



POLITECNICO
MILANO 1863

I MECCANISMI DI ALTERAZIONE E LA DURATA DEI SISTEMI A CAPPOTTO

PATOLOGIA E DIAGNOSTICA DEI SISTEMI DI RIVESTIMENTO A CAPPOTTO

Candidato: DIEGO VALENTE

Relatore: Ing. ENRICO DE ANGELIS

FACOLTÀ DI INGEGNERIA
EDILE-ARCHITETTURA

LAUREA DI INGEGNERIA
DEI SISTEMI EDILIZI

A.A. 2020/21



INDICE

ABSTRACT	15
ABSTRACT (ENGLISH VERSION)	16
PARTE I - CAPITOLO INTRODUTTIVO	17
1 GLI OBIETTIVI DELLA TESI.....	17
2 L'EVOLUZIONE DELLE TECNOLOGIE DI ISOLAMENTO A CAPPOTTO (ETICS).....	21
2.1 Cosa sono i sistemi ETICS.....	21
2.2 L'evoluzione dei sistemi ETICS in Europa e in Italia	26
2.3 Il concetto di Sistema e i suoi componenti	28
2.3.1 Subistema di fissaggio.....	30
2.3.2 Materiale isolante.....	31
2.3.3 Subistema di intonaco	32
2.4 La realizzazione del sistema a cappotto.....	33
2.4.1 Stoccaggio dei materiali e temperature di utilizzo	33
2.4.2 Preparazione del supporto e fasi preliminari.....	34
2.4.3 Prove di idoneità del supporto.....	36
2.4.4 Esecuzione della zoccolatura	38
2.4.5 Applicazione dei pannelli.....	40
2.4.6 Tassellatura.....	41
2.4.7 Fissaggio con profili metallici.....	44
2.4.8 Intonacatura armata	45
2.4.9 Rivestimento.....	48
2.4.10 Raccordi con chiusure ed attraversamenti	49
2.4.11 Giunti di dilatazione.....	51
2.4.12 Strutture della facciata e decori.....	52
3 LO SVILUPPO DELLE REGOLE DI CONTROLLO A GARANZIA DELLA QUALITÀ.....	54
3.1 Un Sistema di qualità.....	54
3.2 Prime regolamentazioni.....	54
3.3 Il consorzio Cortexa	55
3.3.1 Il decalogo della qualità	56
3.3.2 Il manuale per la corretta applicazione dei sistemi a cappotto.....	59
3.4 Direttive e leggi che regolamentano l'attestazione delle prestazioni dell'edificio.....	61
3.5 L'EAE (Associazione Europea per i Sistemi ETICS)	62
3.6 La certificazione del cappotto termico: ETAG – ETA – EAD.....	63
3.6.1 L'ETAG (European Technical Approval Guideline).....	63
3.6.2 L'ETA (European Technical Assessment).....	64
3.6.3 L'EAD (European Assessment Document).....	64
3.7 Processo di ottenimento dell'ETA	65
3.8 La marcatura CE	68

3.9	Le norme UNI.....	69
3.9.1	Norma UNI 11715:2018: Progettazione e posa del cappotto termico.....	70
3.9.2	Norma UNI 11716:2018: Certificazione professionale degli installatori dei sistemi a cappotto.....	70
 PARTE II - ANALISI DI EDIFICI REALIZZATI CON IL SISTEMA ETICS		 73
Ed.1)	Codominio residenziale - Lacchiarella (MI).....	74
•	Descrizione preliminare dell'edificio.....	74
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	75
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	77
•	Possibili soluzioni	78
Ed.2)	Edificio commerciale - Milano (MI)	81
•	Descrizione preliminare dell'edificio	81
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	81
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	82
•	Possibili soluzioni	82
Ed.3)	Super condominio residenziale - Milano (MI).....	85
•	Descrizione preliminare dell'edificio	85
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	85
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	87
Ed.4)	Super condominio residenziale - Milano (MI).....	89
•	Descrizione preliminare dell'edificio	89
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	89
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	91
•	Possibili soluzioni	92
Ed.5)	Super condominio residenziale - Milano (MI).....	95
•	Descrizione preliminare dell'edificio	95
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	95
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	99
•	Possibili soluzioni	100
Ed.6)	Edificio industriale - Milano (MI).....	104
•	Descrizione preliminare dell'edificio	104
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	104
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	105
•	Possibili soluzioni	105
Ed.7)	Edificio commerciale - Milano (MI)	110
•	Descrizione preliminare dell'edificio	110
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	111
•	Valutazione qualitativa dello stato di degrado	111
Ed.8)	Edificio residenziale - Milano (MI).....	113
•	Descrizione preliminare dell'edificio	113
•	Identificazione delle anomalie riscontrate	114



I MECCANISMI DI ALTERAZIONE E LA DURATA DEI SISTEMI A CAPPOTTO

• Valutazione qualitativa dello stato di degrado.....	114
• Possibili soluzioni	115
PARTE III - CONSIDERAZIONI SULLA DURABILITA' DEGLI ETICS	116
1 TIPICITA' DEI DISSESTI E MECCANISMI DI ALTERAZIONE DEI CAPPOTTI	116
2 DIFETTI DI POSA	134
2.1 Il supporto portante	134
2.2 La malta collante	135
2.3 La tassellatura	137
2.4 La rasatura armata	139
2.5 La finitura.....	141
3 MANUTENZIONE E RECUPERO DEI SISTEMI A CAPPOTTO	143
3.1 Generalità	143
3.2 Piano di manutenzione del sistema a cappotto	144
3.3 Modalità di intervento su sistemi a cappotto	144
3.3.1 Danno: presenza di alghe e funghi.....	145
3.3.2 Danno: scolorimento della finitura	145
3.3.3 Danno: cavillature e fessurazioni	146
3.4 Tipologie di intervento su sistemi a cappotto.....	146
3.4.1 Interventi superficiali	146
3.4.2 Interventi sostanziali su sistemi a cappotto.....	147
3.4.3 Raddoppio del sistema a cappotto.....	148
4 VALUTAZIONI E SUGGERIMENTI	149
4.1 Accorgimenti progettuali e procedurali.....	149
4.2 La scelta del colore.....	149
4.3 Consigli per l'applicazione.....	151
4.4 Le liste di controllo	152
APPENDICE A - LISTE DI CONTROLLO	153
Condizioni di nuove costruzioni e edifici esistenti	153
Supporto: nuove costruzioni e edifici esistenti.....	154
Prerequisiti e sequenze operative.....	155
Fissaggio e incollaggio	156
Lavori di completamento.....	157
Intonaco di base.....	157
Intonaco di finitura.....	158
APPENDICE B - NODI COSTRUTTIVI.....	159
Raccordo cappotto a filo con isolamento controterra	160
Raccordo cappotto con isolamento controterra rientrante	161

Cappotto con zoccolatura esistente.....	162
Cappotto con profilo di partenza.....	163
Cappotto con guaina di ventilazione.....	164
Cappotto con fasce	165
Raccordo cappotto a filo su piano pilotis	166
Cappotto su giunto di dilatazione	167
Cappotto con marcapiano in rilievo.....	168
Cappotto con profilo decorativo.....	169
Cappotto con giunto orizzontale	170
Cappotto in corrispondenza di balcone impermeabilizzato	171
Cappotto in corrispondenza di balcone esistente.....	172
Cappotto in corrispondenza di balcone a taglio termico	173
Raccordo cappotto con sottotetto freddo	174
Cappotto su tetto piano	175
Spalla cappotto con serramento a filo esterno della muratura.....	176
Spalla cappotto con serramento a filo interno della muratura	177
Spalla cappotto su serramento.....	178
Spalla cappotto su serramento con spalletta esistente	179
Spalla cappotto su serramento con persiana	180
Cappotto su cassonetto non isolato.....	181
Cappotto su veneziana.....	182
Raccordo con davanzale.....	183
Cappotto con davanzale esistente.....	184
Tassellature per pannelli in EPS, sughero, lana di roccia a doppia densità	185
Tassellature per pannelli EPS, sughero lana di roccia a doppia densità (spigoli)	186
Tassellature per pannelli in lana di roccia	187
Tassellature per pannelli in idrati di silicati di calcio.....	188
Rinforzi in corrispondenza di aperture.....	189
APPENDICE C - TERMOGRAFIA APPLICATA ALLA DIAGNOSTICA.....	190
APPENDICE D - IL CONSORZIO CORTEXA.....	196
Generalità e visione	196
La missione della diffusione delle conoscenze sul cappotto di qualità	196
I soci del consorzio Cortexa	197
CAPAROL	197
ALLIGATOR	198
BAUMIT	199
BOERO.....	200
IVAS.....	201
LICATA.....	202
MAPEI	203
RÖFIX	204
SAINT-GOBAIN	205



SETTEF	206
SIGMA COATINGS.....	207
SIKKENS	208
STO.....	209
UNIVER.....	210
VIERO	211
WALER.....	212
APPENDICE E - RIFERIMENTI E NORME.....	214
Sistemi isolanti a cappotto (ETICS).....	214
Test e controlli sui sistemi a cappotto.....	214
EAD (European Assessment Document).....	215
Isolanti termici per edilizia.....	216
Determinazione delle prestazioni	216
Pubblicazioni.....	217
Tesi di laurea e dottorato	217
Siti internet.....	218

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Componenti dei disperdimenti di un edificio tipico secondo Cortexa.....	18
Figura 2. Strati principali del sistema a Cappotto (da: Cortexa 2014).....	21
Figura 3. Effetti del sistema a cappotto su una parete perimetrale (da: Caparol Capatect System – 2016).....	23
Figura 4. Correzione dei ponti termici attraverso il sistema a cappotto (da: Manuale Caparol 2016)	24
Figura 5. Fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici (da: Caparol Capatech System 2016)	25
Figura 6. Principali componenti del Sistema a cappotto (da: Cortexa 2014)	29
Figura 7. Tolleranza di misura della planarità (da: Manuale di posa Waler 2016).....	35
Figura 8. Preparazione di supporti esistenti (da: Manuale di posa Waler 2016).....	37
Figura 9. Preparazione di supporti in muratura non intonacata (da: Manuale di posa Waler 2016)	38
Figura 10. Preparazione di supporti in muratura non intonacata (da: Manuale di posa Waler 2016)	38
Figura 11. Esempio di posa della zoccolatura (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014).....	39
Figura 12. Esempio di applicazione dei pannelli (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)	40
Figura 13. Applicazione in corrispondenza di spigoli e finestre (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)	41
Figura 14. Tasselatura in funzione della tipologia di pannello (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014).....	42
Figura 15. Esempio di fissaggio con tasselli a vite (da: Manuale di posa Waler 2016).....	43
Figura 16. Installazione dei profili metallici (da: Manuale di posa Waler 2016).....	44
Figura 17. Applicazione della rete di armatura (da: Manuale di posa Waler 2016)	46
Figura 18. Dettaglio in corrispondenza degli spigoli delle finestre (da: Manuale di posa Waler 2016).....	46
Figura 19. Realizzazione di bordi con gocciolatoio (da: Manuale di posa Waler 2016)	47
Figura 20. Realizzazione degli spigoli (da: Manuale di posa Waler 2016).....	47

Figura 21. Realizzazione del rivestimento di finitura (da: Manuale di posa Waler 2016).....	48
Figura 22. Sigillatura in corrispondenza di serramenti (da: Manuale di posa Waler 2016)	50
Figura 23. Raccordi con guarnizione precompressa (da: Manuale di posa Waler 2016)	50
Figura 24. Profilo sottodavanzale (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)	51
Figura 25. Esecuzione in corrispondenza di un giunto di dilatazione (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)..	52
Figura 26. Sezioni con dettagli della guaina e angolari in PVC (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)	52
Figura 27. Regolarizzazione di decorazioni a fasce (da: Manuale di posa Waler 2016).....	53
Figura 28. Processo di ottenimento della marcatura CE se il prodotto rientra interamente nell'ambito di applicazione di un EAD (da: Guida alla marcatura CE dei prodotti da costruzione 2021).....	67
Figura 29. Processo di ottenimento della marcatura CE se il prodotto non rientra interamente nell'ambito di applicazione di un EAD (da: Guida alla marcatura CE dei prodotti da costruzione 2021).....	68
Figura 30. Ed.1 – Vista aerea e prospetto principale (2015)	74
Figura 31. Ed.1 – Determinazione dello spessore di pannello utilizzato.....	74
Figura 32. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni).....	75
Figura 33. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni).....	75
Figura 34. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni).....	76
Figura 35. Ed.1 – Microlesioni.....	76
Figura 36. Ed.1 – Microlesioni.....	76
Figura 37. Ed.1 – Sovrapposizione rete poco protetta	76
Figura 38. Ed.1 – Distacco con rete a vista.....	76
Figura 39. Ed.1 – fessurazione da infiltrazione.....	76
Figura 40. Ed.1 – Sequenza di prova distruttiva in prossimità di una zona di cappotto che presenta annerimenti..	77
Figura 30. Ed.1 – Prospetto principale e vista laterale (2021)	79
Figura 34. Ed.1 – Cavillatura, Efflorescenze, Dilavamenti, Alterazione cromatica	79
Figura 35. Ed.1 –Crescita biologica.....	79
Figura 34. Ed.1 – Lesioni orizzontali con distacco	80
Figura 35. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni).....	80
Figura 34. Ed.1 – Crescita biologica.....	80
Figura 35. Ed.1 – Crescita biologica.....	80
Figura 34. Ed.1 – Lesioni orizzontali	80
Figura 35. Ed.1 – Lesioni orizzontali, Alterazione cromatica.....	80
Figura 41. Ed.2 – Vista aerea e prospetto principale (2015).....	81
Figura 42. Ed.2 – Mattoncini Meldorfer in rilievo o danneggiati.....	82
Figura 30. Ed.2 – prospetto principale e vista laterale	83
Figura 34. Ed.2 – Sostituzione localizzata mattoncini.....	83
Figura 35. Ed.2 – Mattoncini Meldorfer in rilievo	83
Figura 34. Ed.2 – Efflorescenze, presenza di sali.....	84



Figura 35. Ed.2 – Mattoncini Meldorfer danneggiato.....	84
Figura 34. Ed.2 – Crescita biologica	84
Figura 35. Ed.2 – Efflorescenze, presenza di sali	84
Figura 34. Ed.2 – Sostituzione parziale	84
Figura 35. Ed.2 – Sostituzione parziale	84
Figura 43. Ed.3 – Vista aerea e panoramica (2015)	85
Figura 44. Ed.3 – Dilavamenti.....	86
Figura 45. Ed.3 – Efflorescenze e dilavamenti.....	86
Figura 46. Ed.3 – mattoncino sostituito per danneggiamento.....	86
Figura 47. Ed.3 – Edificio Rosso	87
Figura 48. Ed.3 – Edificio Giallo	87
Figura 30. Ed.3 – Panoramica del complesso edilizio (2021).....	87
Figura 34. Ed.3 – Sostituzione localizzata.....	88
Figura 35. Ed.3 – Sostituzione localizzata.....	88
Figura 34. Ed.3 – Dilavamenti.....	88
Figura 35. Ed.3 – Dilavamenti e patina biologica.....	88
Figura 49. Ed.4 – Vista aerea e panoramica	89
Figura 50. Ed.4 – Zona interessata da microlesioni	90
Figura 51. Ed.4 – Microlesioni perimetrali sui pannelli.....	90
Figura 52. Ed.4 – Efflorescenze orizzontali.....	90
Figura 53. Ed.4 – Efflorescenze orizzontali.....	90
Figura 54. Ed.4 – Efflorescenze verticali	91
Figura 55. Ed.4 – Efflorescenze su Meldorfer.....	91
Figura 56. Ed.4 – Evidenza di ripristino pitturazione parziale	92
Figura 34. Ed.4 – Dilavamento in corrispondenza di oggetti localizzati in varie zone delle facciate.....	93
Figura 34. Ed.4 – Dilavamenti e Microlesioni perimetrali sui pannelli.....	93
Figura 35. Ed.4 – Annerimenti (agenti biogeni).....	93
Figura 34. Ed.4 – Annerimenti (agenti biogeni).....	94
Figura 35. Ed.4 – Dilavamenti, Microlesioni perimetrali sui pannelli, depositi in corrispondenza delle riprese e dei giunti orizzontali.....	94
Figura 34. Ed.4 – Colonizzazione biologica.....	94
Figura 35. Ed.4 – effetto “ straccio della lavandaia”	94
Figura 34. Ed.4 – Dilavamenti, Microlesioni perimetrali sui pannelli.....	94
Figura 35. Ed.4 – Annerimenti (agenti biogeni).....	94
Figura 57. Ed.5 – Vista aerea e prospetto principale	95
Figura 58. Ed.5 – Crescita biologica ed esfogliazioni.....	96
Figura 59. Ed.5 – Crescita biologica ed esfogliazioni.....	96
Figura 60. Ed.5 – Crescita biologica ed esfogliazioni.....	96

Figura 61. Ed.5 – Crescita biologica ed esfoliazioni	96
Figura 62. Ed.5 – Dilavamenti	97
Figura 63. Ed.5 – Dilavamenti	97
Figura 64. Ed.5 – Lesioni orizzontali	97
Figura 65. Ed.5 – Lesioni	97
Figura 66. Ed.5 – Lesioni	97
Figura 67. Ed.5 – Lesioni orizzontali	97
Figura 68. Ed.5 – Lesioni d’angolo (finestra)	98
Figura 69. Ed.5 – microfessurazioni ed efflorescenze orizzontali.....	98
Figura 70. Ed.5 – dilavamento ed efflorescenze	98
Figura 71. Ed.5 – Scrostamento Balconi	98
Figura 72. Ed.5 – Alterazione cromatica	98
Figura 73. Ed.5 – Efflorescenze	98
Figura 74. Ed.5 – Effetto cuscino.....	99
Figura 75. Ed.5 – Effetto cuscino.....	99
Figura 76. Ed.5 – Effetto cuscino.....	99
Figura 77. Ed.5 – Effetto cuscino.....	99
Figura 34. Ed.5 – Fessurazioni, alterazioni cromatiche.....	100
Figura 35. Ed.5 – Esfoliazione.....	100
Figura 34. Ed.5 – Alterazione cromatica (da probabile sovrapposizione e ripresa di pitturazione)	101
Figura 35. Ed.5 – Alterazione cromatica (da probabile sovrapposizione e ripresa di pitturazione)	101
Figura 34. Ed.5 – Esfoliazione.....	101
Figura 35. Ed.5 – Esfoliazione.....	101
Figura 34. Ed.5 – Esfoliazione.....	101
Figura 35. Ed.5 – depositi in corrispondenza dei giunti orizzontali	101
Figura 34. Ed.5 – Depositi e patine biologiche in corrispondenza dei giunti orizzontali.....	102
Figura 35. Ed.5 – Fessurazioni e microlesioni.....	102
Figura 34. Ed.5 – Annerimenti (agenti biotici)	102
Figura 35. Ed.5 – Ripristino localizzato	102
Figura 34. Ed.5 – Lesioni orizzontali	102
Figura 35. Ed.5 – Microfessurazioni e lesione verticale con distacco.....	102
Figura 34. Ed.5 – Effetto cuscino, microfessurazioni e colonizzazioni biologiche	103
Figura 35. Ed.5 – Effetto cuscino.....	103
Figura 34. Ed.5 – Anomalie generali riscontrabili sull’edificio.....	103
Figura 35. Ed.5 – Microfessurazioni ed esfoliazioni.....	103
Figura 78. Ed.6 – Vista aerea e panoramica (2015).....	104
Figura 79. Ed.6 –Variazione cromatica e depositi	105



