolari e identificazione isolamenti
- A3.6) Planimetrie piano terzo, quarto, quinto e identificazione isolamenti
- A3.7) Abaco delle stratigrafie e nodi costruttivi

3. PRINCIPALI CRITICITA' E SOLUZIONI ADOTTATE

3.1 Premessa

L'oggetto del presente progetto consiste in una riqualificazione energetica dell'involucro di un fabbricato costruito nel 1986; per tale tipo di intervento risulta di fondamentale importanza la conoscenza delle tipologie costruttive costituenti l'involucro disperdente dell'edificio.

Non avendo a disposizione elaborati grafici o tecnici che illustrassero la tipologia costruttiva dell'involucro, si è adottata la duplice strada di effettuare sia rilievi termografici che, dove possibile, saggi delle pareti e dei solai esterni, così da individuare anche le porzioni di edificio sulle quali poter intervenire.

3.2 Partizioni orizzontali - Solaio del piano terra verso zone non riscaldate

Il piano terra del fabbricato, che ha una superficie disperdente in pianta di ca. 1.460 mq (tra alloggi e interrato), costituisce una porzione elevata della superficie disperdente orizzontale e risulta privo di coibentazione; dai sopralluoghi è emerso però che non risulta percorribile una coibentazione dell'intradosso del solaio in quanto l'altezza dell'interrato unita alla presenza dei vari sottoservizi, non permette tale modifica. A ciò si aggiunge il fatto che tale volume, essendo quasi completamente interrato e avendo una ridotta superficie disperdente verso

l'esterno, presenta una temperatura interna maggiore con conseguente diminuzione delle dispersioni verso tali locali.

3.3 Partizioni orizzontali - Copertura

La copertura dell'edificio, che ha una superficie disperdente in pianta di ca. 1.500 mq (tra alloggi ed esterno), è di tipo piano ed è costituita da un solaio in laterocemento con soprastante strato di pendenza e guaina impermeabilizzante con finitura tramite strato di guaina.

Sulla copertura sono presenti e concentrati nella parte centrale i torrini di esalazione degli scarichi, delle cucine e delle caldaie, mentre le parti laterali sono prevalentemente libere (si veda Allegato B alla Relazione Generale).

La copertura non presenta alcun sistema di sicurezza anticaduta ed è sprovvista di parapetto perimetrale; dal piano di riferimento della copertura, i tre corpi scala si innalzano per una ulteriore quota di ca. 8 m con solaio finale inclinato esposto verso Sud.

Dai sopralluoghi effettuati, lo spessore a disposizione permette una coibentazione importante della copertura piana.

3.4 Partizioni orizzontali - Terrazzi

L'edificio è caratterizzato sui prospetti nord e sud da grandi terrazze di pertinenza degli alloggi di testa che sono una componente importante delle dispersioni del fabbricato per una superficie totale disperdente di ca. 1.000 mq.

Tali terrazzi sono costituiti da un solaio in laterocemento sul quale è presente uno strato di pendenza con guaina e soprastante finitura a pavimento; il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da una griglia posta all'estremità del terrazzo che costituisce un elemento critico nell'intervento di coibentazione.

Essendo non percorribile la soluzione di effettuare una coibentazione all'interno degli alloggi sottostanti, viste le altezze nette a disposizione, e visti gli spessori tra rustico e finito rilevati nei saggi, si è scelto di effettuare un isolamento all'estradosso del solaio andando quindi a ripristinare successivamente il sistema di smaltimento delle acque meteoriche con massetto di pendenza e impermeabilizzazione.

3.5 Partizioni orizzontali - Pilotis

I due alloggi di testa posti a piano primo sia sul fronte sud che su quello nord hanno un pavimento attestante sull'esterno in quanto in corrispondenza del piano terra è presente un pilotis. Tale superficie disperdente di ca. 238 mq verrà coibentata all'intradosso con la stessa tipologia di pannello utilizzata per la realizzazione del cappotto delle pareti verticali.

3.6 Partizioni verticali – Pareti verso zone non riscaldate

Il fabbricato è caratterizzato dalla presenza di ampi androni e corridoi condominiali non riscaldati che si sviluppano su tutta la lunghezza longitudinale del fabbricato e sui quali si affacciano tutti gli alloggi, con pareti di confine a cassetta non coibentata.

Queste parti condominiali sono per la maggior parte completamente interne al fabbricato con superfici delimitanti verso l'esterno relativamente ridotte per cui presentano una temperatura maggiore e conseguente diminuzione delle

dispersioni dagli alloggi verso tali spazi. Questo motivo, unito al fatto dell'impossibilità di coibentazioni sia esterne che interne per la conseguente riduzione delle superfici nette, ha portato a non ritenere conveniente l'efficientamento di tale sezione di involucro.