Figura 80. Ed.6 – Colonizzazione biologica.....	105
Figura 81. Ed.6 – Alterazioni cromatiche (ragnatele).....	105
Figura 82. Ed.6 – Alterazioni cromatiche (ragnatele).....	105
Figura 34. Ed.6 – Annerimenti sottodavanzale.....	106
Figura 35. Ed.6 – Alterazioni cromatiche (ragnatele).....	106
Figura 34. Ed.6 – Alterazioni cromatiche in corrispondenza del giunto verticale.....	107
Figura 35. Ed.6 – Agenti biogeni e ragnatele in corrispondenza della finestra	107
Figura 34. Ed.6 – Urto localizzato	107
Figura 35. Ed.6 – Efflorescenza e alterazione cromatica.....	107
Figura 34. Ed.6 – Condizione generale prospetto via Cassala	108
Figura 35. Ed.6 – Condizione generale prospetto via Cassala	108
Figura 34. Ed.6 – Alterazione cromatica, depositi, Annerimenti	108
Figura 35. Ed.6 – Alterazione cromatica, depositi, Annerimenti	108
Figura 34. Ed.6 – Alterazione cromatica	108
Figura 35. Ed.6 – Alterazione cromatica e depositi	108
Figura 34. Ed.6 – Distacco con rete in evidenza	109
Figura 35. Ed.6 – Ripristino localizzato	109
Figura 34. Ed.6 – Alterazione cromatica	109
Figura 35. Ed.6 – Probabile urto con rete in evidenza	109
Figura 34. Ed.6 – Depositi	109
Figura 83. Ed.7 – Vista aerea e panoramica (2015)	110
Figura 34. Ed.7 – Sostituzioni localizzate del rivestimento in mattoncini	111
Figura 35. Ed.7 – Evidenza di alcuni avvallamenti e mancanza di planarità del rivestimento.....	111
Figura 34. Ed.7 – Lesione di origine strutturale.....	112
Figura 35. Ed.7 – Lesione di origine strutturale.....	112
Figura 34. Ed.7 – Dilavamenti.....	112
Figura 35. Ed.7 – Fessurazione in corrispondenza dello spigolo dell’edificio	112
Figura 84. Ed.8 – Vista aerea e prospetto laterale interessato dal cappotto (2015)	113
Figura 85. Ed.8 – Alterazioni cromatiche da rasatura imperfetta.....	114
Figura 86. Ed.8 – Alterazioni cromatiche da rasatura imperfetta.....	114
Figura 34. Ed.8 – Dilavamento ed efflorescenza	115
Figura 35. Ed.8 – Giunto d’angolo imperfetto.....	115
Figura 34. Ed.8 – Alterazioni cromatiche da rasatura imperfetta.....	115
Figura 35. Ed.8 – microfessurazioni orizzontali	115
Figura 87. Lesioni (da: Archivio Caparol 2015)	117
Figura 88. Microrganismi e patine biologiche (da: Archivio Caparol 2015).....	118
Figura 89. Effetti della condensa superficiale su rasante errato (da: Archivio Caparol 2015).....	118
Figura 90. Pannelli non planari (da: Archivio Caparol 2015)	119

Figura 91. Microlesioni con distacco di parti (da: Archivio Caparol 2015).....	119
Figura 92. Errata preparazione del fondo (da: Archivio Caparol 2015)	120
Figura 93. Materiale di finitura non idoneo (da: Archivio Caparol 2015)	120
Figura 94. Variazioni della trama superficiale (da: Archivio Caparol 2015)	121
Figura 95. Alterazione cromatica (da: Archivio Caparol 2015).....	121
Figura 96. Dilavamento del rivestimento (da: Archivio Caparol 2015).....	122
Figura 97. Effetto materasso per incollaggio errato (da: Archivio Caparol 2015)	122
Figura 98. Lesioni verticali per mancata sfalsatura dei pannelli (da: Archivio Caparol 2015).....	123
Figura 99. Tassellatura errata (da: Archivio Caparol 2015).....	123
Figura 100. Lesioni verticali per mancanza di angolare con rete (da: Archivio Caparol 2015).....	124
Figura 101. Microlesioni causate da rasante e finitura non idonei (da: Archivio Caparol 2015).....	124
Figura 102. Distacco causato da rasante e finitura non idonei (da: Archivio Caparol 2015).....	125
Figura 103. Distacco causato da mancanza di consolidamento superficiale (da: Archivio Caparol 2015).....	125
Figura 104. Alterazione per depositi di sali (da: Archivio Caparol 2015)	126
Figura 105. Scarsa sovrapposizione della rete (da: Archivio Caparol 2015).....	126
Figura 106. Tassello non correttamente isolato (da: Archivio Caparol 2015)	127
Figura 107. Tassello non correttamente isolato (da: Archivio Caparol 2015)	127
Figura 108. Scarso spessore di rasante (da: Archivio Caparol 2015)	128
Figura 109. Accoppiamento errato di lastre (da: Archivio Caparol 2015).....	128
Figura 110. Mancanza di rinforzi d'angolo e finitura non corretta (da: Archivio Caparol 2015)	129
Figura 111. Alghe per finitura non idonea (da: Archivio Caparol 2015)	129
Figura 112. Distacco di cappotto per insufficiente adesione e tasselli inadeguati (da: Archivio Caparol 2015)	130
Figura 113. Sovrapposizione di rasante (da: Archivio Caparol 2015).....	130
Figura 114. Errato Incollaggio e tassellatura (da: Archivio Caparol 2015)	131
Figura 115. Scarso spessore di rasante (da: Archivio Caparol 2015)	131
Figura 116. Applicazione di finitura non idonea (da: Archivio Caparol 2015)	132
Figura 117. Distacco rasatura armata da pannello troppo rigido (da: Archivio Caparol 2015)	132
Figura 118. Rasante non idoneo (da: Archivio Caparol 2015).....	133
Figura 119. Verifiche del supporto (da: Cortexa 2016).....	134
Figura 120. Esempio di incollaggio per punti (Da: Cortexa 2016)	135
Figura 121. Libertà di movimento generato dalla corretta procedura di incollaggio (Da: Cortexa 2016)	135
Figura 122. Effetti del metodo a "cordolo e punti" in inverno (sinistra) e in estate (destra) (Da: Cortexa 2016)...	136
Figura 123. Effetti "materasso" causato da una procedura scorretta di incollaggio (da: Caparol 2016).....	136
Figura 124. Vetrificazione superficiale del supporto (da Caparol 2016).....	137
Figura 125. Esempi di assorbimenti disuniformi causati da scorretta posa dei tasselli (da: Caparol 2016).....	137
Figura 126. Esempi di scorretta posa dei tasselli (da: Caparol 2016)	138
Figura 127. Fuga verticale tra pannelli riempita con la malta rasante (da: Caparol 2016)	138



Figura 128. Esempio di distacco causato da mancata tassellatura (da: Caparol 2016).....	139
Figura 129. Rete a vista per effetto di mancanza di spessore di rasante (da: Caparol 2016).....	140
Figura 130. Lesione dello spigolo del serramento e rimedio con fazzoletti di rete (da: Caparol 2016).....	140
Figura 131. Dilavamenti con perdita di materiale di finitura (da: Caparol 2016)	141



ABSTRACT

Da oltre cinque decenni il Sistema ETICS, External Thermal Insulation Composite System (meglio conosciuto in Italia come Sistema isolante a cappotto), rappresenta un elemento costruttivo determinante per la riduzione del consumo energetico degli edifici essendo ancora oggi una delle soluzioni più efficaci e maggiormente utilizzate in Europa per l'isolamento termico dell'involucro edilizio.

In specifici casi di corretta progettazione e posa, che verranno analizzati in seguito, il cappotto è in grado di limitare le dispersioni delle superfici opache, sia nel caso delle nuove costruzioni, che in fase di ristrutturazione, assolvendo il compito di isolare in modo continuo e duraturo pareti costituite anche da materiali diversi.

Questo documento si prefigge lo scopo di fare delle considerazioni sulla durabilità di questi sistemi, valutare le patologie riscontrabili nel loro ciclo di vita e analizzare i meccanismi di ammaloramento di questa tecnologia che, come detto, risulta essere fondamentale nel mondo delle costruzioni.

Per fare questo si è deciso insieme al Gruppo DAW/Caparol, una delle aziende leader nel settore, di analizzare una serie di edifici, sia di nuova costruzione che esistenti, in cui l'obiettivo era appunto quello di migliorare le prestazioni energetiche dell'involucro edilizio.

Sono stati così effettuati sopralluoghi su edifici costruiti da più o meno tempo in modo da avere una casistica significativa sul comportamento di questa tecnologia, catalogando e analizzando le patologie riscontrate, esaminando le probabili cause delle anomalie rilevate, per poi stilare un bilancio critico sul risultato delle tecniche di posa e degli accorgimenti che sono stati adottati per migliorare il risultato complessivo del sistema ETICS e la sua durabilità nel tempo.

ABSTRACT (English version)

For over fifty years, the ETICS System, External Thermal Insulation Composite System (better known in Italy as "Sistema isolante a cappotto"), has represented a decisive construction element for reducing the energy consumption of buildings, still being today one of the most effective and used solutions in Europe for the thermal insulation of the building envelope.

In specific cases of correct design and installation, which will be analysed later, the ETICS is able to limit the dispersion of opaque surfaces, both in the case of new constructions and in the refurbishment phase, performing the task of continuous and durable insulation even of walls built by different materials.

This document aims to make considerations on the durability of these systems, evaluate the pathologies found in their life cycle and analyse the deterioration mechanisms of this technology.

For this purpose, it was decided together with the DAW/Caparol Group, one of the leading companies in this field, to analyse a series of buildings, both new and existing, in which the scope was precisely to improve the energy performance of the envelope building.

Some inspections were carried out on several buildings in order to have a significant case history on the behaviour of this technology, cataloguing and analysing the pathologies found, examining the probable causes of the anomalies detected, and then drawing up a critical report on the installation techniques and actions that have been adopted to improve the overall performance of the ETICS system and its durability over time.



Parte I - CAPITOLO INTRODUTTIVO

1 GLI OBIETTIVI DELLA TESI

Le principali cause dell'inefficienza nell'utilizzo dell'energia che caratterizza la società odierna sono rappresentate principalmente dal riscaldamento e dalla climatizzazione degli edifici. L'elevatissimo costo del combustibile e la catastrofe ecologica che coinvolge il globo terrestre impongono lo sfruttamento di tutti i vantaggi che i sistemi oggi disponibili forniscono per ridurre i costi di gestione degli immobili e migliorare il comfort dei propri abitanti nel rispetto dei vincoli ambientali.

Questi argomenti hanno fatto emergere la necessità di limitare le dispersioni termiche delle abitazioni permettendo lo sviluppo di soluzioni sempre più adeguate e performanti per la prestazione energetica degli edifici che, considerata poco significativa in passato, sta occupando sempre più un ruolo cruciale, insieme all'utilizzo delle fonti rinnovabili, nel tentativo di realizzare edifici a "Energia Quasi Zero". Lo sviluppo di sistemi all'avanguardia per l'isolamento termico costituisce, di conseguenza, uno dei nodi determinanti per ottenere prestazioni energetiche più efficienti e per fare passi avanti nella risoluzione del problema ecologico, almeno per quanto riguarda il mondo delle costruzioni.

Sono infatti molti i motivi per i quali conviene dotare un edificio di un isolamento termico ottimale. Un principale obiettivo è quello di garantire al suo interno il raggiungimento di una corretta temperatura non solo dell'aria, ma anche dei muri, dei pavimenti e dei soffitti. La sensazione di freddo, difatti, deriva da una condizione di bassa temperatura ambientale, ma anche da una ridotta temperatura superficiale degli "elementi opachi" orizzontali e verticali.

Per avere una sensazione di comfort, per esempio in inverno, occorre che i muri di casa siano ben caldi, ma per evitare che si raffreddino facilmente bisogna coibentarli nel modo corretto.

Se gli edifici sono correttamente isolati disperdono meno calore e pertanto, necessitano di un minor quantitativo di combustibile per riscaldarli.

Il fabbisogno energetico di una unità immobiliare per il riscaldamento invernale dipenderà da:

- dispersioni: tutto ciò che in termini di calore fuoriesce dall'edificio per trasmissione (pareti e coperture) o ventilazione (porte e finestre);
 - apporti: tutto ciò che in termini di calore arriva dall'esterno senza costo energetico
-

(apporti gratuiti quali riscaldamento solare e luce naturale) e dall'interno (eventuali altre fonti di calore interne a costo zero, quali ad esempio calore che si irraggia da un'altra unità immobiliare, apparecchiature e persone).

In questo bilancio energetico la voce principale è rappresentata dalle dispersioni per trasmissione attraverso l'involucro edilizio. Inoltre, è fondamentale notare come tali dispersioni termiche per trasmissione avvengono principalmente attraverso le superfici verticali opache, cioè le pareti perimetrali.

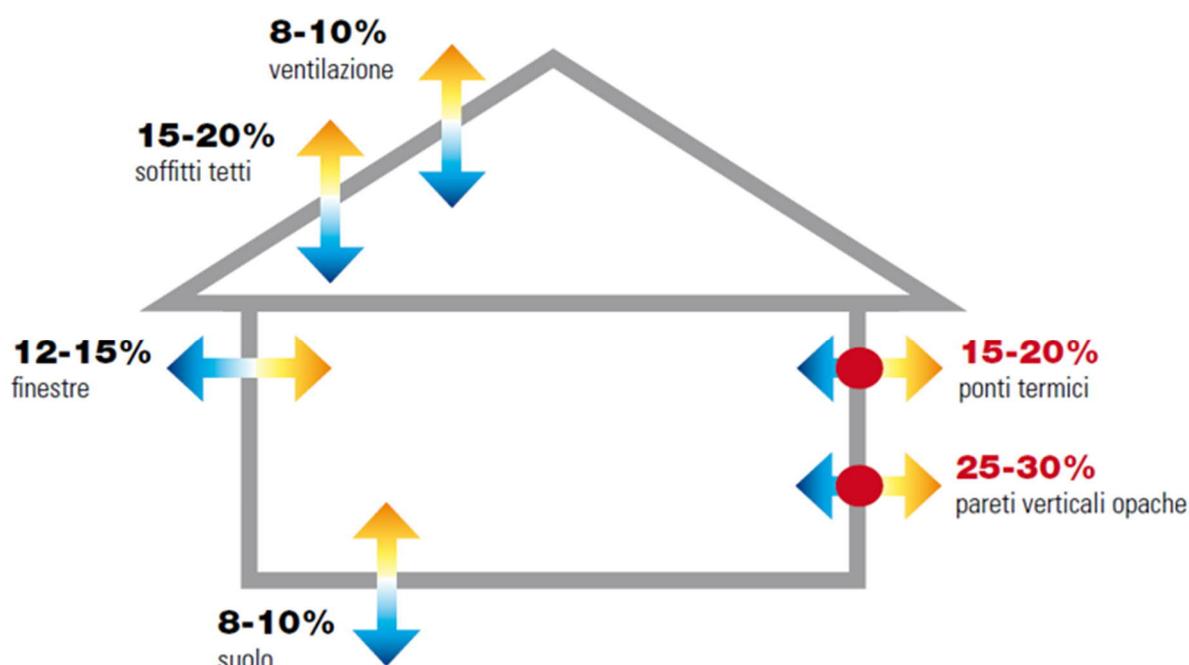


Figura 1. Componenti dei disperdimenti di un edificio tipico secondo Cortexa.

L'energia più pulita è quella che non viene consumata e pertanto l'isolamento termico rappresenta indirettamente una delle fonti più importanti in assoluto, in quanto consente di ridurre il consumo di energia degli edifici evitando l'emissione di gas serra dannosi per l'ambiente.

Dati alla mano, è interessante rilevare che circa metà del fabbisogno complessivo di energia è assorbito dal settore residenziale, e che oltre il 60% di questo fabbisogno è destinato al riscaldamento degli edifici. Negli edifici di nuova costruzione il fabbisogno di energia per il riscaldamento degli ambienti può essere ridotto fino a un decimo di quello degli edifici già esistenti ed è possibile ridurre drasticamente anche il fabbisogno di energia degli edifici esistenti intervenendo opportunamente con lavori di riqualificazione adeguati in particolare sull'isolamento termico. Agendo in maniera mirata sull'involucro, gli sprechi energetici per la climatizzazione degli edifici



(riscaldamento durante la stagione invernale e condizionamento dell'aria durante la stagione estiva) vengono fortemente limitati da un'adeguata protezione termica che argina il flusso di calore dall'interno verso l'esterno.

Da oltre cinque decenni il Sistema isolante a cappotto (denominato a livello internazionale con la sigla ETICS, External Thermal Insulation Composite System) ha avuto un ruolo fondamentale in questo senso e rappresenta ancora oggi un elemento costruttivo determinante per la riduzione del consumo energetico degli edifici.

Il sistema d'isolamento dall'esterno rappresenta, appunto, una delle soluzioni più efficaci per rispettare i parametri sempre più stringenti imposti dalle normative vigenti sulla trasmittanza termica delle pareti opache e rappresenta l'alternativa più facilmente ammortizzabile nei costi, proteggendo gli edifici dal caldo e dal freddo ed evitando inutili sprechi fornendo ad ogni immobile numerosi vantaggi.

In specifici casi di corretta progettazione e posa, che verranno di seguito analizzati, il cappotto è in grado di eliminare le dispersioni delle superfici opache quasi completamente o, addirittura, nei casi più virtuosi, di contribuire (insieme ad altri fattori) a produrre più energia di quanta l'edificio ne consumi. Senza necessariamente raggiungere questi livelli prestazionali di eccellenza, si può comunque asserire che il cappotto rappresenti ad oggi la soluzione più efficace e maggiormente utilizzata in Europa per l'isolamento termico e, di conseguenza, per il contenimento dei consumi energetici degli edifici.

Le aziende del settore produttivo dei materiali per l'isolamento termico sono costantemente impegnate per individuare risposte all'avanguardia, in grado di soddisfare le caratteristiche prestazionali previste dal legislatore e, nel contempo, assecondare le esigenze del progettista.

Grazie a questo impegno costante e all'esperienza pratica, emerge che il successo di questa tecnica si basa principalmente su quattro pilastri portanti:

- 1) La qualità della progettazione;
- 2) La qualità dei prodotti;
- 3) La qualità della applicazione;
- 4) L'importanza del concetto di Sistema.

Se si rispettano i criteri di qualità sopra enunciati, i produttori garantiscono che la durata dei Sistemi ETICS è decisamente più lunga, almeno di cinque decenni, rispetto al periodo di prova di 25 anni stabilito nelle attuali direttive europee.

Scopo di questo documento è proprio fare delle considerazioni sulla durabilità di questi sistemi, valutarne le patologie riscontrabili nel loro ciclo di vita, analizzarne i meccanismi di ammaloramento e produrre un documento utile, se possibile, a coadiuvare il miglioramento e lo sviluppo di questa tecnologia.

Per fare questo si è deciso insieme al Gruppo DAW (più conosciuto come Caparol Italia), che rappresenta uno dei principali produttori in Europa di pitture e sistemi per l'edilizia, di analizzare una serie di edifici nei quali DAW ha partecipato, in alcuni casi, fin dalle prime fasi primordiali del cantiere, in altri, in soccorso di edifici già costruiti ma che necessitavano di interventi manutentivi, o addirittura su complessi in cui l'obiettivo era quello di migliorare le prestazioni energetiche utilizzando il sistema a cappotto.

È infatti importante sottolineare che questo tipo di isolamento è applicabile agli edifici sia nel caso delle nuove costruzioni che in fase di ristrutturazione, assolvendo il compito di isolare in modo continuo e duraturo pareti costituite anche da materiali diversi.

Sono stati così effettuati sopralluoghi su edifici completati da più o meno tempo in modo da avere, come oggetto di studio, una casistica maggiore e più completa sul comportamento del cappotto e sulla sua durata nel tempo. Si è così cercato, prima, di catalogare e analizzare le patologie riscontrate, e poi di esaminare e ipotizzare le probabili cause dei vari dissesti e delle anomalie rilevate in modo da poter fare un bilancio critico sul risultato delle tecniche di posa e degli accorgimenti che sono stati adottati nel tempo dalle case produttrici per migliorare il risultato complessivo del sistema cappotto, e magari creare un quadro completo, utile a chi dovrà studiare opportuni accorgimenti correttivi che si potranno adottare in futuro.



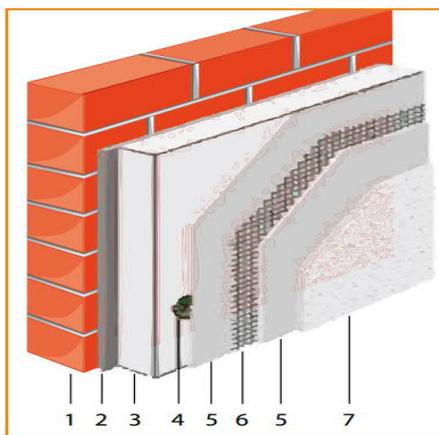
2 L'EVOLUZIONE DELLE TECNOLOGIE DI ISOLAMENTO A CAPPOTTO (ETICS)

2.1 Cosa sono i sistemi ETICS

ETICS, come già detto, è l'abbreviazione comunemente utilizzata a livello internazionale per External Thermal Insulation Composite System e significa Sistema di Isolamento Termico a Cappotto.

Il sistema di isolamento a cappotto è un sistema di rivestimento esterno delle facciate di un edificio, applicato con lo scopo di ottimizzarne le prestazioni termiche, migliorarne le condizioni di comfort abitativo e ridurre i costi energetici ed economici per il riscaldamento ed il raffrescamento.

Esso consiste nel costituire un rivestimento isolante sulla parte esterna delle pareti dell'edificio, così da avvolgerlo completamente (esattamente come fa un cappotto con il corpo umano). In particolare, si procede prima all'incollaggio e al fissaggio meccanico alle pareti di un pannello isolante e poi alla finitura delle superfici con malta armata da una rete in filato di vetro.



- 1 - supporto
- 2 - collante
- 3 - lastra isolante
- 4 - fissaggio
- 5 - strato di armatura
- 6 - rete in fibra di vetro
- 7 - intonaco di finitura

Figura 2. Strati principali del sistema a Cappotto (da: Cortexa 2014)

Ne esistono molti tipi diversi per soddisfare le varie caratteristiche strutturali e architettoniche degli edifici. Le diversità costruttive, dovute alla conformazione superficiale e/o alle caratteristiche meccaniche, sono molto frequenti nelle costruzioni edili (es. cemento armato e laterizio) e sono causa di diverse deformazioni dovute alle sollecitazioni termiche che provocano deterioramento e disgregazione dei materiali (possibile formazione di crepe, distacchi, infiltrazioni, patine biologiche) e di ponti termici, attraverso i quali viene disperso parte del calore. Con

l'installazione del Sistema a cappotto tutti questi fenomeni vengono annullati o comunque fortemente attenuati: tutta l'apparecchiatura muraria viene posta in condizioni termiche e igrometriche stazionarie, nonostante grandi differenze di temperatura e/o umidità tra l'esterno e l'interno. Le murature non dissipano più il calore all'esterno e anche in pieno inverno il sano ricambio d'aria può essere svolto senza poi dover intensificare il riscaldamento: il calore accumulato dalla massa muraria rigenera rapidamente e omogeneamente le condizioni più confortevoli.

E' possibile così ottenere formidabili vantaggi di risparmio energetico, quindi economico ed ecologico, di rivalutazione dell'edificio e di prolungamento della sua funzionalità che possiamo sintetizzare in alcuni punti:

- Risparmio energetico in inverno e in estate
- Migliore comfort abitativo
- Ottimizzazione della prestazione termica dell'edificio
- Basso impatto ambientale
- Riduzione delle dispersioni termiche
- Diminuzione del carico termico della caldaia

Prima di addentrarsi in disquisizioni di natura tecnica, è opportuno fare alcune premesse prettamente fisiche.

Innanzitutto l'isolamento termico si ottiene come risultato di particolari azioni fisiche che tendono a ridurre il flusso termico scambiato tra due ambienti a temperature differenti.

Ogni sistema di isolamento termico limita il flusso di calore che attraversa gli edifici. La capacità di trasmettere il calore viene calcolata per i materiali omogenei attraverso la conducibilità termica " λ ", espressa in W/mK , divisa per lo spessore del materiale, espresso in m.

Il valore della trasmittanza U (W/m^2K), fornisce la dispersione di calore di un metro quadrato di un elemento costruttivo per una differenza di temperatura di un grado.

Più piccolo è il valore U , più basso è il passaggio di calore e minore è il fabbisogno di energia (per compensare le dispersioni).

In edilizia lo scopo di isolare due ambienti con temperature differenti è volto a mantenere il



confort all'interno degli edifici. Uno dei metodi per mantenere la temperatura interna di un manufatto edilizio (in inverno) o inferiore (in estate) a quella esterna, si ottiene creando un particolare strato di coibentazione nel pacchetto di chiusura degli edifici, che a differenza di altri metodi costruttivi, con i sistemi ETICS viene applicato all'esterno invece che all'interno della parete. Il comfort negli ambienti abitati dipende anche dalla differenza di temperatura tra l'aria e le superfici delle pareti. Se la differenza è troppo elevata, possono verificarsi moti convettivi dell'aria interna. La differenza di temperatura tra le camere e le pareti che le delimitano non dovrebbe superare 3 °C, per avere un ambiente abitativo confortevole e sano. Il sistema di isolamento a cappotto protegge le facciate dalle fredde temperature esterne, e impedisce grosse differenze di temperatura tra murature e aria interna.

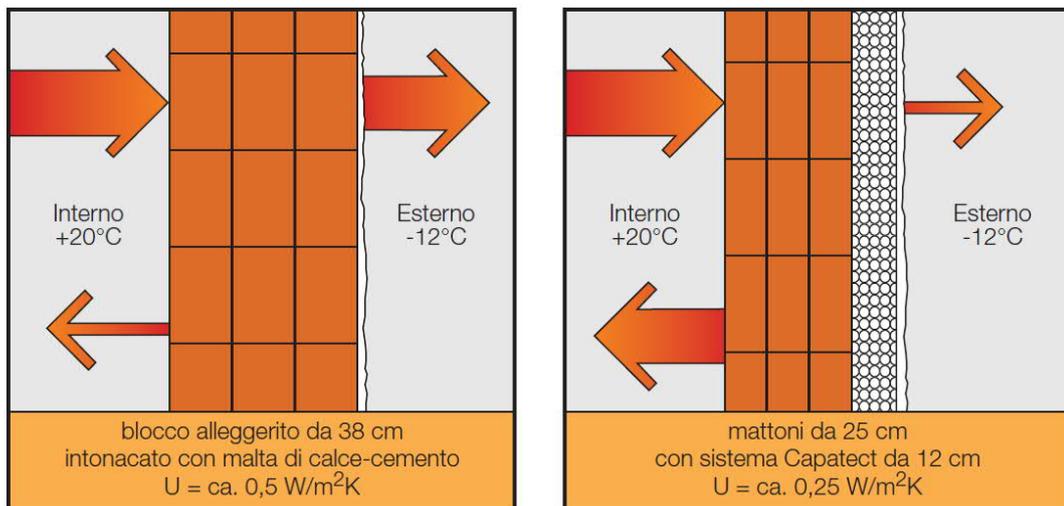


Figura 3. Effetti del sistema a cappotto su una parete perimetrale (da: Caparol Capatect System – 2016)

Dal punto di vista della diffusività "α", ovvero la proprietà di un corpo di lasciarsi attraversare da un flusso termico, i muri non riescono da soli smaltire l'umidità degli ambienti. Al massimo il 3% dell'umidità interna può passare attraverso le pareti, il restante (dal 97% al 100%) deve essere smaltito da una idonea ventilazione. Dove è presente vapore acqueo, può verificarsi la sua condensazione al di sotto di una data temperatura che dipende dalla pressione del vapore (punto di rugiada).

Il fenomeno della condensazione avviene quando, a causa di basse temperature esterne, la muratura si raffredda in alcune zone a tal punto che l'umidità presente nell'aria non può più esservi contenuta in forma di vapore, e si trasforma in acqua.

Attraverso l'utilizzo del sistema a cappotto la muratura rimane calda, e il punto di rugiada viene controllato, ovviando così al problema della condensazione superficiale e interstiziale.

Un altro importante aspetto fisico che incide sul confort degli ambienti interni è il fenomeno del ponte termico.

Si definisce ponte termico ciò che si verifica in un involucro edilizio, precisamente nei suoi punti di discontinuità, che si configurano come vie privilegiate di trasmissione del calore.

I punti di discontinuità sono quelli in cui le caratteristiche termiche del manufatto sono significativamente differenti da quelle immediatamente circostanti e possono essere sia di tipo costruttivo che di tipo geometrico.

Tra le principali conseguenze di un ponte termico ci sono le dispersioni termiche verso l'esterno, la sopracitata formazione di condensa, la formazione di muffe, differenti dilatazioni termiche e conseguente formazioni di crepe, etc..

Più tecnicamente, i ponti termici si formano dove vengono utilizzati uno accanto all'altro materiali con differente trasmittanza termica, in special modo dove un elemento ad alta trasmittanza (per es. un pilastro in c.a.) è inserito in una parete con strato isolante. Esempi classici sono le zone muro-soletta o muro-pilastro/trave.

Attraverso un isolamento termico posto all'esterno, così come previsto nei sistemi ETICS, i ponti termici vengono corretti e pertanto eliminati.

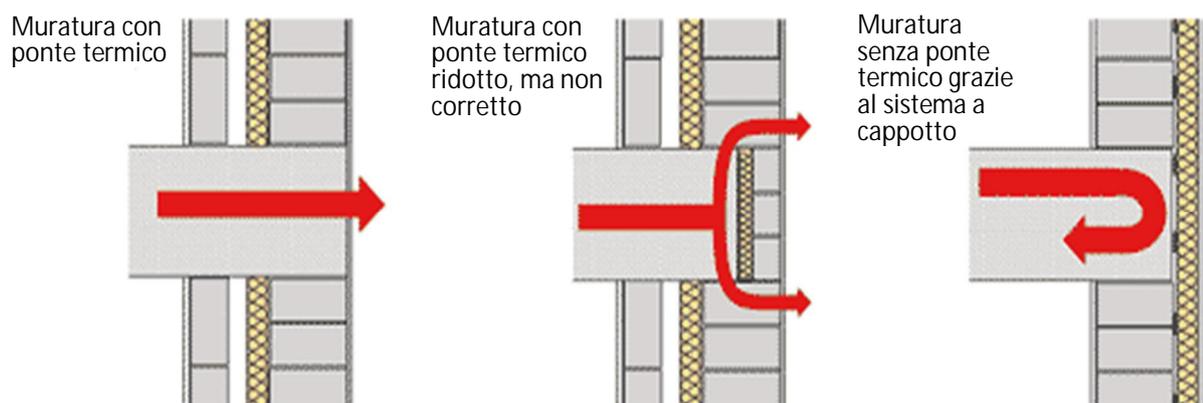


Figura 4. Correzione dei ponti termici attraverso il sistema a cappotto (da: Manuale Caparol 2016)

Anche dal punto di vista energetico si hanno dei notevoli vantaggi.

Già negli anni 80 era stato coniato il termine "Low Energy House" per indicare abitazioni che consentivano di dimezzare i costi per il riscaldamento. A partire dai paesi scandinavi e nordici,



questa filosofia si è diffusa in tutta Europa. Case a basso consumo sono case il cui fabbisogno di energia per il riscaldamento, per mezzo di un elevato isolamento termico, è inferiore a 40kWh/m^2 per anno (a seconda delle normative regionali). Questi valori possono essere raggiunti con un valore di trasmittanza U delle pareti esterne $< 0,2\text{ W/m}^2\text{K}$. Un ulteriore decisivo passo in direzione del risparmio energetico porta al concetto di casa passiva. In questo caso il fabbisogno di energia primaria per riscaldamento è inferiore a $15\text{ kWh/m}^2\text{anno}$. E' necessario in questo caso almeno un valore $U < 0,12\text{ W/m}^2\text{K}$ delle pareti esterne. Edifici costruiti secondo questo standard possono non avere bisogno di alcun sistema di riscaldamento attivo.

Entrambi i concetti sono realizzabili in modo economicamente vantaggioso solo con l'applicazione di un isolamento termico posto all'esterno del tipo a cappotto. Oltre a ciò è indispensabile, nella realizzazione dell'isolamento, l'assoluta assenza di ponti termici, e che le giunzioni alla facciata siano a tenuta perfetta. Finestre ad alto isolamento e adeguati sistemi impiantistici come la ventilazione controllata, contribuiscono inoltre al raggiungimento degli standard fissati per le case a basso consumo o per le case passive.

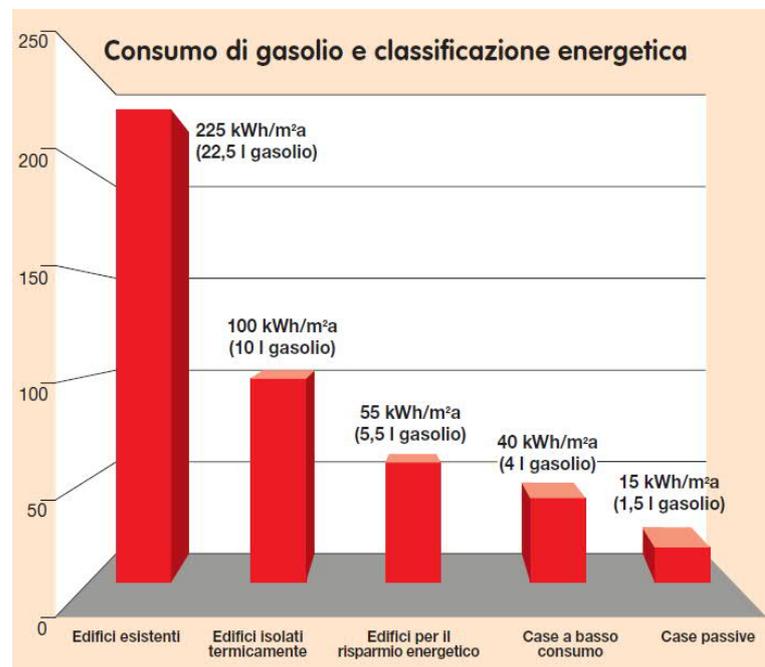


Figura 5. Fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici (da: Caparol Capatech System 2016)

Riassumendo, i vantaggi dei sistemi ETICS sono:

- La possibilità di ottenere chiusure ad alto livello prestazionale che consentono una

sensibile riduzione dei consumi energetici.

- Sfruttare in modo efficace l'inerzia termica della muratura, ottenendo un miglior controllo delle temperature interne con conseguenti vantaggi in termini di comfort abitativo.
- Ridurre quasi totalmente il fenomeno della condensazione interstiziale, nelle stagioni fredde.
- La possibilità di effettuare un isolamento continuo anche in corrispondenza degli elementi strutturali, con conseguente correzione dei ponti termici.
- Realizzare in una unica fase sia l'isolamento dell'edificio che la finitura esterna con conseguenti risparmi di natura economica.
- Ottenere un'elevata stabilità dimensionale al variare delle condizioni termo-igrometriche dell'ambiente;
- La resistenza agli urti e ripartizione dei carichi grazie alla rasatura armata.
- Il miglioramento delle prestazioni acustiche della parete su cui è installato;
- Intervenire con processi di ristrutturazione (senza allontanare gli abitanti) rallentando il processo di degrado degli edifici ammalorati grazie ad un sistema di protezione totale attorno all'edificio;
- Il forte risparmio di combustibile destinato al riscaldamento corrisponde a una altrettanto cospicua diminuzione delle immissioni nell'atmosfera di CO₂, SO₂ e ossidi di Azoto.

In definitiva, il sistema di isolamento a cappotto viene oggi considerato, a livello europeo, una tecnologia all'avanguardia in termini di qualità della protezione termica integrale degli edifici che consente di ottenere prestazioni energetiche ottimali, adattandosi ottimamente sia per le nuove costruzioni che per il risanamento di edifici esistenti, migliorandone in modo durevole il rendimento energetico.

2.2 L'evoluzione dei sistemi ETICS in Europa e in Italia

In generale, in questi ultimi anni, si può osservare una crescita del mercato dell'isolamento termico a Cappotto in tutta Europa, ma il livello di sviluppo dei mercati varia da Paese a Paese. Poiché alcuni stati europei hanno iniziato solo di recente a installare più frequentemente i Sistemi a Cappotto, ancora non possono godere di grande esperienza. In altri paesi come Germania, Austria, Svizzera, Repubblica Ceca, Slovacchia e Polonia, gli ETICS sono invece utilizzati nel settore edilizio da oltre 50 anni, con ottimi risultati, ed il loro mercato è ormai consolidato.



Il mercato italiano, che risulta essere il terzo più grande dopo Germania e Polonia, stimato in circa 17 milioni di m² posati all'anno tra nuove costruzioni e ristrutturazioni, rappresenta la soluzione di isolamento più diffusa ed efficace, sia come prestazioni che come rapporto costi/benefici. Una diffusione molto minore hanno le altre soluzioni: facciata ventilata, isolamento termico dall'interno, insufflaggio. Le previsioni parlano di una ulteriore crescita delle ristrutturazioni in edilizia residenziale, supportata anche dalle attuali misure prorogate dal Governo: detrazioni fiscali del 50% per le ristrutturazioni e del 65% per la riqualificazione energetica. In altri Paesi, come Francia e Regno Unito, il mercato del Sistema di Isolamento termico a Cappotto è nato e ha iniziato a svilupparsi più tardi.

In generale, sia il volume del mercato che gli spessori dei materiali isolanti impiegati nel Sistema a Cappotto sono in rapida crescita. I motivi della rapida crescita si possono individuare, in primo luogo, nei crescenti costi energetici, che aumentano la consapevolezza dei consumatori sull'importanza del risparmio energetico, e in secondo luogo, nell'aumento della consapevolezza sulla necessità di ridurre le emissioni di CO₂.

In molti Paesi della EU c'è un altro aspetto cruciale per lo sviluppo del mercato dell'Isolamento termico a Cappotto, ossia la volontà di ridurre la dipendenza dall'energia nucleare. L'utilizzo di energie rinnovabili può essere gestito in maniera migliore se si riduce in primo luogo il consumo energetico totale.

L' Isolamento termico a Cappotto offre un'eccellente opportunità di raggiungere nella maniera più efficiente possibile gli obiettivi europei relativi alla riduzione dei consumi energetici.

Ma quale è stata l'evoluzione dei sistemi ETICS dalle sue prime applicazioni ad oggi?

Il Fraunhofer Institute for Building Physics, istituto tedesco per la fisica delle costruzioni che concentra il suo lavoro sulla ricerca, sviluppo, sperimentazione, e consulenza nei vari campi della fisica delle costruzioni, controlla costantemente il ciclo di vita delle facciate isolate, monitorando regolarmente l'invecchiamento di molti progetti diversi e documentando accuratamente le esperienze fatte.

Recenti studi e indagini sottolineano che, anche dopo 30 anni, nessuna delle facciate ispezionate mostra segni di cedimento. Perciò, il ciclo di vita dei Sistemi a Cappotto sembra essere molto più lungo del previsto. Se il sistema è installato nel modo corretto e le manutenzioni sono svolte con

serietà, l'aspettativa di vita è uguale a quella dei manufatti intonacati non isolati.

Dal punto di vista dell'evoluzione tecnica dell'isolamento a cappotto, è documentato che oggi il sistema non ha in realtà necessità di grandi innovazioni.

Piuttosto è importante che tutti gli attori edili e i committenti finali sappiano che solo i sistemi a cappotto certificati e posati ad hoc sono in grado di dare garanzie di qualità e, quindi, risultati soddisfacenti. Ancora oggi purtroppo, in Italia per esempio, vengono effettuate scelte progettuali sbagliate, che portano alla costituzione di cappotti assemblati acquistando elementi non testati per funzionare in sinergia. Ciò avviene o per mancanza di conoscenza o per generare economie che a lungo andare possono invece essere fonti di problemi e quindi di elevati costi di ripristino e manutenzione.

Per ottenere risultati eccellenti con il sistema a cappotto, infatti, gli ingredienti fondamentali sono tre:

- la scelta di un sistema certificato;
- la scelta di un progettista in grado di progettare correttamente il Sistema;
- una posa a regola d'arte.

Mentre in altri paesi i posatori sono certificati, in Italia la formazione è demandata alla buona volontà del singolo.

Si può asserire che il sistema a cappotto, grazie alla sua lunga tradizione, è oggi tecnicamente perfetto. Le principali novità in atto sono relative ai materiali isolanti, che, a parità di capacità isolante, nel tempo si stanno riducendo sempre più di spessore. Per quanto concerne le finiture, il sistema a cappotto consente oggi ai progettisti di realizzare ogni tipologia di facciata, garantendo quindi la massima libertà anche a livello architettonico.

Il sistema a cappotto è una soluzione consolidata, che può trovare ulteriori miglioramenti solo in eventuali evoluzioni dei suoi componenti, come ad esempio i materiali isolanti.