3.7 Partizioni verticali – Facciate

La facciata, realizzata con pannelli prefabbricati in cls, è caratterizzata dalla presenza di pannellature di tamponamento in lamiera non coibentata, prevalentemente verticali, situate in corrispondenza dei tramezzi interni tra infissi adiacenti che costituiscono un forte elemento disperdente.

I tamponamenti verticali non risultano isolati se non per alcune specchiature che presentano un isolamento intermedio in lana di roccia che con il tempo ha perso le proprie caratteristiche isolanti.

Su tutta la facciata opaca, comprese le lamiere, è possibile realizzare una coibentazione esterna a cappotto senza alterare le superfici del fabbricato.

Le facciate sono caratterizzate inoltre dalla presenza massiccia di ampie superfici vetrate con infissi in metallo non a taglio termico e sistemi oscuranti del tipo a rotolante con cassonetti composti da un semplice carter in materiale plastico sulla parte interna all'alloggio e da un carter metallico su quella esterna.

Dalle analisi effettuate, è stato scartato l'intervento di sostituzione degli infissi in quanto non sostenibile economicamente e per ridurre la trasmittanza globale del modulo finestrato, si è deciso di sostituire i cassonetti esistenti con altri coibentati.

3.8 Interferenze

Oggetto di alcuni dei sopralluoghi effettuati è stata la verifica di eventuali interferenze alle lavorazioni di coibentazione, in modo da ridurre al minimo le problematiche in fase di esecuzione. Si riporta di seguito una descrizione non esaustiva delle principali interferenze riscontrate. **Sarà cura dell'Impresa Appaltatrice, insieme alla D.L. dell'intervento, l'effettuazione di sopralluoghi preventivi per verificare lo stato dei luoghi prima dell'esecuzione dei lavori.**

Sulla copertura dell'edificio e in facciata è presente un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche; dai calcoli effettuati, l'edificio risulta auto protetto per cui, prima dell'esecuzione dei lavori, verrà rimosso completamente e non verrà ripristinato alcun impianto di protezione.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dei terrazzoni fronti nord e sud costituito dai pluviali discendenti di facciata dovrà essere rimosso al momento della realizzazione del cappotto per poi essere ripristinato immediatamente dopo la posa con opportuni sistemi di ancoraggio (APP.09). Durante i lavori dovrà comunque essere garantito lo smaltimento delle acque meteoriche.

In corrispondenza dei vani scala, esternamente ad essi, sono presenti delle tubazioni di sfiato dei sistemi di smaltimento delle acque reflue che percorrono tutta la facciata a vista, fino a raggiungere la copertura; tali tubazioni verranno rimosse al momento della realizzazione del cappotto per poi essere ripristinate immediatamente dopo la posa con opportuni sistemi di ancoraggio (APP.09).

Sulla facciata dell'edificio sono presenti le linee di adduzione gas metano agli alloggi; tali linee sono di proprietà dell'ente erogatore del servizio in quanto i contatori sono posizionati all'interno dei terrazzi. Per questo motivo e anche per

non creare disservizi agli utenti, tali linee non verranno rimosse durante la posa del cappotto, ma verranno create (con opportuni profili metallici) delle canaline di passaggio areate. Ugualmente, sempre in riferimento alle normative per gli impianti gas, nel caso di presenza in facciata delle aperture di ventilazione e/o areazione dei locali con presenza di generatori (caldaia/cucine) le stesse verranno ripristinate successivamente alla posa del cappotto realizzando sulla lastra un foro di dimensioni opportune e prolungando l'apertura esistente.

Ulteriori elementi di interferenza sono costituiti dalla presenza massiccia in facciata di tendaggi, verande, unità esterne di condizionatori e parabole; la rimozione di tutto ciò risulta fondamentale per la posa del cappotto per cui verranno effettuati incontri preventivi con gli abitanti per organizzare questa attività propedeutica all'intervento. Sarà cura del R.U.P. organizzare preventivamente all'avvio dei lavori una o più riunioni con gli assegnatari degli alloggi interessati al fine di sensibilizzare la spontanea rimozione. Laddove ciò non avvenisse, le lavorazioni necessarie alla risoluzione dell'interferenza saranno gestite con il budget dedicato alla Manutenzione Ordinaria e Pronto Intervento a disposizione di Casa SpA.