2.3 Il concetto di Sistema e i suoi componenti

Il sistema, nel suo significato più generico, può essere definito come "l'unità fisica e funzionale, costituita da più parti (o sottosistemi) interagenti tra loro, formando un tutt'uno in cui, ogni parte, dà un contributo per una finalità comune od un target identificativo di quel sistema".



Questa definizione, già da sé, descrive al meglio come ogni componente, sia preso singolarmente, e ancora di più quando in collaborazione con gli altri (come se fossero una cosa sola), sia determinate per il raggiungimento di una finalità comune.

In questo caso l'obiettivo comune è l'isolamento termico.

All'interno del documento che state leggendo si è scelto volontariamente di scrivere la parola "Sistema", quando riferita al Sistema cappotto, utilizzando sempre la "S" maiuscola proprio per sottolineare ed enfatizzare in maniera decisa, l'importanza della collaborazione simultanea di tutti i materiali, nell'espletamento delle loro funzioni, per garantire al "Sistema Cappotto" di ottenere i risultati migliori in termini di prestazioni.

Il Sistema ETICS è formato principalmente dai seguenti componenti (meglio specificati nella figura seguente):

- 1) Sistema di fissaggio
- 2) Materiale isolante
- 3) Sistema Intonaco (base + finitura)

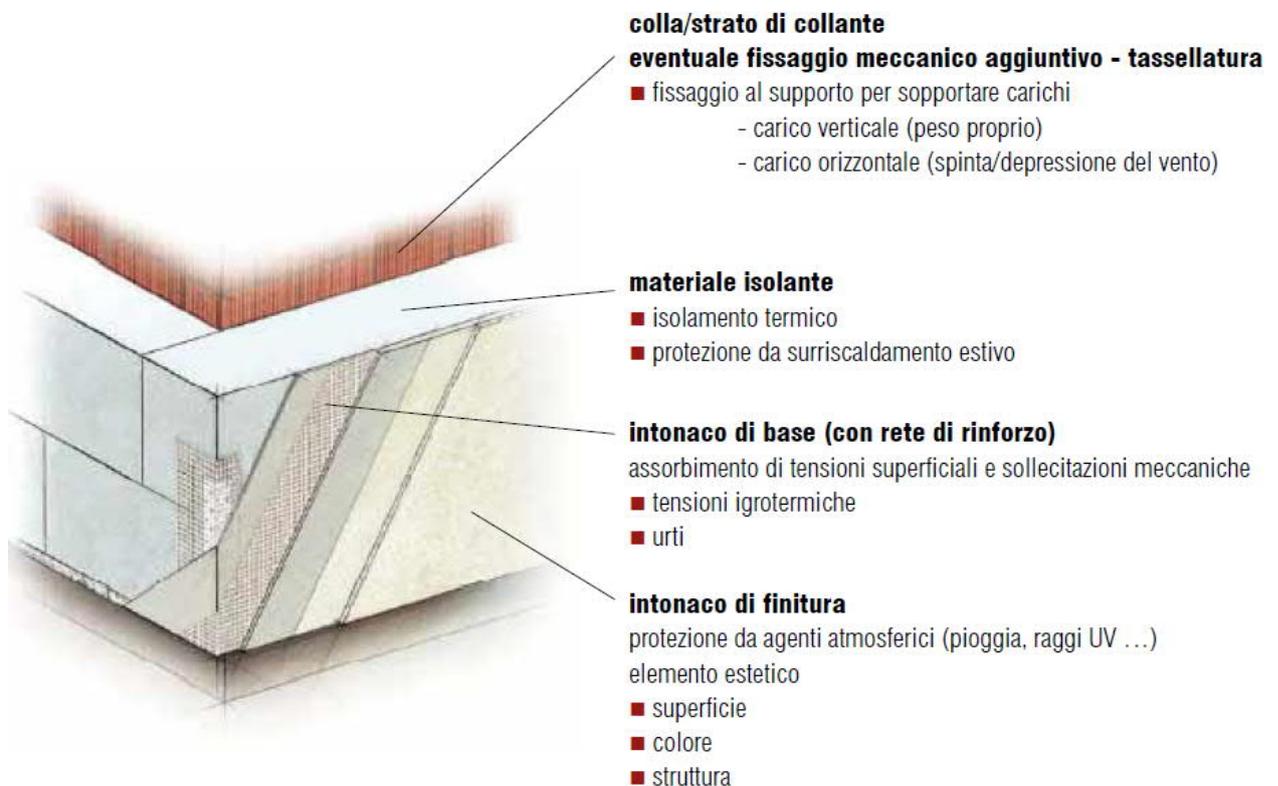


Figura 6. Principali componenti del Sistema a cappotto (da: Cortexa 2014)

2.3.1 Subistema di fissaggio

Da un punto di vista della progettazione, i Sistemi ETICS si differenziano secondo i metodi di fissaggio in:

- Sistemi incollati;
- Sistemi con fissaggio meccanico.

Sistemi incollati:

- Sistemi esclusivamente incollati.
- I Sistemi possono essere completamente incollati (sull'intera superficie) o parzialmente incollati in fasce e/o punti specifici.
- Sistemi incollati e con fissaggi meccanici aggiuntivi.
- Il carico è distribuito totalmente dallo strato legante. I fissaggi meccanici sono utilizzati fundamentalmente per fornire stabilità fino alla completa essiccazione dell'adesivo ed agiscono come collegamento temporaneo per evitare il rischio di distacco. Possono fornire stabilità maggiore anche in caso di incendio.

Sistemi con fissaggio meccanico:

- Sistemi fissati meccanicamente con adesivo supplementare.
- Il carico è distribuito totalmente dai fissaggi meccanici. Il collante viene utilizzato principalmente per garantire la planarità del Sistema installato.
- Sistemi con fissaggio esclusivamente meccanico.
- Il Sistema è fissato al supporto esclusivamente con elementi di fissaggio meccanici.

In realtà il fissaggio di un Sistema a cappotto funziona con la collaborazione di colla e fissaggi meccanici: il Sistema è vincolato al supporto tramite l'incollaggio, che trasferisce le tensioni termiche e i carichi, ed eventualmente da fissaggi meccanici che collaborano con la colla a contrastare tensioni e carichi di carattere orizzontale (per esempio per resistere alla spinta e depressione del vento).

La malta collante ha la funzione di garantire l'adesione del pannello al supporto e può essere:

- del tipo in pasta da additivare in cantiere con Cemento Portland in percentuale variabile dal 35% al 100% in funzione del prodotto;
 - del tipo in polvere da miscelare in cantiere con acqua.
-



Prima dell'inizio dei lavori l'edificio e le facciate su cui si prevede l'applicazione delle lastre, devono essere planari, sia in verticale che in orizzontale, senza spessore oltre le tolleranze ammesse.

2.3.2 Materiale isolante

I pannelli isolanti hanno la funzione di aumentare la resistenza termica delle superfici opache. Tutti i tipi di isolanti richiedono, prima della loro scelta, una attenta analisi funzionale.

La conoscenza delle caratteristiche tecniche del materiale isolante da utilizzare costituisce una condizione importante per avere certezza delle prestazioni e della durata nel tempo. I parametri di scelta del pannello isolante sono in relazione alla conducibilità termica, alla resistenza al passaggio del vapore e alla stabilità dimensionale.

La scelta dello spessore dei pannelli isolanti deve essere valutata in funzione del supporto murario al fine di ottenere la resistenza termica richiesta e di ottemperare ai requisiti termici e acustici di legge. E' inoltre indispensabile la conoscenza del comportamento al fuoco dei differenti materiali isolanti, onde rispettare le norme di sicurezza vigenti.

I materiali isolanti attualmente più utilizzati sono il polistirene espanso sinterizzato (sigla EPS secondo la norma EN 13163) e la lana di roccia (sigla MW secondo la norma EN 13162).

Nelle aree esposte a spruzzi d'acqua si utilizzano polistirene espanso sinterizzato ad alta densità oppure polistirene espanso estruso (sigla XPS secondo la norma EN 13164).

Ulteriori caratteristiche tecniche del polistirene espanso sinterizzato utilizzabile nei Sistemi ETICS sono, con riferimento alla norma di produzione UNI EN 13163, contenute nella norma UNI EN 13499.

Ulteriori caratteristiche tecniche della lana minerale utilizzabile nei Sistemi ETICS sono, con riferimento alla norma di produzione UNI EN 13162, contenute nella norma UNI EN 13500.

Il rivestimento isolante deve inoltre essere integrato in modo da non essere esposto direttamente a umidità e danni dovuti a insetti e simili e da essere isolato da fiamme dirette in caso di incendio.

2.3.3 Subsistema di intonaco

Il "sistema di intonaco" è composto dalla rasatura armata, ossia un intonaco di fondo in cui è inserita una rete di armatura, dall'eventuale primer e dall'intonaco di finitura con l'eventuale pittura.

La malta rasante può essere anch'essa:

- del tipo in pasta da additivare in cantiere con Cemento Portland in percentuale variabile dal 35% al 100% in funzione del prodotto;
- del tipo in polvere da miscelare in cantiere con acqua.

Questo strato ha essenzialmente le seguenti funzioni:

- assorbire le tensioni del materiale isolante innescate dalle variazioni termiche ed impedire il presentarsi di lesioni;
- assicurare una buona resistenza meccanica della superficie esterna agli urti;
- preparare la superficie dell'isolante alla successiva applicazione dello strato di finitura.

Per conseguire questi obiettivi lo strato di rasatura viene armato con rete in fibra di vetro pretrattata con appretto resistente agli alcali. La sua funzione di resistere alle azioni interne è particolarmente importante, in quanto lo strato viene interessato a sforzi di taglio generati dalle sollecitazioni di trazione dovute alle dilatazioni termiche dell'isolante. In questo senso l'armatura ha una funzione meccanica essenziale nel sistema dell'isolamento dall'esterno.

Il rivestimento ha la funzione di proteggere il sistema di isolamento dall'esterno dalle azioni degli agenti atmosferici e di consentire la finitura estetica della facciata.

Lo strato deve risultare idrorepellente e con idonea permeabilità al passaggio del vapore coerente con la tipologia del sistema a cappotto.

I sistemi a cappotto prevedono inoltre l'impiego di accessori specifici per la risoluzione di tutti i nodi costruttivi, per permettere una maggior semplicità di posa e una completa affidabilità del sistema:

- Profili di partenza
- Profili angolari
- Tasselli di tipologia e caratteristiche differenti



- Profili per giunti di dilatazione
- Sistemi di sigillatura
- Profili sottodavanzali e davanzali prefabbricati

Tutti gli accessori di giunzione, consistenti in profili, guarnizioni, sigillature, ecc.. devono garantire al Sistema ETICS:

- la tenuta all'acqua del giunto;
- la compensazione dei movimenti differenziali;
- il sufficiente smorzamento delle vibrazioni trasmesse tra elementi costruttivi e cappotto;
- la resistenza meccanica.

2.4 La realizzazione del sistema a cappotto

La corretta realizzazione del sistema di isolamento a cappotto non può prescindere da una scelta accurata non solo dello strato coibente, ma soprattutto dei materiali destinati alla preparazione dei supporti, all'incollaggio dei pannelli termoisolanti, alle rasature ed alle finiture che conferiscono alla facciata l'aspetto estetico definitivo.

Allo stesso modo la corretta realizzazione in cantiere e una corretta progettazione dei particolari costruttivi nelle zone peculiari dell'edificio rappresentano condizioni essenziali per garantire il comfort ambientale e conseguire i risultati attesi dal punto di vista del risparmio energetico.

Nei paragrafi che seguono vengono, pertanto, descritte le più comuni modalità di impiego dei materiali e quelle di realizzazione dell'intero Sistema a cappotto

2.4.1 Stoccaggio dei materiali e temperature di utilizzo

L'allestimento corretto del cantiere è una fase molto importante del processo di posa dei sistemi a cappotto che spesso viene trascurata pregiudicando il risultato finale. La corretta procedura impone soprattutto l'adeguato deposito dei materiali che verranno impiegati. Durante l'intero processo di lavorazione, di asciugatura e di indurimento la temperatura atmosferica del materiale da applicare e del supporto deve essere superiore ai +5°C.

Quindi anche nella fase di stoccaggio i componenti del Sistema devono essere ben protetti dagli agenti atmosferici. Il vento, l'irraggiamento diretto del sole e temperature superiori ai 30°C,

possono essere inconvenienti per la posa in opera e modificare la lavorabilità del materiale. In questi casi sono da prendere delle contromisure come ad esempio l'ombreggiamento attraverso delle reti o teli sui depositi dei materiali e sulle impalcature.

Agenti atmosferici come pioggia o nebbia non devono influenzare l'essiccazione e l'indurimento pertanto è sconsigliato applicare con UR >80%.

Non possono essere aggiunti additivi (antigelo) né al collante, né all'intonaco di sottofondo (rasante) e nemmeno al rivestimento. Inoltre bisogna assicurarsi che l'acqua d'impasto sia sufficientemente pulita e fresca. Durante l'estate è vietato utilizzare l'acqua riscaldata attraverso un tubo di gomma. L'acqua durante l'autunno e in primavera può essere utilizzata fino a una temperatura massima di 30°C.

I ponteggi dovranno essere fissati prestando attenzione affinché la lunghezza degli ancoraggi sia conforme allo spessore del sistema di rivestimento, la distanza dalle pareti (spazio di lavoro) sia sufficiente (rispetto delle norme di tutela dei lavoratori) e attraverso gli ancoraggi non penetri acqua all'interno (predisposizione dei fori verso l'alto).

2.4.2 Preparazione del supporto e fasi preliminari

I sistemi di isolamento dall'esterno a cappotto possono essere applicati su pareti di edifici realizzati con i più comuni materiali da costruzione:

- muratura di mattoni pieni,
- muratura di mattoni forati,
- muratura mista,
- blocchi cavi di cemento o di calcestruzzo alleggerito,
- blocchi in cemento cellulare,
- pannelli prefabbricati di CLS,
- pannelli in legno,
- muratura di CLS,

Per altri tipi di supporto dovrà essere dimostrata l'idoneità per l'applicazione del sistema tramite specifiche verifiche e prove. L'applicazione può essere effettuata direttamente sulla muratura grezza, in alcuni casi con opportuni accorgimenti, o sulla muratura intonacata.



Nell'ambito di opere di manutenzione straordinaria si potrà presentare la necessità di intervenire su murature con differenti finiture, ad esempio:

- intonaco di calce-cemento privo di pitturazioni,
- intonaco di calce-cemento con residui di vecchie pitture,
- rivestimento con piastrelle o mattoncini di cotto poroso,
- rivestimenti di piastrelle o tessere ceramiche,
- rivestimenti in klinker,
- rivestimenti in grès.

Sulle facciate delle costruzioni esistenti si dovrà pertanto eseguire una verifica preventiva del loro stato di conservazione onde effettuare un eventuale intervento di risanamento, ove necessario.

Solo un supporto in grado di soddisfare determinati criteri, tra cui quello di essere portante, consente l'installazione a regola d'arte di un Sistema di isolamento esterno a cappotto.

Il sottofondo deve pertanto consentire la perfetta adesione della malta collante. In presenza di sottofondi sporchi, assorbenti o irregolari occorre sempre prevedere un trattamento preliminare. In caso di supporti non portanti senza la rimozione di intonaco e finiture, il Sistema deve essere fissato su profili utilizzando quindi la tecnica del "Sistema Meccanico".

Occorre verificare, prima della posa dei pannelli, che i supporti sui quali si andrà ad effettuare l'applicazione siano il più possibile complanari, siano perfettamente asciutti sia all'esterno che all'interno, siano perfettamente puliti, privi di polvere, liberi da parti di intonaco scrostato o staccato e da pitture o rivestimenti fatiscenti. In particolare, si dovrà controllare, tramite staggia metallica la planarità nel supporto come nella tabella seguente:

Riferimento	Misure limite di difetti di planarità in mm, in riferimento a lunghezze lineari delle superfici in m fino a			
	[m]	0,1	1	4
Pareti con superficie non rifinita	[mm]	5	10	15
Pareti con superficie rifinita	[mm]	3	5	10

Figura 7. Tolleranza di misura della planarità (da: Manuale di posa Waler 2016)

Elementi quali porte, finestre, cassonetti per avvolgibili e coperture orizzontali (ad esempio davanzali di finestre, scossaline...) devono già risultare predisposti prima dell'inizio dei lavori.

È fondamentale individuare la presenza di eventuali impedimenti o nodi critici relativi

all'applicazione del Sistema, quali ad esempio sporgenze in genere, giunti di dilatazione, tubazioni esterne, ecc... e adottare le soluzioni tecniche idonee allo scopo.

2.4.3 Prove di idoneità del supporto

Per accertare l'idoneità del supporto per l'applicazione del sistema si ricorre ai seguenti metodi:

- Sopralluogo
- per dare un giudizio sul tipo e sulla condizione del supporto, per la valutazione del sistema a cappotto più idoneo.
- Prova di strofinamento
- eseguita con il palmo della mano o con uno straccio per verificare l'assenza di polvere e di efflorescenze dannose o superfici esistenti gessose.
- Prova di battitura:
- con martelletto per verificare se l'intonaco "suona a vuoto".
- Prova di graffiatura-scalfittura
- con un oggetto duro e appuntito per verificare la resistenza e tenacia.
- Prova di bagnatura
- con un pennello per verificare la capacità di assorbimento d'acqua del supporto.
- Prova di planarità verticale
- con la staggia, filo a piombo.
- Prova allo strappo
- se il supporto è stratificato, è opportuno applicare un pannello isolante tramite malta collante e dopo opportuna maturazione eseguire una trazione manuale del pannello. Una corretta adesione si ha con la rottura del pannello isolante, con la tenuta del collante sul supporto. In alternativa è possibile applicare il collante con una rete d'armatura in fibra di vetro su una superficie di almeno 30x30 cm. Dopo opportuna maturazione la rete viene sottoposta allo strappo e per una corretta adesione solamente l'armatura deve staccarsi. Queste prove sono da eseguirsi su ogni facciata in punti diversi, a campione.



Le immagini che seguono sono tratte dal manuale di posa del produttore Waler:

SUPPORTO	TRATTAMENTO PRELIMINARE
Intonaco sfarinante	Pulire tramite idrolavaggio. Consolidare
Intonaco friabile non portante	Rimuovere meccanicamente - Nessun trattamento utilizzando il Sistema Walerdämmsystem Meccanico
Intonaco solido con punti di distacco	Rimuovere meccanicamente le parti in fase di distacco, riempire le cavità con malta di calce e cemento. Consolidare. Nessun trattamento con sistema a cappotto meccanico
Muratura umida	Eliminare la causa, attendere la completa asciugatura. Nel caso di umidità di risalita non applicare pannelli isolanti, ma utilizzare cicli deumidificanti alternativi
Pittura scrostata	Rimuovere meccanicamente o con sverniciatore. Lavare con idropulitrice
Pittura sfarinante	Pulire tramite idrolavaggio. Consolidare
Rivestimenti organici	Pulire tramite idrolavaggio
Superficie liscia	Irruvidire
Unto, con residui di disarmanti per casseforme	Lavare con idropulitrice ed opportuni detergenti
Bave di malta	Rimuovere meccanicamente
Polveroso, sporco	Spazzolare, pulire con idrolavaggio
Presenza di muffe, alghe, funghi	Pulire con sanitizzante antimuffa
Difetti di planarità	Livellare con intonaco di calce e cemento
Mattoncini in cotto, piastrelle o tessere ceramiche, klinker, grès	Accertarsi dello stato di adesione del rivestimento al supporto. Rimuovere meccanicamente elementi in fase di distacco e ripristinare planarità. Lavare con idropulitrice e opportuni detergenti

Figura 8. Preparazione di supporti esistenti (da: Manuale di posa Waler 2016)

SUPPORTO	STATO	TRATTAMENTO PRELIMINARE
Muratura in: - Laterizio pieno - Laterizio forato - Blocco in calcestruzzo - Blocco in calcestruzzo poroso - Pietra naturale	Polveroso	Spazzolare, pulire tramite idrolavaggio
	Irregolare, con buchi	Livellare con opportune malte o intonaco calce/cemento
	Bave di malta, resti di intonaco	Rimuovere meccanicamente
	Umido	Eliminare la causa, attendere la completa asciugatura (nel caso di umidità di risalita rimuovere la causa o utilizzare cicli deumidificanti)

Figura 9. Preparazione di supporti in muratura non intonacata (da: Manuale di posa Waler 2016)

SUPPORTO	STATO	TRATTAMENTO PRELIMINARE
Muratura in: - Cemento armato - Elementi fabbricati in cls - Calcestruzzo in genere	Polveroso, sporco	Spazzolare, pulire tramite idrolavaggio
	Irregolare, con buchi	Livellare con opportune malte o intonaco cementizio
	Umido	Eliminare la causa, attendere la completa asciugatura (nel caso di umidità di risalita rimuovere la causa o utilizzare cicli deumidificanti)
	Creste, bave	Rimuovere meccanicamente
	Unto, con residui di disarmanti	Lavare con idropulitrice in pressione ed opportuni detergenti
	Distacchi con ferri d'armatura affioranti	Ripristinare con specifiche malte da ricostruzione - Ciclo Waler Carbostop

Figura 10. Preparazione di supporti in muratura non intonacata (da: Manuale di posa Waler 2016)

2.4.4 Esecuzione della zoccolatura

Come zoccolatura si intende la zona di una facciata soggetta a spruzzi d'acqua. Essa comincia dalla quota superiore del terreno, della pavimentazione o della terrazza ed ha un'altezza minima di 30 cm.



In considerazione delle sollecitazioni maggiori dovute a spruzzi d'acqua, sporco ed eventuali azioni meccaniche, per le zone della zoccolatura è necessario adottare misure particolari rispetto ad altre superfici della facciata.

Con provvedimenti costruttivi l'acqua piovana deve essere allontanata dalla facciata per esempio attraverso un letto drenante di ghiaia o uno strato d'interruzione del movimento capillare. Pavimentazioni e lastricati sono da eseguire con una pendenza adeguata e un taglio costruttivo.

Zoccolatura con piano interrato non riscaldato o su edifici esistenti

Prima di iniziare la posa dei pannelli isolanti occorre definire l'altezza della zoccolatura, verificando di includere il solaio del piano interrato non riscaldato per evitare ponti termici.

L'allineamento orizzontale è ottenuto tramite posa del profilo di base Profilo CW in alluminio preverniciato con gocciolatoio, da applicare alla muratura mediante tasselli ad espansione ogni 30 cm. La linearità fra profili adiacenti viene garantita dall'accostamento mediante raccordi in PVC. Irregolarità del supporto devono essere compensate con distanziatori. Il profilo non ha nessuna funzionalità di sostegno ma solo di linearità, protezione e contenimento.

Zoccolatura con isolamento perimetrale del piano interrato.

L'isolamento della zoccolatura parte dal presupposto di una opportuna impermeabilizzazione dell'edificio esistente. Incollare i pannelli isolanti (con taglio inclinato del bordo inferiore) ed eseguire la rasatura armata dal limite superiore del terreno sino a raccordarsi all'impermeabilizzazione della muratura interrata.

Sulla rasatura armata in controterra, applicare a protezione del sistema uno strato di impermeabilizzazione con rasante impermeabile elastico fino alla guaina preesistente. Prevedere opportuno strato drenante di separazione e protezione del sistema dal terreno.



Figura 11. Esempio di posa della zoccolatura (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

2.4.5 Applicazione dei pannelli

L'applicazione dei pannelli isolanti avviene tramite malta collante stesa sul retro del pannello con il metodo a punti e cordolo o stesa a tutta superficie con spatola dentata. (solo per alcune tipologie di pannelli). Il metodo a cordolo e punti prevede strisce perimetrali larghe circa 5 cm e al centro almeno tre punti di collante delle dimensioni di un palmo della mano, stesi con la cazzuola. La quantità di collante è da scegliere in modo tale che lo spessore dello strato di collante sia tra i 5 e 20 mm per una adeguata superficie di contatto e permettendo di compensare eventuali difetti di planarità del supporto. Nel caso di supporti perfettamente planari o di supporti critici che necessitano una totale superficie di adesione, è possibile stendere il collante sul retro del pannello con spatola dentata da min. 10 mm. La sagomatura dei pannelli può essere effettuata con taglierine a filo caldo o mediante coltelli a caldo.



Figura 12. Esempio di applicazione dei pannelli (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

Applicare i pannelli dal basso verso l'alto con il lato lungo orizzontale a giunti sfalsati, con i bordi strettamente accostati. Rimuovere tracce di malta sui bordi delle lastre per evitare la formazione di ponti termici. Eventuali fughe tra i pannelli vanno riempite con strisce di materiale isolante. Controllare frequentemente con staggia e livella la planarità e la linearità dei pannelli incollati. In corrispondenza degli spigoli posare i pannelli in modo alternato al fine di garantire un assorbimento corretto delle tensioni. In corrispondenza delle spallette di finestre e porte i pannelli isolanti posati in facciata devono sporgere con spessore opportuno oltre le spallette. A presa avvenuta del collante applicare sulle spallette le strisce di isolante in modo che risultino a filo con i pannelli sporgenti in facciata, ricreando lo spigolo. In corrispondenza degli angoli delle aperture utilizzare lastre intere tagliate. I raccordi tra le lastre non devono allinearsi con la spalletta o le architravi di finestre o porte.



I pannelli devono presentare una superficie piana per ricevere la rasatura armata di spessore costante. Eventuali gradini tra pannelli pertanto devono essere corretti tramite levigatura per creare un perfetto piano per la rasatura (pannelli in EPS e a base di silicati di calcio idrati). Per pannelli in lana di roccia e sughero le irregolarità vanno corrette con un preventivo strato di rasatura di compensazione.



Figura 13. Applicazione in corrispondenza di spigoli e finestre (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

2.4.6 Tassellatura

Il fissaggio supplementare tramite tasselli permette di integrare l'adesione al supporto dei pannelli isolanti ottenuta con la malta collante. La funzione principale dei tasselli non è di assorbire gli sforzi di adesione o di portanza dei pannelli ma di permettere una stabilità dell'adesione nel tempo che potrebbe essere compromessa da una non corretta preparazione del supporto e da sollecitazioni del vento.

Dopo almeno 24 ore dall'incollaggio dell'isolante e comunque a collante indurito, è possibile forare. Impiegare trapani perforatori a percussione solo nel caso di supporti in calcestruzzo o

mattoni pieni. Regolare l'arresto della punta in funzione della profondità del foro considerando lunghezza del tassello + 10 mm. Il fissaggio meccanico varia in funzione del supporto e della tipologia di pannello isolante.

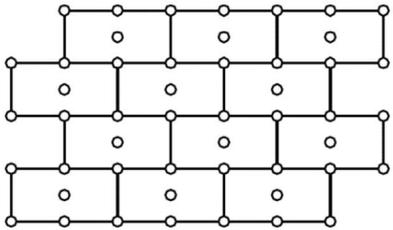
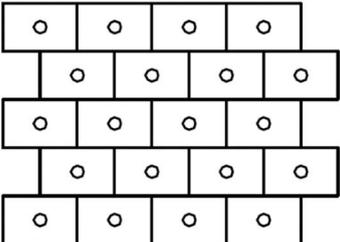
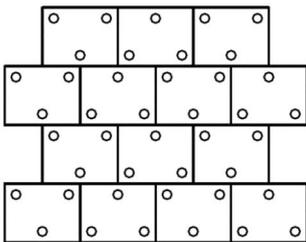
Pannelli in EPS, Sughero	Pannello in calcio silicato	Pannelli in lana di roccia
		
I tasselli devono essere posti in corrispondenza degli incroci dei pannelli più uno centralmente.	Il tassello è posto centralmente al pannello.	Nello schema a W ogni pannello è fissato con tre tasselli.

Figura 14. Tasselatura in funzione della tipologia di pannello (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

Tasselli a percussione con chiodo ad espansione

Perforare con profondità del foro pari alla lunghezza del tassello +10mm. Inserire il tassello nel foro finché la testa a fungo non sia a filo del pannello e successivamente inserire il chiodo a percussione per la completa espansione del tassello. I tasselli schiacciati o fissati non correttamente vanno rimossi e sostituiti.

Tasselli a vite

Perforare con profondità del foro pari alla lunghezza del tassello +10mm. Inserire il tassello nel foro finché la testa a fungo non sia a filo del pannello. Innestare l'apposito adattatore sul trapano e avvitare il tassello affondandolo nell'isolante sinché il disco di battuta non tocca la superficie dell'isolante. Inserire nella cavità la rondella isolante che deve risultare a filo con la superficie del pannello. Utilizzare il tassello ad affondamento con pannelli isolanti con spessori di 80 mm. Per spessori di isolanti minori o nel caso si utilizzi il tassello senza affondamento, a filo di superficie, avvitare semplicemente la vite. Inserire quindi nella testa del tassello l'apposito tampone isolante.



Figura 15. Esempio di fissaggio con tasselli a vite (da: Manuale di posa Waler 2016)

Tassellatura in corrispondenza degli spigoli del fabbricato

L'altezza dell'edificio e la sua collocazione geografica influenzano la quantità di tasselli necessaria in prossimità dei bordi. Questo vale in modo particolare per le zone ai margini dell'edificio, in quanto proprio in queste aree possono insorgere vortici di vento generanti considerevoli forze. Nelle zone ai margini dell'edificio può essere pertanto necessario elevare la quantità standard di tasselli corrispondente a 6 tasselli/m², anche fino a 12 tasselli/m².

Le zone ai margini interessate da un maggior numero di tasselli da applicare sono di almeno un metro per parte verso l'interno partendo dall'angolo.

Il numero di tasselli nella zona dei bordi può essere individuato sulla base della seguente tabella:

Velocità del vento [km/h]	Conformazione del terreno intorno all'edificio								
	I			II			III		
	Altezza dell'edificio [km/h]								
	< 10	10 - 25	25 - 50	< 10	10 - 25	25 - 50	< 10	10 - 25	25 - 50
< 85	6	6	6	6	6	6	6	6	6
85 - 115	8	8	10	8	6	8	6	6	8
> 115	10	12	12	8	10	10	6	8	10

Terreno di conformazione I:
terreno piatto e collinoso, libero o occupato solo in parte da edifici, alberi, argini o simili; rive di laghi, zone isolate in terreni collinari.

Terreno di conformazione II:
terreno con numerosi ostacoli per il vento come in città, aree boschive o con numerosi alberi; zone protette in aree montuose e collinose. L'altezza media degli ostacoli (altezza media dei tetti) superiore a 10 m.

Terreno di conformazione III:
terreno occupato da numerosi ostacoli al vento di grosse dimensioni la cui altezza media (altezza dei tetti) è superiore a 25 m. Questa conformazione è presente solo nel centro di grandi città, dove gli edifici, oltre a essere molto alti, sono anche molto numerosi e vicini fra loro.

2.4.7 Fissaggio con profili metallici

Nel caso di supporti con scarse resistenze meccaniche che non garantiscono l'adesione della malta collante, è consigliata la realizzazione del Sistema meccanico.

Tale sistema fissato tramite profili permette di evitare l'onerosa preparazione del supporto, senza la rimozione del vecchio intonaco ammalorato.

Posizionare il profilo di partenza in alluminio controllando eventuali difetti di planarità, in corrispondenza dei quali spessorare il profilo con distanziatori in plastica dello spessore opportuno.

Il Sistema meccanico impiega come materiale isolante pannelli con apposite scanalature su tutti i bordi per l'inserimento dei profili.

Il fissaggio dei pannelli isolanti avviene meccanicamente attraverso una struttura di profili orizzontali e verticali in alluminio o PVC fissati al supporto tramite tasselli ad espansione con viti in acciaio zincato, previa applicazione sul retro del pannello di un punto centrale di malta adesiva.

Fissare lateralmente pannello inserendo nelle scanalature verticali i profili di montaggio verticali.

Dopo la posa della prima fila di pannelli, inserire nelle scanalature orizzontali, sul bordo dell'isolante, i profili in alluminio o in PVC fissandoli con viti a espansione ogni 30 cm, controllando il corretto allineamento e compensando eventuali irregolarità con distanziatori.

La posa deve essere effettuata a giunti verticali sfalsati.

La posa del pannello va effettuata in maniera tale da evitare la presenza di fessure nei giunti dei pannelli superiori ai 2 mm; eventuali fessure superiori devono essere chiuse con strisce di isolante sagomate e non con inserimento di malta per evitare ponti termici.

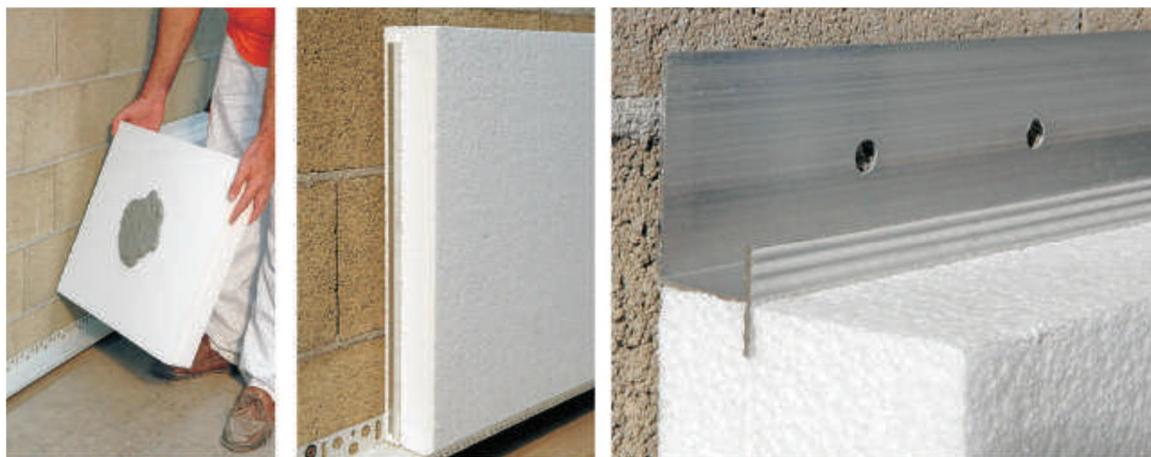


Figura 16. Installazione dei profili metallici (da: Manuale di posa Waler 2016)



2.4.8 Intonacatura armata

Una volta essiccato completamente il collante e fissati meccanicamente i pannelli si può eseguire la rasatura armata dei pannelli isolanti.

Posizionare i profili angolari e i profili speciali prima dell'esecuzione della rasatura. Nel caso in cui sui pannelli isolanti (lana di roccia, sughero) sia stato necessario applicare uno strato d'intonaco di compensazione, prima di applicare l'intonaco sottile armato bisogna aspettare che la rasatura livellante si sia indurita.

Stendere la malta rasante a mano o macchina e allettare la rete di armatura nella malta ancora fresca, premendo la rete e ricoprendola completamente con la spatola. La rete d'armatura in fibra di vetro deve essere annegata nel rasante ancora fresco nella giusta posizione in funzione degli spessori minimi di rasatura e con sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm.

Per la rasatura di pannelli isolanti in EPS eseguire uno strato sottile armato di spessore min 3 mm (la rete deve essere posta centralmente nello spessore della rasatura).

Per la rasatura di pannelli isolanti in lana di roccia, sughero o a base di silicati di calcio idrati eseguire spessori min di 5 mm.

Stendere uno strato di malta di circa 5 mm con apposita spatola d'acciaio. Premere la rete d'armatura e ricoprirla completamente con la spatola (la rete deve essere posta nell'ultimo terzo dello spessore della rasatura).

Eventuali sbavature di malta vanno eliminate dopo l'asciugatura.

Per ottenere una perfetta superficie planare e un totale ricoprimento della rete applicare il giorno seguente un ulteriore strato sottile di livellamento.

In corrispondenza degli angoli di finestre e porte applicare come ulteriore rinforzo delle porzioni di rete a 45° o profili presagomati di forma speciale prima dell'esecuzione dello strato di intonaco sottile armato.

Nelle zone a rischio di urti o dove si voglia migliorare le resistenze meccaniche del sistema posare una doppia armatura. In questo caso è importante fare attenzione che la prima rete venga accostata senza sovrapposizioni, e lo strato di malta sia indurito prima di applicare la seconda rete sovrapponendola a giunti sfalsati rispetto alla rete sottostante e con sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm.



Figura 17. Applicazione della rete di armatura (da: Manuale di posa Waler 2016)

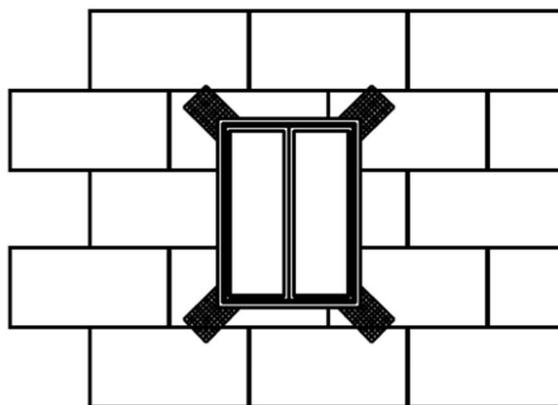


Figura 18. Dettaglio in corrispondenza degli spigoli delle finestre (da: Manuale di posa Waler 2016)



Per la protezione degli spigoli orizzontali e generalmente dove si voglia ripristinare i bordi con gocciolatoi (balconi, architravi, finestre ecc.) utilizzare i profili in PVC con gocciolatoio e rete preaccoppiata. Applicare la malta rasante sugli angoli nella larghezza del fianco di rete. Posizionare il profilo con gocciolatoio e annegarlo nella malta facendo attenzione di avere la parte zigrinata in facciata in quanto atta a ricevere la successiva rasatura. Eseguire successivamente lo strato di rasatura armata sovrapponendo la rete d'armatura a quella del paraspigolo.



Figura 19. Realizzazione di bordi con gocciolatoio (da: Manuale di posa Waler 2016)

Per la protezione e la linearità degli spigoli impiegare profili angolari in PVC con rete preaccoppiata. Stendere la malta rasante sullo spigolo nella larghezza del fianco di rete. Posizionare il paraspigolo e annegarlo nella malta ancora fresca. Il raccordo con la rete va realizzato sovrapponendo la rete su quella del paraspigolo per circa 10 cm.



Figura 20. Realizzazione degli spigoli (da: Manuale di posa Waler 2016)

2.4.9 Rivestimento

A completa essiccazione del rasante, dopo almeno 5-7 giorni e comunque in funzione delle condizioni ambientali, si potrà applicare il primer di fondo e il rivestimento a spessore colorato di finitura. Mischiare il contenuto nel fusto prima dell'impiego (la finitura è una pasta pronta all'uso: non diluire con acqua, aggiungere al massimo un bicchiere d'acqua per secchio nel caso di giornate molto calde). Applicare il materiale con spatola d'acciaio con spessore uniforme e corrispondente alla granulometria della finitura.

Dopo 5 - 10 min. ca., ripassare il materiale con spatola di plastica con movimenti rotatori o verticali in funzione del tipo di prodotto al fine di conferire alla finitura la struttura desiderata. Per evitare la formazione di riprese visibili, proseguire il lavoro per piccole porzioni, lavorando fresco su fresco, senza interruzioni. Con l'ingaggio di mano d'opera a sufficienza si evitano giunti visibili e si limita il rischio di una superficie strutturalmente e cromaticamente disomogenea.



Figura 21. Realizzazione del rivestimento di finitura (da: Manuale di posa Waler 2016)

Sui sistemi a cappotto si possono applicare diversi tipi di rivestimenti ma sempre a spessore (spessore consigliato 1,5 mm). La granulometria determina lo spessore del rivestimento applicabile in una mano. Per ottenere una struttura a frattazzo fine può essere applicata una granulometria inferiore ma l'applicazione deve avvenire a strati in due mani. Se lo spessore del rivestimento è ridotto la funzione protettiva di questo sugli strati sottostanti del sistema è



notevolmente inferiore.

Non applicare la finitura sotto sole battente, o in presenza di vento persistente. Proteggere da pioggia e dal gelo. Non applicare con temperature sotto i 5°C e umidità relativa dell'ambiente superiore a 80%. In caso di applicazione prematura su supporto non sufficientemente stagionato, potrebbero verificarsi chiazze o macchie.

Per sistemi di isolamento a cappotto è consentita solo la scelta di tinte con indice di riflessione superiori al 30% e comunque di colori chiari.

Questo fattore indica la quantità di luce che è riflessa da una superficie; quanto maggiore è il suo valore, tanto più chiara è la tonalità del colore (0%=nero - 98%= bianco).