4. TIPOLOGIE E SOLUZIONI PUNTUALI DI PROGETTO

4.1 Facciate

Preventivamente alla riqualificazione delle facciate, si dovrà provvedere al risanamento dei supporti murari, siano essi in cemento armato che in muratura tradizionale intonacata.

Pertanto, in merito al recupero corticale delle superfici di elementi in c.a. (vd. 02.B10.003), si dovrà procedere alla scarifica delle parti degradate, pulizia meccanica delle superfici da trattare, trattamento protettivo dei ferri, applicazione di malta additivata, malta rasante e pittura finale.

In merito alla riparazione delle lesioni che hanno origine dal supporto murario, verrà eseguita l'asportazione dell'intonaco in distacco e la successiva ricostruzione delle superfici interessate.

Successivamente al ripristino sia del c.a. che degli intonaci, si provvederà al trattamento dell'intera superficie con l'applicazione di finiture a base acrilica mediante l'impiego di specifico fondo consolidante a base solvente (vd. PRE.01). Il fondo consolidante permetterà quindi di compattare i supporti rendendoli idonei alle successive applicazioni e rendendo uniforme l'assorbimento per l'applicazione delle successive finiture.

Tale lavorazione sarà eseguita per l'applicazione di:

- cappotto (sia sulle facciate che sui pilotis);
- rasatura armata;
- verniciatura delle aree interessate dal ciclo di recupero del cemento armato per successiva applicazione di vernici anticarbonatazione.

Le facciate saranno quindi coibentate (vd. APP.01) con sistema a cappotto in lastre di polistirolo espanso sinterizzato additivato (EPS) con grafite sp. 120mm, rispondente alla normativa ETICS ed in possesso della certificazione secondo ETAG 004, conducibilità termica $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ secondo UNI EN 12667.

La posa delle lastre avverrà tramite collante a base di leganti minerali e tasselli ad avvitamento in polietilene, nelle quantità prescritte dal fornitore del sistema cappotto e secondo le prescrizioni del manuale Cortexa.

Si procederà quindi alla finitura con intonachino colorato a base di resine acril-silossaniche, previa applicazione della rete di fibra di vetro e del fondo di ancoraggio con doppia rasatura.

Per realizzare le opportune riquadrature dei profili architettonici (bordi pilotis) e delle aperture finestrate, saranno utilizzati (vd. APP.02) pannelli in lana di legno mineralizzata di sp. 35mm con la stessa finitura del sistema cappotto descritto precedentemente.

Per la coibentazione delle velette in lamiera (vd. APP.03) che costituiscono un forte elemento disperdente, verrà utilizzata la stessa tipologia di pannello usato per il rivestimento delle parti in muratura, ma con uno spessore maggiorato pari a 150mm.

Il fissaggio alle lamiere avverrà tramite opportuno collante; l'isolamento a cappotto, per conferire allo stesso una maggiore resistenza vista la presenza del supporto costituito da una lamiera, verrà placcato con lastre in cemento dello spessore di 12,5mm fissate agli omega metallici di supporto del pannello coibente. Il tutto verrà finito con la stessa finitura delle pareti.

Per tutte le superfici che non saranno oggetto di riqualificazione energetica, sarà necessario uniformare la finitura con un ciclo di rasatura armata (vd. APP.04) con rasante in polvere a base di leganti minerali, applicazione di rete in fibra di vetro per il fondo di ancoraggio (doppia mano) e finitura finale con intonachino colorato a base di resine acril-silossaniche. Da questa tipologia di finitura restano escluse le parti in cemento armato che non sono direttamente a contatto con gli agenti atmosferici quali l'intradossi delle terrazze e degli aggetti di gronda, che saranno oggetto di applicazione di specifiche vernici protettive anticarbontazione.

Per il riposizionamento sulla facciata dell'edificio, delle sole tende da sole autorizzate, verranno previste opportune piastre di ancoraggio (vd. APP.05) realizzate in schiuma poliuretanicca rigida e imputrescente senza CFC, rinforzate, al fine di eliminare il ponte termico altrimenti costituito da puntuali fissaggi metallici.

4.2 Copertura

L'intervento sulla copertura verrà eseguito a porzioni di superficie per la presenza della ghiaia di finitura che verrà rimossa e accantonata in copertura (vd. 09.E09.004.001); successivamente verrà rimosso il doppio strato di guaina (vd. 02.A03.031.001).

Dopo aver riportato al massetto lo strato esistente, verranno eseguite le nuove lavorazioni, ossia la posa di un doppio strato incrociato di pannelli isolanti in schiuma polyiso di sp. 60mm (conducibilità termica $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$) per un totale di 120mm, la successiva realizzazione del massetto, la posa dell'impermeabilizzazione e il ripristino della ghiaia di finitura.