Il potere isolante del sistema a cappotto nel caso di un surriscaldamento eccessivo dovuto a una riflessione troppo bassa del rivestimento comporta un notevole aumento delle tensioni termiche sullo strato di intonaco sottile armato con il rischio di manifestazioni di crepe e degrado accelerato.

2.4.10 Raccordi con chiusure ed attraversamenti

Tutti i raccordi a finestre, porte e parapetti, tutti i raccordi al tetto e anche tutti i componenti inseriti o fissati con perforazioni nel Sistema ETICS (tra cui impianti parafulmine, tubi di scarico dell'acqua piovana, prese e interruttori incassati ed i rispettivi fissaggi) devono essere realizzati con idonei profili per il collegamento a finestre e porte o con nastri precompressi.

Prima dell'applicazione dei profili di raccordo a porte e finestre si devono rispettare in particolare i seguenti criteri:

- i dettagli del raccordo sono stati definiti dal tecnico progettista per il singolo progetto;
- porte e finestre devono essere installate secondo le direttive nazionali (es. montaggio RAL);
- l'installatore della finestra ha realizzato un raccordo impermeabile al vapore su richiesta del progettista ("interno più impermeabile dell'esterno");
- il supporto è asciutto, privo di polveri e grasso e adatto all'incollaggio dei profili di raccordo;
- la temperatura di lavorazione non scende sotto + 5° C (giorno e notte).

Una corretta esecuzione dei raccordi ha un ruolo chiave sul mantenimento della funzionalità del Sistema ETICS nel tempo.

Raccordi con finestre e porte

Per la sigillatura del sistema a cappotto in corrispondenza di serramenti applicare il profilo in PVC integrato con rete in fibra di vetro e guarnizione sigillante autoadesiva.

Togliere la pellicola protettiva ed incollare la guarnizione al serramento in corrispondenza del filo esterno del sistema a cappotto. Posizionare il pannello isolante a contatto con il profilo e annegare la rete nello stato di malta rasante. Eseguire la sovrapposizione di circa 10 cm della rete del profilo con la rete di armatura dell'intonaco armato sottile.



Figura 22. Sigillatura in corrispondenza di serramenti (da: Manuale di posa Waler 2016)

Raccordi con guarnizione precompressa espandente autoadesiva

La guarnizione precompressa espandente autoadesiva è impiegata per la sigillatura a tenuta elastica in corrispondenza di tutti i giunti tra sistema a cappotto e serramenti, balconi, coperture, davanzali, impianti e qualsiasi elemento di facciata. La guarnizione assicura una perfetta tenuta all'acqua, ottimo isolamento termico e acustico, e una tenuta elastica permanente.

Applicare la guarnizione precompressa (3 mm) dal lato adesivo alla superficie dell'elemento da sigillare. Accostare il pannello curando che la guarnizione non si espanda oltre i 6mm e che risulti a filo con la superficie esterna del pannello. Rivestire quindi pannello e guarnizione con lo strato di intonaco sottile armato.



Figura 23. Raccordi con guarnizione precompressa (da: Manuale di posa Waler 2016)



Profilo sottodavanzale

Nel caso di edifici esistenti in corrispondenza dei davanzali per la protezione del sistema e per il ripristino dei gocciolatoi in alternativa alla sostituzione dei davanzali o prolunghe in marmo utilizzare il profilo sottodavanzale in alluminio. Prima della posa dell'isolante, applicare il profilo al di sotto del davanzale fissandolo alla muratura con tasselli ad espansione e spessorando in corrispondenza di difetti di planarità.

Sigillare tra il profilo e il davanzale e in tutti i punti ove potrebbero avvenire infiltrazioni d'acqua.

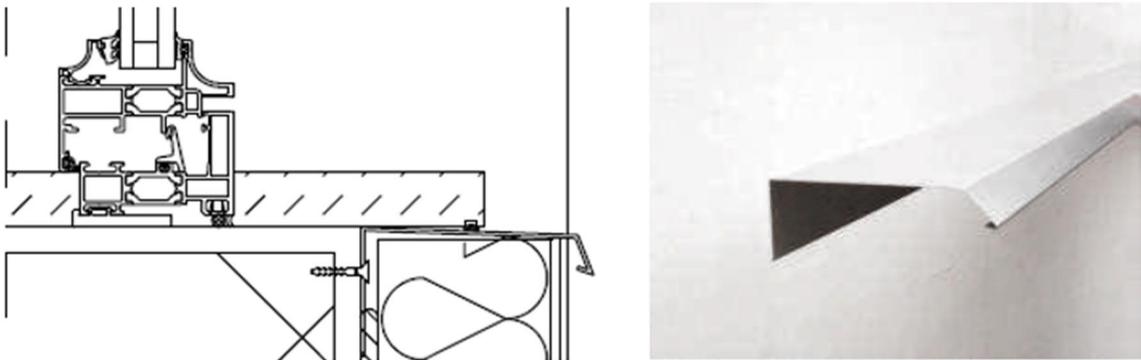


Figura 24. Profilo sottodavanzale (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

2.4.11 Giunti di dilatazione

In presenza di giunti di dilatazione del fabbricato tali giunti vanno mantenuti anche sull'isolamento a cappotto. Per la realizzazione di giunti utilizzare specifici profili costituiti da elementi angolari in PVC con guaina flessibile in caucciù e rete preaccoppiata.

Applicare i pannelli isolanti lasciando un giunto da 5 a 25 mm.

Stendere sugli angoli del giunto la malta rasante. Inserire il profilo nel giunto di dilatazione allentandolo nella malta ancora fresca.

I profili vanno montati accostandoli dall'alto e sovrapponendo la striscia di rete e la guaina.

Eseguire successivamente la rasatura armata in facciata, sovrapponendo i teli con la rete dei profili. La guaina in caucciù può essere sovraverniciata.

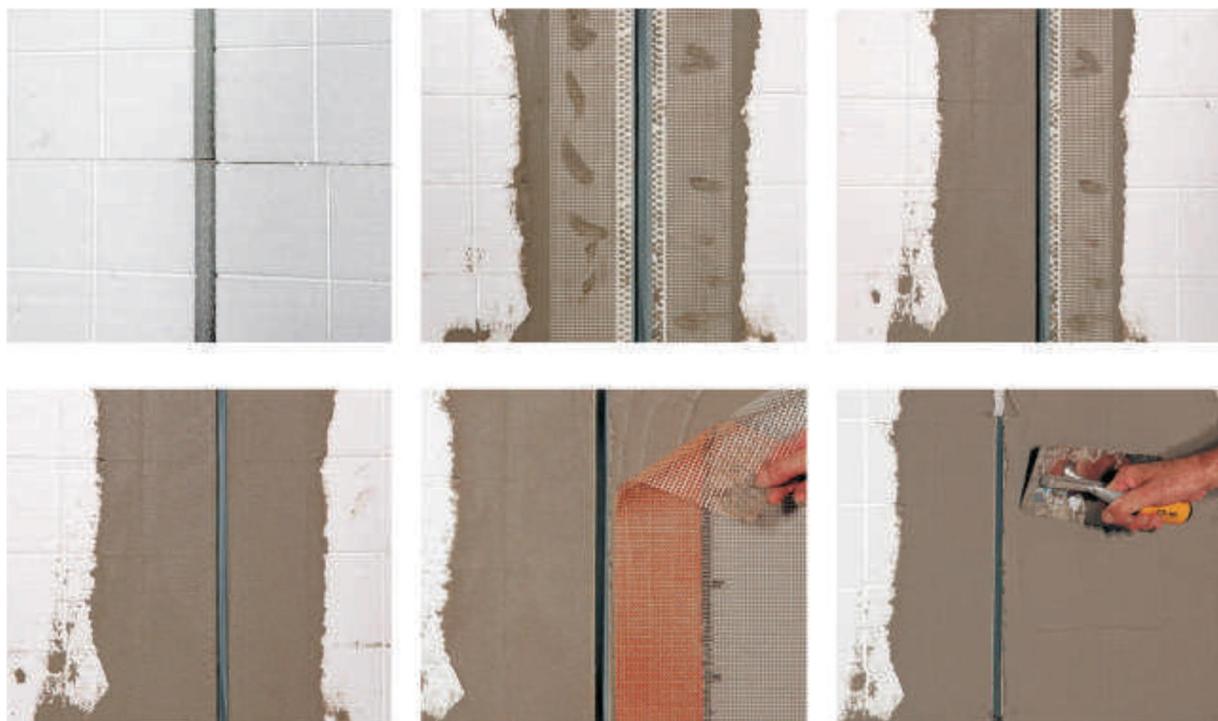


Figura 25. Esecuzione in corrispondenza di un giunto di dilatazione (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

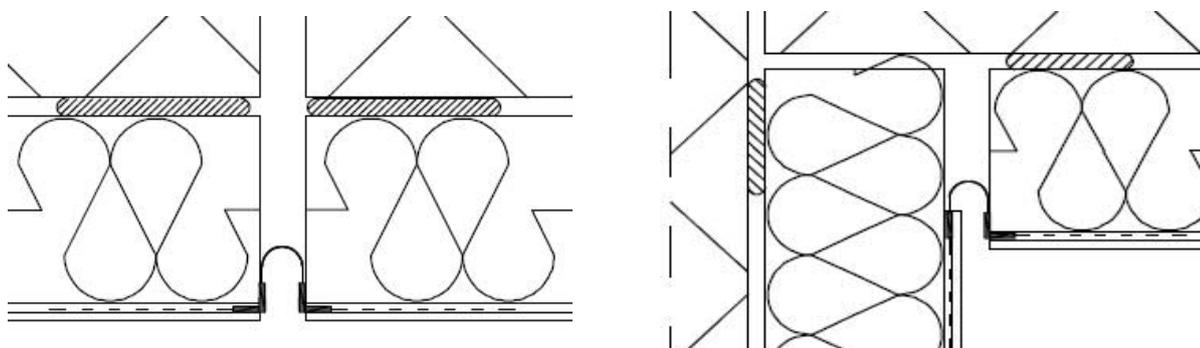


Figura 26. Sezioni con dettagli della guina e angolari in PVC (da: Manuale di applicazione Cortexa 2014)

2.4.12 Strutture della facciata e decori

Come le facciate intonacate, così anche le facciate con Sistema ETICS possono essere articolate e decorate con profili ed elementi di diverse tipologie. Le modalità di esecuzione di questi lavori dipendono dal tipo di materiale e dal disegno della facciata.

E' necessario che sia stato eseguito lo strato di intonaco di fondo armato con rete.

Elementi di peso considerevole possono richiedere il fissaggio meccanico, oltre all'incollaggio.

Questi elementi sono già rinforzati e/o prevedono già una superficie pitturata o intonacata.



Vengono incollati alla rasatura di fondo con un collante apposito applicato a tutta superficie (secondo le indicazioni del produttore) sui bordi e sulle superfici già indurite ed in seguito vengono rivestiti.

Questi elementi devono essere incollati con un collante adatto (secondo le indicazioni del produttore) su una rasatura di fondo già indurita. Se questi elementi non presentano superfici pitturate o intonacate è necessario applicare una base rasante in cui inserire la rete di armatura con una sovrapposizione con l'armatura esistente di almeno 100 mm.

Per la realizzazione di fasce con scanalature su sistema di isolamento a cappotto è possibile utilizzare dei profili appositi.

L'esecuzione del cappotto avviene in modo tradizionale incollando i pannelli isolanti opportunamente sagomati e delle dimensioni desiderate in funzione del passo delle fasce.

Una volta incollati i pannelli applicare con malta rasante i profili, inserendoli nella scanalatura.

Realizzare la rasatura armata sovrapponendo la rete sui bordi forati dei profili.

Tinteggiare il profilo con pittura a quarzo e realizzare un rivestimento a spessore sulla rasatura armata delle fasce.



Figura 27. Regolarizzazione di decorazioni a fasce (da: Manuale di posa Waler 2016)

3 LO SVILUPPO DELLE REGOLE DI CONTROLLO A GARANZIA DELLA QUALITÀ

3.1 Un Sistema di qualità

Un Sistema ETICS di qualità, per chiamarsi tale, deve comporsi di molteplici prodotti che devono necessariamente essere tutti qualitativamente eccellenti. Oltre a garantire il controllo di ognuno di questi elementi, per assicurare la qualità e la durata del Sistema, è necessaria una messa in opera qualificata del Sistema stesso.

Per un buon risultato funzionale, pratico, estetico e di durata del Sistema di Isolamento a Cappotto, è necessario garantire una esecuzione tecnica a regola d'arte, soprattutto degli elementi critici (raccordi e le chiusure). Questo garantisce che le sollecitazioni dovute agli agenti atmosferici (sole, vento, pioggia e neve) e all'utilizzo dell'edificio non abbiano effetti negativi sulla durabilità della facciata.

Per l'esecuzione di chiusure e raccordi conformi al Sistema su diverse parti dell'edificio, si rendono necessarie soluzioni predefinite, testate e garantite. È proprio con queste premesse e con la finalità di garantire il raggiungimento degli obiettivi di cui sopra che nacque la necessità di regolamentare tutti i processi che compongono il sistema e di riunire l'esperienza e le competenze di chi, negli anni passati, si è dedicato allo sviluppo di questa tecnologia.

3.2 Prime regolamentazioni

L'ente tecnico europeo di riferimento per il settore delle costruzioni, l'EOTA (European Organization for Technical Approval), ricevette dalla Commissione Europea il compito di redigere le linee guida per l'approvazione tecnica dei Sistemi ETICS a livello europeo: è così che fu creata la prima Linea Guida Tecnica (European Technical Approval Guideline) per Sistemi ETICS su supporti in muratura e calcestruzzo.

Per utilizzi diversi da questo vennero col tempo elaborate singolarmente dai membri dell'EOTA delle linee guida specifiche, le cosiddette CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure).

A partire da Luglio 2013 il Regolamento dei Prodotti da Costruzione (Construction Products Regulation) sostituì la Direttiva dei Prodotti da Costruzione (Construction Products Directive) con lo



scopo di consentire il libero scambio di prodotti da costruzione all'interno dell'Europa. Nuovi prodotti furono così lanciati più facilmente sul mercato a costi inferiori. La standardizzazione aumentò inoltre la trasparenza nelle gare d'appalto favorendo le aziende che in questo modo hanno goduto di maggiori possibilità di operare nei mercati internazionali.

Nacque però l'esigenza di redigere una regolamentazione più ferrea per garantire la qualità dei prodotti e la loro applicazione.

3.3 Il consorzio Cortexa

Nel luglio 2007 nasce Cortexa, il consorzio italiano per la cultura del Sistema a Cappotto, che unisce sotto lo stesso marchio le più grandi aziende del settore sfruttando la loro esperienza trentennale. Il Consorzio si propone di diffondere la cultura dell'isolamento a cappotto, mettendo a disposizione le conoscenze delle aziende associate per assicurare al mercato italiano un alto standard tecnologico finalizzato al



conseguimento di obiettivi come risparmio energetico e vantaggi economici, termici, strutturali e di durata nel tempo. Il Consorzio, di conseguenza, si propone di essere il promotore unico istituzionale, a livello nazionale, della cultura del Sistema a Cappotto in tutte le sue forme.

L'esperienza del gruppo di aziende consorziate garantisce controlli completi sui singoli componenti e sull'applicazione dei prodotti, consulenze tecniche qualificate e la continua assistenza in cantiere. Tutte le aziende fondatrici (vedi Appendice D) hanno intrapreso processi di certificazione che garantiscono qualità e affidabilità dei prodotti.

Cortexa nasce per garantire agli operatori del settore edile il vero cappotto di qualità, cioè un sistema controllato e certificato in ogni sua parte, in grado di proteggere realmente gli edifici assicurando uno standard di protezione termica integrale rispondente a scrupolosi requisiti qualitativi.

Le soluzioni del consorzio sono garantite da precise norme condivise e raccolte in un decalogo riguardante i materiali, la messa in opera, i pannelli isolanti, l'applicazione, l'incollaggio, l'intonaco, il rivestimento di finitura, le caratteristiche del colore delle facciate dell'edificio e la qualità di altre componenti. Tutte le aziende del consorzio hanno aderito alle regole del decalogo e si impegnano a rispettarle per garantire al mercato standard qualitativi d'eccellenza.

Inoltre nel 2009 Cortexa pubblica per la prima volta il Manuale di Posa del Consorzio, un vero e proprio strumento tecnico in grado di guidare gli installatori ad una corretta posa in opera, momento cruciale per la riuscita del sistema; nel 2021 è stata pubblicata l'ultima versione del Manuale per l'applicazione del Sistema a Cappotto, grazie anche alla collaborazione di un team tecnico formato dalle associazioni dei diversi Paesi europei appartenenti all'EAE (European Association for ETICS). L'edizione italiana del Manuale a cura di Cortexa, adotta integralmente le linee guida europee riportando, ove necessario, i riferimenti alla realtà tecnica ed applicativa nazionale, e qualora presenti, anche le indicazioni legislative.

Il Consorzio fornisce inoltre una formazione continua agli specialisti del settore, per diffondere la conoscenza e offrire qualità anche nella fase diagnostica, progettuale ed esecutiva dell'installazione del Sistema a Cappotto.

L'obiettivo di creare "cultura" su questo tema ha fatto sì che il Consorzio, forte di un consenso davvero apprezzabile da parte degli addetti ai lavori, ha deciso di intraprendere un nuovo percorso, estendendo la partecipazione a tutti quei soggetti presenti sul mercato che possano apportare ulteriore know-how tecnico a questo settore.

3.3.1 Il decalogo della qualità

Il consorzio Cortexa tutela la qualità del Cappotto termico tramite la sottoscrizione da parte dei consorziati di 10 regole fondamentali, frutto della trentennale esperienza nel settore dell'isolamento termico degli edifici.

La qualità del Sistema oggi si misura con gli obblighi che l'Unione Europea ha imposto ai produttori di sistemi di Cappotto Termico, con la marcatura CE. Nella marcatura CE, applicazione della Direttiva Europea 89/106/CE, si richiede a qualunque prodotto o sistema, utilizzato in edilizia, di avere resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene, salute, rispetto dell'ambiente, sicurezza nell'impiego, protezione contro il rumore, risparmio energetico e capacità di trattenere il calore. Come già detto, la marcatura CE non si limita alla sola apposizione dell'etichetta, ma prevede un continuo aggiornamento di tutte le procedure che vengono attivate per controllare i vari prodotti inseriti nel Sistema.

Questo è stato un grande cambiamento per il settore che sicuramente muterà, migliorandolo, un mercato che nel corso degli ultimi anni è diventato una vera giungla, dove l'unico parametro



di riferimento tra i vari sistemi è stato il prezzo.

I consorziati Cortexa vanno però oltre gli adempimenti della marcatura CE, firmando volontariamente il decalogo della qualità derivato dalle linee guida delle principali associazioni europee, quali in particolare il WDV Tedesco e il Qualitaetsgruppe Vollwaermeschutz Austriaco, frutto dunque delle esperienze messe in comune dalle più grandi aziende europee specializzate nel Cappotto.

La scelta dei materiali tecnicamente adatti e le modalità di applicazione del consorzio Cortexa sono il risultato di questo immenso lavoro, e della possibilità - che distingue il consorzio sul mercato - di esibire e confermare in pratica, con lavori realizzati da almeno dieci, venti e trent'anni, la stabilità e la durata dei Sistemi installati.

Le aziende che hanno deciso di fondare e di aderire a Cortexa hanno scelto di impegnarsi per la qualità e di garantire in maniera continuativa i requisiti tecnici obbligatori indicati nel seguente

DECALOGO DEL CONSORZIO:

1. Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto certificati come kit

I Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto delle aziende aderenti a Cortexa dovranno essere in possesso delle certificazioni che ne garantiscano la qualità in riferimento alle normative vigenti al momento della loro produzione. I kit, intesi come Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto completi e garantiti come qualità e prestazioni dal produttore, devono essere dotati del Benessere Tecnico Europeo ETA004, riferito alle linee guida ETAG 004 o delle necessarie certificazioni definite secondo le normative EN conformi al regolamento europeo per i prodotti da costruzione, così come della marcatura CE come sistema.

2. Formato e spessore dei pannelli isolanti per il Sistema a Cappotto

I pannelli termoisolanti devono presentare idoneo formato per consentire la corretta distribuzione interna delle tensioni termiche e comunque non superare una superficie massima di 1 m² per pannello. Lo spessore sarà conforme alle esigenze termoigrometriche ma comunque non inferiore a 4,0 cm. Sono in deroga le sole zone di imbotte delle aperture.

3. Caratteristiche dei pannelli isolanti in EPS e lana minerale

I pannelli isolanti per cappotto di polistirene espanso sinterizzato devono essere a norma EN 13163, a ritardata propagazione di fiamma, classificati secondo la norma EN13501-1, e con caratteristiche tecniche specifiche per applicazione a cappotto (in ottemperanza alla ETAG 004 e alla EN 13499) per la quale devono essere opportunamente certificate. Pannelli di caratteristiche speciali sono ammessi in zone con particolari esigenze (es. parte bassa della facciata a contatto con il terreno). I pannelli isolanti per cappotto di lana minerale devono essere a norma EN 13162, con massa volumica superiore a 90 kg/mc, incombustibili, classificati secondo la norma EN 13501-1, e con caratteristiche tecniche specifiche per applicazione a cappotto (in ottemperanza alla ETAG 004 e alla EN 13500).

4. Applicazione dei pannelli isolanti del cappotto termico

I pannelli devono essere applicati con il lato lungo in orizzontale, partendo dal basso verso l'alto, con le fughe verticali sfalsate, a metà o almeno a $\frac{1}{4}$ del pannello, così come devono essere sfalsate anche negli angoli.

5. Incollaggio dei pannelli isolanti in un Sistema a Cappotto

Per l'incollaggio dei pannelli il collante si dispone a forma di cordolo al perimetro e di 2 o 3 punti centrali in modo da ricoprire i pannelli in misura superiore al 40% della loro superficie. L'incollaggio a tutta superficie è ammesso nel caso di applicazione su supporti sufficientemente planari.

6. Tasselli per il fissaggio del cappotto termico

I tasselli ad espansione per cappotto termico devono essere idonei al supporto e conformi alle linee guida ETAG 014 e al sistema certificato secondo ETAG 004. I tasselli possono essere omessi per applicazione su supporto portante come laterizio o calcestruzzo senza intonaco, nel caso di sistemi in polistirene espanso sinterizzato.

7. Paraspigoli, profili e altri componenti del Sistema a Cappotto

Paraspigoli, profili di rinforzo e di collegamento devono far parte del kit del Sistema di Isolamento Termico a Cappotto, e vanno applicati dopo la stesura della massa collante e con successivo annegamento degli stessi.



8. Intonaco, rasante e rete del Sistema di Isolamento Termico a Cappotto

L'intonaco sottile armato con rete deve sempre prevedere la stesura della massa rasante in quantità sufficiente a creare uno spessore di almeno 3 mm e a strato fresco oltre all'interposizione di una rete di fibra di vetro con appretto antialcalino e antidemagliante facente parte del sistema. Uno strato di regolarizzazione a completa copertura della rete è sempre consigliabile e lo spessore totale dell'intonaco armato deve essere di minimo 3,0 mm.

9. Finitura del Sistema di Isolamento Termico a Cappotto

Il rivestimento di finitura, preceduto da un primer se previsto dal produttore, deve essere di tipo strutturato, con spessore minimo di 1,5 mm; spessori maggiori migliorano la protezione e la resistenza meccanica del sistema. Nel caso di utilizzo di finiture con granulometria inferiore a 1,5 mm lo spessore minimo dovrà essere garantito applicando più strati. Il colore della finitura deve avere un indice di riflessione alla luce superiore a 20. L'utilizzo di colori con indice di riflessione inferiore a 20 deve essere supportato da idonee dichiarazioni di idoneità tecnica.

10. Posa e manutenzione a regola d'arte del Sistema di Isolamento a Cappotto

I soci e affiliati Cortexa si impegnano a rispettare il "Manuale di Applicazione del Sistema a Cappotto" Cortexa nella sua totalità.

3.3.2 Il manuale per la corretta applicazione dei sistemi a cappotto

Cortexa, in qualità di socio fondatore dell'EAE (European Association for ETICS), ha avuto un ruolo centrale nella redazione di un testo che non ha precedenti nella storia di questo settore. Si tratta infatti di un manuale per la corretta applicazione dei sistemi a cappotto valido per tutti i paesi dell'Unione Europea, che vuole essere un timone essenziale sia per gli aspetti tecnici ed applicativi nazionali che per i riferimenti normativi in materia.

La standardizzazione e la condivisione di principi tecnici comuni è stata un'esigenza naturale per recepire le Direttive Europee in tema di efficienza energetica: partendo da incerte disposizioni di legge nazionali in materia, si è così creato un terreno comune su temi di ampia portata.

Nel manuale sono stati raccolti lo stato attuale della tecnica e decenni di esperienza sul Sistema

per renderli fruibili ad un pubblico più vasto, rendendo disponibili valide e comprovate soluzioni tecniche per l'applicazione dei Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto, partendo dal presupposto che la corretta posa e progettazione contribuiscono all'aumento di valore di ogni edificio solo ed esclusivamente se sono eseguite a regola d'arte.

Le linee guida contenute nel Manuale riguardano in particolare Sistemi che utilizzano materiali isolanti in polistirene espanso sinterizzato (EPS) e lana minerale (MW).

Durante la progettazione e la fase di appalto dei sistemi ETICS il manuale prevede che:

- Il sistema ETICS previsto sia correttamente dimensionato per l'isolamento termico richiesto e garantisca un passaggio del vapore adeguato (es. sufficiente isolamento delle imbotti delle aperture).
- Siano rispettate le norme antincendio dei rispettivi regolamenti nazionali.
- Siano disponibili indicazioni sulla morfologia del territorio adiacente all'edificio, ed i relativi carichi di vento caratteristici per definire il fissaggio meccanico supplementare, se previsto (tassellatura).
- Giunti, raccordi, perforazioni e dettagli siano progettati mettendo a disposizione chiare indicazioni di realizzazione.
- Giunti e raccordi siano realizzati in modo da resistere alla pioggia battente e impedire la formazione di umidità sul retro del sistema ETICS.
- Gli elementi di fissaggio ad esempio per persiane, ringhiere, tapparelle ecc. siano realizzati in modo da consentire un montaggio stabile e privo di ponti termici.

Per quanto riguarda l'esecuzione dei lavori, gli installatori di Sistemi ETICS che seguono il manuale hanno l'obbligo:

- di controllare la conformità al Sistema dei prodotti forniti sul cantiere;
- di controllare il marchio sui componenti del Sistema (apposizione a cura del produttore) che può essere presente sul prodotto, sul suo imballaggio, sul rivestimento del pallet o sui documenti di accompagnamento;
- di applicare i componenti del Sistema, se non diversamente specificato dal produttore, secondo lo stato attuale della tecnica.

All'interno delle linee guida presenti nel manuale sono descritti a titolo esemplificativo alcuni dettagli costruttivi che semplificano la progettazione e l'applicazione dei Sistemi ETICS e aumentano la garanzia di risultato del Sistema stesso.



Il manuale inoltre descrive tutte le misure utilizzate per il miglioramento delle prestazioni energetiche di un edificio riducendo sensibilmente i costi di riscaldamento e raffrescamento e contribuendo ad aumentare comfort abitativo e benessere.

In definitiva, lo scopo del Manuale è diffondere la conoscenza delle possibilità di applicazione di Sistemi ETICS, rendendo disponibili valide e comprovate soluzioni tecniche per l'applicazione dei Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto, partendo dal presupposto che la corretta posa e progettazione del Cappotto contribuiscono all'aumento di valore di ogni edificio solo ed esclusivamente se sono eseguite a regola d'arte.

Il Manuale completo si può scaricare sul sito www.cortexa.it.

3.4 Direttive e leggi che regolamentano l'attestazione delle prestazioni dell'edificio

Dal 2002 ad oggi si sono susseguite, sia a livello italiano che europeo, una serie di norme e direttive in materia di efficienza energetica. La Comunità Europea ha fornito una delle prime linee guida attraverso la Direttiva 2002/91/CE "Rendimento energetico nell'edilizia" conosciuta anche come "EPBD" (Energy Performance Buildings Directive). L'Italia ha recepito queste indicazioni in diverse fasi e pubblicando diversi decreti legislativi fino alla pubblicazione del D.lgs. 192/2005 che recepisce la Direttiva a livello nazionale e ne sancisce l'entrata in vigore l'8 ottobre 2005. Il suo contenuto viene modificato e integrato dal D.lgs. 311/2006 che entra in vigore il 2 febbraio 2007. Successivamente vengono pubblicati i decreti attuativi di riferimento ossia il DPR 59/2009 sui requisiti minimi da rispettare e le Linee Guida Nazionali uscite con il DM 26/06/2009 sul tema della certificazione energetica degli edifici.

La Direttiva 2010/31/UE sul rendimento energetico in edilizia

Un ulteriore cambiamento avviene nel luglio 2010 quando entra in vigore la nuova Direttiva 2010/31/UE sul rendimento energetico nell'edilizia che ha completamente sostituito la Direttiva 2002/91/CE. La risposta italiana a tale direttiva arriva con il DL 63/13 "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale" che entra in vigore il 6 giugno 2013.

Il documento viene convertito in Legge ad agosto con la Legge 90/2013.

Con il D.M. 26 giugno 2015 sono stati pubblicati i decreti attuativi, entrati ufficialmente in vigore il 1 ottobre 2015. Il 29 giugno inoltre sono entrate in vigore le prescrizioni contenute nelle UNI e UNI/TS citate a corollario della disciplina della legge 90/2013 e dei decreti attuativi successivi, tra cui quelli del 26 giugno 2015.

Con queste si è chiuso il "cerchio" per la normativa tecnica su cui basarsi per la preparazione dell'Attestato di Prestazione Energetica.

3.5 L'EAE (Associazione Europea per i Sistemi ETICS)

L'EAE (www.ea-etics.eu), associazione europea per i Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto, è stata fondata il 19 settembre 2009 a Baden Baden, in Germania. L'Associazione comprende oggi 11 associazioni nazionali per l'Isolamento Termico a Cappotto e 4 associazioni di produttori dei principali componenti per il cappotto termico. EAE, ad oggi, rappresenta più dell'85% del mercato dell'isolamento termico a Cappotto in Europa.

L'obiettivo principale dello statuto di EAE è sviluppare la cultura dell'utilizzo di Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto sia nei nuovi edifici che nelle ristrutturazioni. Inoltre, l'Associazione promuove e tutela la qualità attraverso l'utilizzo del Sistema come complesso unico e certificato come tale, in cui i singoli componenti che lo costituiscono sono di qualità eccellente e controllata. Per diffondere questa cultura EAE ha sviluppato il primo Manuale di posa europeo per i sistemi a cappotto.

L'Associazione si occupa inoltre di partecipare ai principali tavoli tecnici e di discussione in materia di normalizzazione Europea, legati ai processi di approvazione e legislazione sviluppati dalle istituzioni dell'Unione Europea. Si impegna inoltre, attraverso le sue attività di comunicazione e marketing, a stimolare la crescita – soprattutto qualitativa – dei mercati europei.

EAE rappresenta inoltre un'importante piattaforma di scambio internazionale di conoscenze e informazioni per le varie associazioni nazionali, tanto che una volta all'anno viene organizzato un Forum europeo sull'isolamento termico per la diffusione delle conoscenze.

La partecipazione a questi eventi garantisce (anche per l'Italia) un corretto scambio di informazioni e buone pratiche a livello internazionale nel campo dell'edilizia sostenibile.

Per diffondere questa cultura EAE destina continuamente risorse alla ricerca, per individuare



sempre nuove soluzioni in tema di Isolamento Termico, e alla sensibilizzazione a livello europeo, sia nei processi di approvazione e legislazione, sia nei confronti delle istituzioni.

3.6 La certificazione del cappotto termico: ETAG – ETA – EAD

3.6.1 L'ETAG (European Technical Approval Guideline)

I criteri fondamentali stabiliti dalla Commissione Europea per la funzionalità di un edificio riguardano principalmente il risparmio energetico e l'isolamento termico, oltre alla sicurezza di utilizzo e gli aspetti relativi alla sua durata nel tempo.

I risultati auspicati si possono ottenere tramite la perfetta combinazione e sinergia tra gli elementi che compongono il Sistema, ma anche attraverso una progettazione ed una esecuzione a regola d'arte. I Sistemi ETICS rispondono principalmente alle necessità di isolamento termico e di protezione dell'edificio contro gli agenti atmosferici, ma non svolgono funzione di tenuta all'aria delle pareti esterne; questa funzione viene garantita in fase di costruzione attraverso adeguate misure da parte di chi realizza le opere di costruzione e i serramenti.

La funzionalità dell'edificio viene garantita attraverso una progettazione ed un'applicazione adeguata di tutti i componenti, di tutti i materiali e di tutti i prodotti utilizzati.

Per ottenere questi risultati, gli isolamenti a cappotto devono essere progettati secondo le indicazioni delle normative tecniche vigenti come per esempio le guide ETAG (European Technical Approval Guideline) e le norme UNI.

Le principali guide ETAG, che riguardano in particolare materiali isolanti di tipo EPS e MW, sono:

- ETAG 004 Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco;
- ETAG 014 Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi Isolanti a Cappotto;

La guida ETAG 004 descrive, per il sistema completo, i metodi di prova per quanto concerne le caratteristiche fisiche del sistema.

La guida ETAG 014 descrive, invece, il complesso di prove per i tasselli che fissano l'isolante al supporto.

In generale, le guide ETAG definiscono dei metodi di prova di caratterizzazione del

comportamento iniziale di un componente (ITP - Initial Type Test), oltre a definire il controllo in produzione, ma non si può dire che la ETAG 004 sia una procedura di valutazione della durabilità del componente. L'ETAG definisce il Sistema a Cappotto come un sistema di elementi costruttivi costituito da diversi componenti specifici prestabiliti.

3.6.2 L'ETA (European Technical Assessment)

L'ETA (European Technical Assessment) è un documento di idoneità per l'utilizzo di un prodotto da costruzione di uno determinato produttore per uno particolare utilizzo che riporta, nel nostro caso, la valutazione documentata delle caratteristiche del Sistema di Isolamento Termico a Cappotto a cui si riferisce. Tale documento ha valore di specifica tecnica europea valida per il prodotto "cappotto termico". Questa specifica indica in sostanza come un determinato prodotto deve soddisfare i requisiti essenziali delle opere in cui deve essere incorporato.

L'ETA è quindi un requisito imprescindibile per definire la qualità di un Sistema a Cappotto testato e certificato come tale, da non confondere con i cappotti assemblati con materiali di differente provenienza.

Dal momento del suo rilascio, ciascun ETA diviene il riferimento tecnico a cui il singolo produttore si deve obbligatoriamente conformare.

Un ETA ha una validità di 5 anni e contiene tutti i riferimenti prestazionali e le caratteristiche che quel dato sistema e i suoi componenti devono rispettare, ma contiene anche le precise indicazioni sul modo con cui l'azienda controlla tali specifiche, oltre che sulla progettazione e la messa in opera del sistema.

L'ETA viene prodotto da un ente riconosciuto a livello europeo, denominato TAB (Technical Assessment Body). Il corrispettivo italiano del TAB è l'ITC-CNR, Istituto per le Tecnologie della Costruzione. Il TAB fa riferimento a sua volta all'EOTA (European Organisation for Technical Assessment), ente che pubblica gli EAD, che rappresenta il coordinamento dei TAB a livello europeo.

3.6.3 L'EAD (European Assessment Document)

L'EAD (European Assessment Document), è un documento adottato dall'organizzazione dei TAB (EOTA) ai fini del rilascio delle valutazioni tecniche europee (ETA). Alla stregua delle norme armonizzate, anche gli EAD sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.

L'EAD (che possiamo anche chiamare Documento per la Valutazione Europea) spiega con



precisione come elaborare l'ETA e nello specifico contiene:

- la descrizione generale del prodotto da costruzione;
- l'elenco delle caratteristiche essenziali pertinenti per l'uso previsto del prodotto;
- i metodi e i criteri della valutazione della prestazione del prodotto in relazione alle caratteristiche essenziali;
- i principi relativi al controllo della produzione in fabbrica da applicare.

3.7 Processo di ottenimento dell'ETA

Per elaborare l'ETA per i Sistemi a Cappotto ci sono 3 possibilità:

- utilizzare, per il Sistema a Cappotto su muratura, l'EAD 040083-00-0404;
- utilizzare altri EAD relativi a Sistemi a Cappotto particolari, non compresi nell'EAD indicato sopra (per esempio per cappotti su strutture in legno, o cappotti con rivestimenti ceramici);
- oppure, per i prodotti per i quali non esiste un documento EOTA, il TAB si deve preoccupare di scrivere l'EAD, concordando i contenuti con il fabbricante.

Attualmente in Italia la maggioranza dei Sistemi a Cappotto è ancora dotata di ETA ottenuto da ETAG 004. Questi Sistemi, in quanto dotati di ETA, sono a tutti gli effetti conformi e utilizzabili. Tuttavia, a partire dal 2021, il rilascio dei nuovi ETA avviene sulla base dell'EAD 040083-00-0404. Il TAB, utilizzando le indicazioni contenute nell'EAD 040083-00-0404, esegue sul Sistema a Cappotto tutte le prove previste. Le prove richiedono solitamente diversi mesi per poter essere completate. Una volta completato il ciclo di prove viene avviata la stesura dell'ETA vero e proprio, che conterrà:

- la prestazione da dichiarare, espressa in livelli, in classi o in una descrizione delle caratteristiche essenziali in relazione all'uso previsto dichiarato;
- i dettagli tecnici necessari per applicare il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione del cappotto termico.

ETAG 004 e EAD 040083-00-0404 descrivono quindi tutti i requisiti che devono avere i sistemi di isolamento termico delle facciate degli edifici e nello specifico individuano:

- i metodi di verifica per valutare i requisiti del cappotto termico come sistema;
-

- i parametri, le classi e i livelli per classificare i valori dei requisiti;
- le procedure per il controllo della produzione e per la marcatura CE dei Sistemi a Cappotto.

Le caratteristiche da verificare sono in accordo con i requisiti della direttiva europea sui materiali da costruzione:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di incendio;
- igiene e salubrità ambientale;
- sicurezza nell'uso;
- protezione dal rumore;
- risparmio energetico.

Stabiliti i requisiti vengono descritti i metodi di prova da impiegare. Al requisito, infatti, corrisponde un parametro che può essere valutato per mezzo di prove di laboratorio standardizzate. Il risultato della prova deve poter poi essere, sempre in modo standardizzato, classificato. Per la certificazione cappotto termico, i test sono da realizzare sull'intero sistema, così come sui singoli componenti, in particolare, si prevedono prove di caratterizzazione dei componenti atti a individuarli:

- materiale isolante;
- tasselli;
- profili;
- colle rasanti;
- finiture;
- armature.

Sono poi previste prove di prestazione sia dei componenti (per esempio prove di adesione al supporto dei collanti), sia tra componenti (per esempio prove di adesione tra collanti e isolanti), sia dell'intero sistema (per esempio la prestazione di reazione al fuoco).

All'interno dell'ETAG o dell'EAD sono poi indicati, per tipo di requisito, i valori minimi per l'idoneità all'uso dei vari componenti nel Sistema di Isolamento Termico a Cappotto. Stabiliti quindi i requisiti dei prodotti e del sistema, testati e valutati, l'ETAG o l'EAD descrive i corretti passaggi per configurare un Sistema di Isolamento Termico a Cappotto.

Molto rilevante è l'attestazione della costanza della prestazione del cappotto termico, cioè di



come il produttore possa garantire la conformità di quanto produce rispetto a quanto dichiara. Il produttore, infatti, è generalmente tenuto a controlli di produzione interni o esterni a seconda dei sistemi di attestazione che dipendono dal tipo di materiale e dalle caratteristiche da valutare. L'ETAG o l'EAD definiscono in quale sistema di controllo si è tenuti, come produttori, a ricadere. Il principio di fondo è che, per gli aspetti della produzione che possono influenzare caratteristiche del prodotto rilevanti, i controlli per la conformità siano realizzati da soggetti esterni, terzi rispetto alla produzione.

Un TAB può emettere un ETA solo se il prodotto non rientra (o non rientra interamente) nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata.