4.3 Terrazzi fronte nord e sud

Sui grandi terrazzi presenti negli appartamenti di testa dei fronti nord e sud dell'edificio verrà effettuata la demolizione del pavimento esistente, del massetto sottostante e la rimozione dell'impermeabilizzazione.

Dopo aver riportato al solaio lo strato esistente, verranno eseguite le nuove lavorazioni, ossia la posa di un doppio strato incrociato di pannelli isolanti in schiuma polyiso di sp. 60mm (conducibilità termica $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$) per un totale di 120mm, la posa dell'impermeabilizzazione, la successiva realizzazione del massetto e il rifacimento della pavimentazione di finitura.

L'intervento comprenderà anche il ripristino del sistema di smaltimento delle acque meteoriche dei terrazzi con la posa della canalina e griglia di raccolta rimosse.

4.4 Pilotis

La coibentazione all'intradosso dei solai del piano primo attestanti sui due pilotis fronte nord e sud verrà eseguita secondo lo stesso sistema cappotto previsto per le facciate e negli stessi spessori descritti al paragrafo precedente.

5. CONGRUENZA DELLE OPERE CON LE PRESCRIZIONI NORMATIVE

L'intervento di coibentazione dell'involucro si configura (DM 26/6/15) come **Ristrutturazioni importanti di secondo livello (All. 1 Art. 1.4.1) "L'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza > 25 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio"**.

Le soluzioni proposte si basano quindi sul rispetto delle verifiche richieste in funzione della tipologia di intervento di cui sopra. Si riportano quindi di seguito le tabelle riepilogative delle trasmittanze da rispettare in funzione della tipologia di struttura e della zona climatica (zona D per Firenze).

TABELLA 1 (Appendice B) Trasmittanza termica U massima delle <u>strutture opache verticali</u> , verso l'esterno soggette a riqualificazione			TABELLA 2 (Appendice B) Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di <u>copertura</u> , verso l'esterno soggette a riqualificazione			TABELLA 3 (Appendice B) Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali di <u>pavimento</u> , verso l'esterno soggette a riqualificazione		
Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]		Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]		Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021		Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021		Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,45	0,40	A-B	0,34	0,32	A-B	0,48	0,42
C	0,40	0,36	C	0,34	0,32	C	0,42	0,38
D	0,36	0,32	D	0,28	0,26	D	0,36	0,32
E	0,30	0,28	E	0,26	0,24	E	0,31	0,29
F	0,28	0,26	F	0,24	0,22	F	0,30	0,28

Come detto in Relazione Generale, l'intervento verrà inoltre candidato all'ottenimento degli incentivi di cui al cosiddetto "Conto Termico 2.0" (Decreto Interministeriale 16 febbraio 2016) in vigore dal 31 maggio 2016, con riferimento

all'isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato (intervento 1.A – art. 4, comma 1, lettera a).

Secondo quanto riportato al paragrafo 5.1 delle Regole Applicative, sono incentivabili gli *interventi di isolamento di coperture, pavimenti/solai e pareti perimetrali di edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti di qualsiasi categoria catastale, dotati di impianto di climatizzazione.*

I requisiti per l'accesso all'incentivo (Allegato I del Decreto) sono definiti da un valore massimo di trasmittanza, in funzione della zona climatica (zona D per Firenze).

Si riportano di seguito un riepilogo delle trasmittanze post intervento delle superfici trattate e la tabella di riferimento del Decreto per la verifica di tali valori.

Cod.	Descrizione	Spessore (mm)	Trasmittanza (W/mq K)
<i>Strutture opache verticali – isolamento pareti perimetrali</i>			
M1	Parete a cassetta con pannello in CLS e intercapedine non isolata	395	0,221
M2	Parete a cassetta con pannello in CLS e intercapedine isolata	415	0,157
M3	Parete di parapetto alle finestre dei terrazzi e dei terrazzoni	345	0,191
M4	Parete laterale alle finestre dei terrazzoni	375	0,196
M5	Cassonetto con pannello di CLS	-	0,241
M6	Cassonetto con lamiera	-	0,196
<i>Strutture opache orizzontali – isolamento coperture</i>			
S1	Copertura	580	0,191
S2	Terrazzi su alloggi riscaldati (testate edificio)	440	0,199
<i>Strutture opache orizzontali – isolamento pavimenti</i>			
P2	Solaio su pilotis	425	0,217

[Tabella 1 – Allegato I – DM 16.02.16]		
Tipologia di intervento	Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia	
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Zona climatica A	$\leq 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$