Si distinguono 2 opzioni per l'emissione dell'ETA:

- 1) Se il prodotto rientra interamente nell'ambito di applicazione di un EAD, il TAB informa il fabbricante, che ha richiesto l'ETA, che tale documento sarà usato come base per l'ETA da rilasciare:

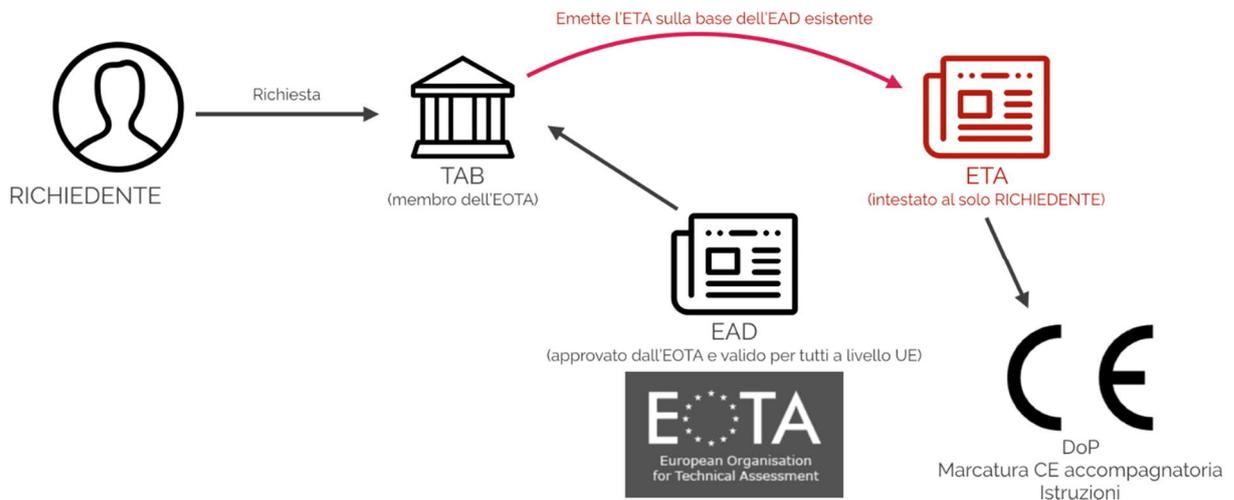


Figura 28. Processo di ottenimento della marcatura CE se il prodotto rientra interamente nell'ambito di applicazione di un EAD (da: Guida alla marcatura CE dei prodotti da costruzione 2021)

- 2) Se il prodotto non rientra (o non rientra interamente) nell'ambito di applicazione di alcuna specifica tecnica armonizzata (o EAD), il TAB applica le procedure previste ed emette l'ETA:

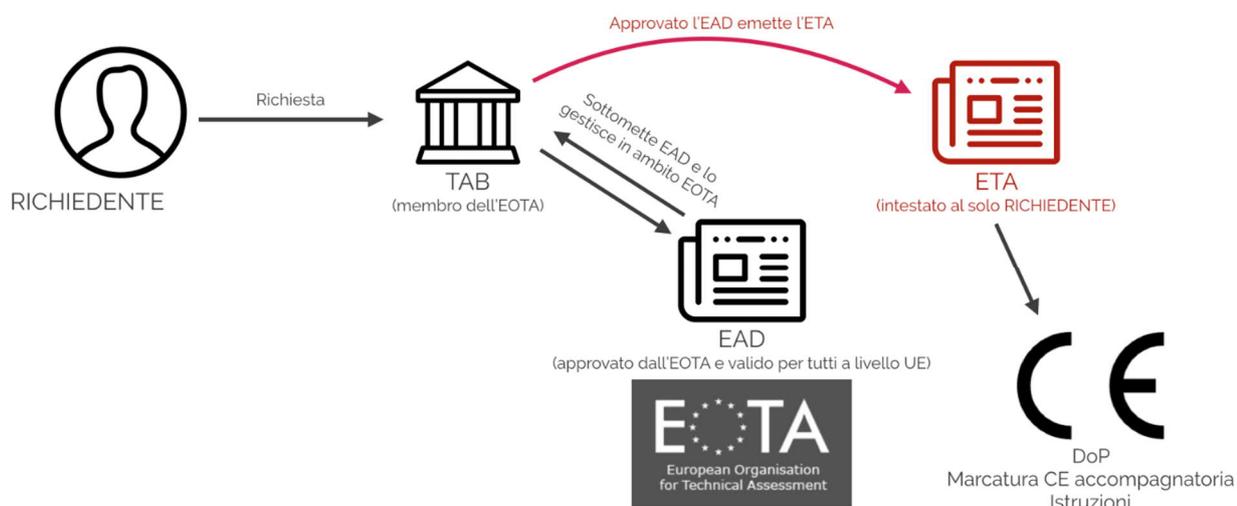


Figura 29. Processo di ottenimento della marcatura CE se il prodotto non rientra interamente nell'ambito di applicazione di un EAD (da: Guida alla marcatura CE dei prodotti da costruzione 2021)

Come è evidente il caso 2 è il più complesso in termini di processo istruttorio, in quanto prevede l'adozione di un EAD non ancora esistente.

Si specifica che la Marcatura CE è possibile solo a seguito della pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale della UE, dei riferimenti dell'EAD.

3.8 La marcatura CE

In Europa, per poter essere immesso sul mercato, un materiale da costruzione deve seguire una serie di prescrizioni contenute nel Regolamento 305/2011 UE.

Questo Regolamento raccoglie inoltre le regole da rispettare per apporre la marcatura CE (obbligatoria o volontaria, a seconda dei casi) sui prodotti da costruzione e la spiegazione delle corrette modalità di comunicazione al mercato delle prestazioni dei prodotti.

Il Regolamento prevede che:

- se un prodotto da costruzione è coperto da norma armonizzata, cioè se esiste a livello europeo un documento che specifica quali sono le caratteristiche essenziali del prodotto rispetto ai requisiti di base che l'opera finale – ovvero l'edificio – dovrà avere (stabilità, sicurezza all'incendio, risparmio energetico, ecc.), allora il prodotto in questione ha l'obbligo di marcatura CE. Lo stesso prodotto dovrà quindi essere venduto riportando la marcatura,



l'etichetta relativa e sempre accompagnato da una Dichiarazione di prestazione (DoP), cioè da un documento che ne riporti le caratteristiche. Le informazioni contenute nella DoP hanno garanzia di affidabilità, dal momento che vengono realizzate tramite procedure codificate e standardizzate e in base a norme riconosciute a livello europeo.

- se un prodotto non è invece coperto da norma armonizzata, non ha obbligo di marcatura CE, ma può ugualmente essere dotato di marcatura su base volontaria. Questo processo avviene tramite la realizzazione di un ETA che contiene la valutazione eseguita con prove delle prestazioni del prodotto. È questo il caso dei Sistemi di Isolamento a Cappotto.

La marcatura CE per il cappotto è quindi volontaria, ma ormai viene considerato un requisito imprescindibile per definire la qualità di un Sistema a Cappotto testato e certificato come tale, da non confondere con i cappotti assemblati con materiali di differente provenienza.

Una volta ottenuto il rilascio dell'ETA, il secondo passo per il produttore è quello di ottenere l'Attestazione di Conformità del "proprio" Sistema di Isolamento Termico a Cappotto. Si potrebbe credere che si tratti di una procedura semplice poiché l'ETA è stato scritto appositamente per quel dato sistema e la conformità potrebbe essere considerata quasi automatica, ma in realtà il Factory Production Control o FPC è tenuto a verificare la capacità del produttore di garantire nel tempo tale conformità.

L'ultimo passo da compiere una volta ottenuto l'ETA è la predisposizione da parte del produttore della marcatura CE, cioè far stampare le etichette con il simbolo CE da apporre sul prodotto e contenenti, oltre al simbolo, una serie di indicazioni relative al prodotto stesso. E' di nuovo l'ETA che regola il contenuto dell'etichetta così come le modalità della sua apposizione.

A questo punto il produttore è "in regola" e, con l'apposizione della marcatura CE, la redazione di una dichiarazione di conformità e la pubblicazione di una Dichiarazione di Prestazione, è formalmente autorizzato a immettere il proprio sistema nel mercato europeo, Italia compresa.

3.9 Le norme UNI

Attese da tempo dal mercato italiano, il 21 giugno 2018 sono state finalmente pubblicate queste due importantissime norme nazionali dedicate al Sistema di Isolamento Termico a Cappotto. Le due norme si riferiscono rispettivamente alla progettazione e posa del Sistema di Isolamento Termico a Cappotto alla certificazione professionale degli applicatori di cappotto termico.

3.9.1 Norma UNI 11715:2018: Progettazione e posa del cappotto termico

La norma UNI/TR 11715:2018, contenente il rapporto tecnico sulla Progettazione e posa in opera dei sistemi di Isolamento Termico a Cappotto su edifici nuovi ed esistenti, è il primo esempio di normativa italiana sui sistemi a cappotto.

La norma, di carattere tecnico, mette a disposizione di progettisti e applicatori riferimenti progettuali con esempi, dettagli tecnici, schemi e tabelle per eseguire una progettazione dettagliata e a regola d'arte del cappotto termico.

Inoltre, da segnalare, l'inserimento all'interno della norma di alcuni contenuti tratti dalla bozza della futura norma europea relativa alla Certificazione del Sistema a Cappotto: si tratta dei criteri di scelta dei materiali isolanti idonei per il Sistema a Cappotto, con schede relative a 8 differenti materiali isolanti.

L'osservanza delle prescrizioni tecniche progettuali e applicative sulla realizzazione dei Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto contenute nella norma UNI/TR 11715 è funzionale alla massimizzazione della qualità dei risultati nell'esecuzione di un progetto di efficientamento energetico dell'involucro mediante cappotto termico.

La qualità dell'intervento è infatti data da tre fattori chiave:

- 1) Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto certificati come tali e dotati di certificato ETA secondo ETAG 004 o EAD 040083-00-0404 e marcatura CE di Sistema per il cappotto termico;
- 2) Progettazione del cappotto termico a regola d'arte e dettagliata, ad opera di un progettista esperto;
- 3) Posa del cappotto termico qualificata, ad opera di un installatore le cui competenze come installatore di cappotto termico sono state certificate.

3.9.2 Norma UNI 11716:2018: Certificazione professionale degli installatori dei sistemi a cappotto

A giugno 2018 è stata pubblicata la norma UNI 11716:2018 per la certificazione professionale degli installatori dei sistemi a cappotto, fortemente voluta dai professionisti del settore in un'ottica di qualità totale degli interventi di efficientamento energetico degli edifici. La corretta posa di un sistema a cappotto è infatti estremamente rilevante per potere ottenere la durabilità



estetica e funzionale del cappotto termico e per poter garantire negli anni i risultati attesi. Se anche il progettista ha realizzato un progetto a regola d'arte, ed è stato scelto un sistema a cappotto con tutti i componenti indicati nella certificazione ETA, una posa scorretta può vanificare questa filiera virtuosa. Gli errori di posa possono infatti produrre fessurazioni, crepe, distacchi, movimenti dei pannelli isolanti, infiltrazioni di aria esterna dietro i pannelli isolanti, riducendo l'efficacia.

La norma UNI 11716:2018 prevede che la figura professionale dell'installatore di cappotto termico sia di due livelli:

- installatore base di Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto;
- installatore caposquadra di Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto.

Nella norma UNI 11716:2018 sono descritti i requisiti di competenza, conoscenza e abilità che devono essere padroneggiate dal posatore di cappotto termico che ambisca a qualificarsi. La norma elenca anche gli elementi che verranno considerati per la certificazione delle competenze, ossia:

- analisi del "curriculum vitae";
- esame scritto per la valutazione delle conoscenze;
- prova pratica e simulazioni di situazioni reali operative attinenti all'attività professionale;
- esame orale.

Oltre a questi requisiti e prove, per l'installatore caposquadra di cappotto termico verranno effettuate anche "simulazioni di situazioni reali operative" ed eventualmente l'analisi e la valutazione di lavori effettuati. Per essere installatore caposquadra è necessario essere installatore base, ossia detenerne tutte le abilità, conoscenze e competenze certificate.

Gli installatori di cappotto termico, secondo la norma UNI 11716:2018, hanno l'obbligo di:

- controllare la conformità al Sistema dei prodotti forniti sul cantiere;
 - controllare il marchio sui componenti del Sistema (apposizione a cura del produttore) che può essere presente sul prodotto, sul suo imballaggio, sul rivestimento del pallet o sui documenti di accompagnamento;
 - applicare i componenti del Sistema, se non diversamente specificato dal produttore,
-

secondo lo stato attuale della tecnica;

- controllare la marcatura CE dei singoli componenti ed eventualmente la marcatura CE cappotto termico ossia la disponibilità dell'ETA.

Gli installatori caposquadra di cappotto termico secondo la norma UNI 11716:2018 devono sapere espletare i seguenti compiti:

- tutti i compiti dell'installatore di base;
- analisi del progetto in relazione all'installazione di sistemi di isolamento termico a cappotto;
- definizione delle modalità applicative;
- pianificazione delle lavorazioni in merito alle condizioni climatiche e ambientali;
- verifica della preparazione del supporto come da specifiche di progetto;
- verifica del sistema di isolamento termico a cappotto.



Parte II - ANALISI DI EDIFICI REALIZZATI CON IL SISTEMA ETICS

Come già detto in precedenza, scopo di questo documento è formulare considerazioni sulla durabilità dei sistemi ETICS avvalendosi di una serie di casi reali proposti da DAW. Sono stati scelti a campione degli edifici sui quali è stato posato il sistema a cappotto in modo da valutarne le patologie riscontrabili nel loro ciclo di vita e analizzarne i meccanismi di ammaloramento. Avvalersi dell'esperienza di una società leader in questo settore, oltre alla condivisione del loro "know how" in merito alle dinamiche di posa, alla conoscenza dei materiali e alla competenza tecnica nell'analisi degli stati di ammaloramento, ha consentito di accedere alla banca dati di cantiere. Per ogni singolo edificio analizzato è stato così possibile conoscere nel dettaglio la tipologia di Sistema adottato, i materiali utilizzati e le modalità di installazione, tutti dettagli molto utili per valutare al meglio le possibili cause delle anomalie rilevate durante i sopralluoghi.

Di seguito viene mostrato un elenco degli edifici, differenti l'uno dall'altro per età, tipologia costruttiva, metodologia di posa, e materiali impiegati, visitati in più sopralluoghi per analizzare lo stato qualitativo del Sistema ETICS adottato e per fare una valutazione sulla sua durabilità nel tempo.

Ed.1) Codominio residenziale - Lacchiarella (MI)

- Descrizione preliminare dell'edificio

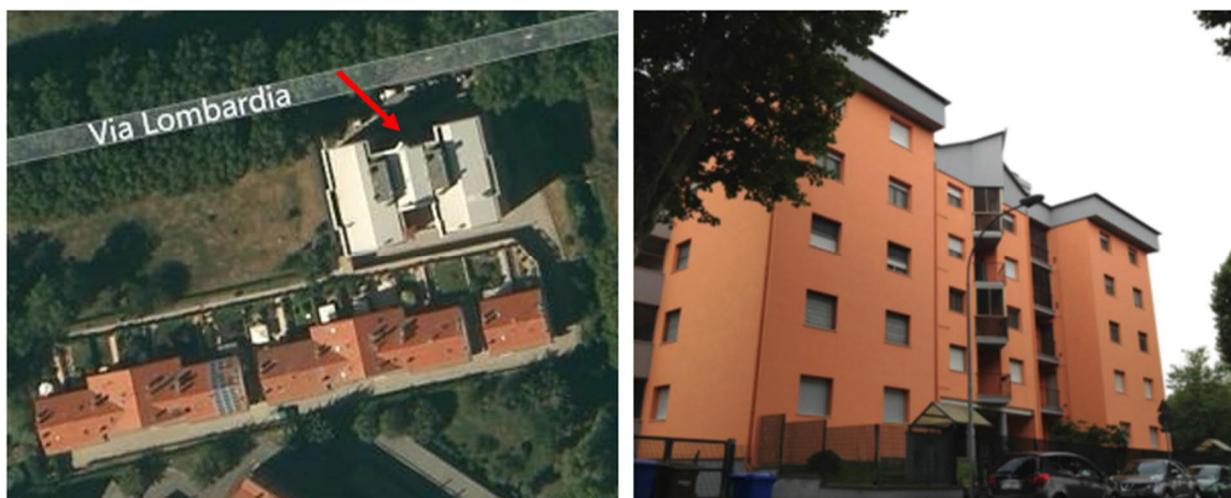


Figura 30. Ed.1 – Vista aerea e prospetto principale (2015)

Sopralluogo effettuato in data 22 luglio 2015

Non possono essere descritte con certezza assoluta né le modalità costruttive né la tipologia dei materiali adottati poiché l'edificio non è stato costruito da Caparol.

La società è stata chiamata per una consulenza tecnica, per svolgere delle analisi valutative dei supporti e formulare una proposta di intervento per la risoluzione delle fenomenologie riscontrate.

Tipologia costruttiva presunta: struttura in CA, tamponamenti a cassa vuota, coibentazione con cappotto termico da 8 cm realizzato nel 2011.



Figura 31. Ed.1 – Determinazione dello spessore di pannello utilizzato



- Identificazione delle anomalie riscontrate

Lo strato superficiale (finitura) presenta le seguenti peculiarità:

- Annerimenti dovuti ad agenti biogeni presenti in gran parte dell'edificio. Il fenomeno risulta accentuato in alcune zone limitate (fig. 32 – 33 – 34)
- Microlesioni diffuse presenti sul cappotto termico, probabilmente in luogo dell'accostamento tra lastre di materiale isolante (fig. 35)
- Lesioni presenti sullo strato di rasatura armata (fig. 36).
- Rete di armatura sfibrata, probabilmente senza appretto antialcalino in grado di resistere all'ambiente basico del rasante (fig. 37)
- Insufficiente spessore del rasante della rete armata che affiora dalla finitura. (fig. 38)
- Le microlesioni presenti hanno probabilmente dato origine ad infiltrazioni d'acqua, causa delle disomogeneità presenti in facciata, elencate ai punti precedenti (fig. 39)

La finitura è stata realizzata con prodotto pitturante anziché con rivestimento a spessore (intonachino con grana minima 1,5 mm come da istruzioni di corretta posa Sistemi a cappotto). Inoltre il tipo di pittura impiegato non è specifico per cappotto (pigmenti ossidi inorganici, alto contenuto di additivo anti-alga e anti-muffa).



Figura 32. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni)



Figura 33. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni)



Figura 34. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni)

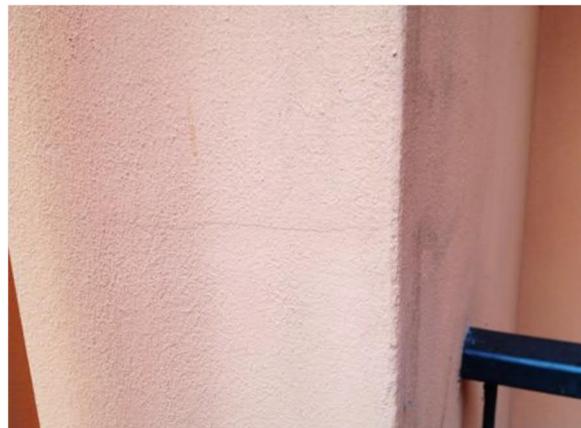


Figura 35. Ed.1 – Microlesioni



Figura 36. Ed.1 – Microlesioni

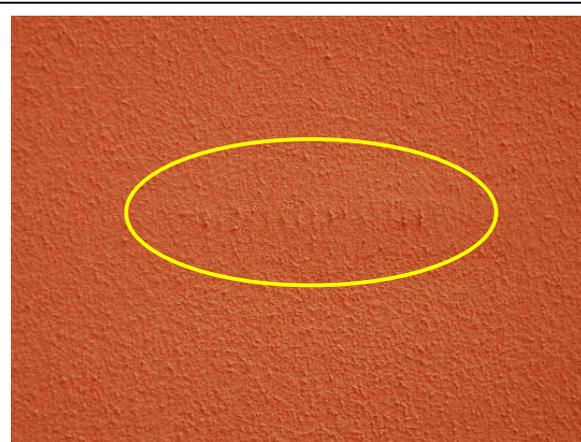


Figura 37. Ed.1 – Sovrapposizione rete poco protetta



Figura 38. Ed.1 – Distacco con rete a vista



Figura 39. Ed.1 – fessurazione da infiltrazione

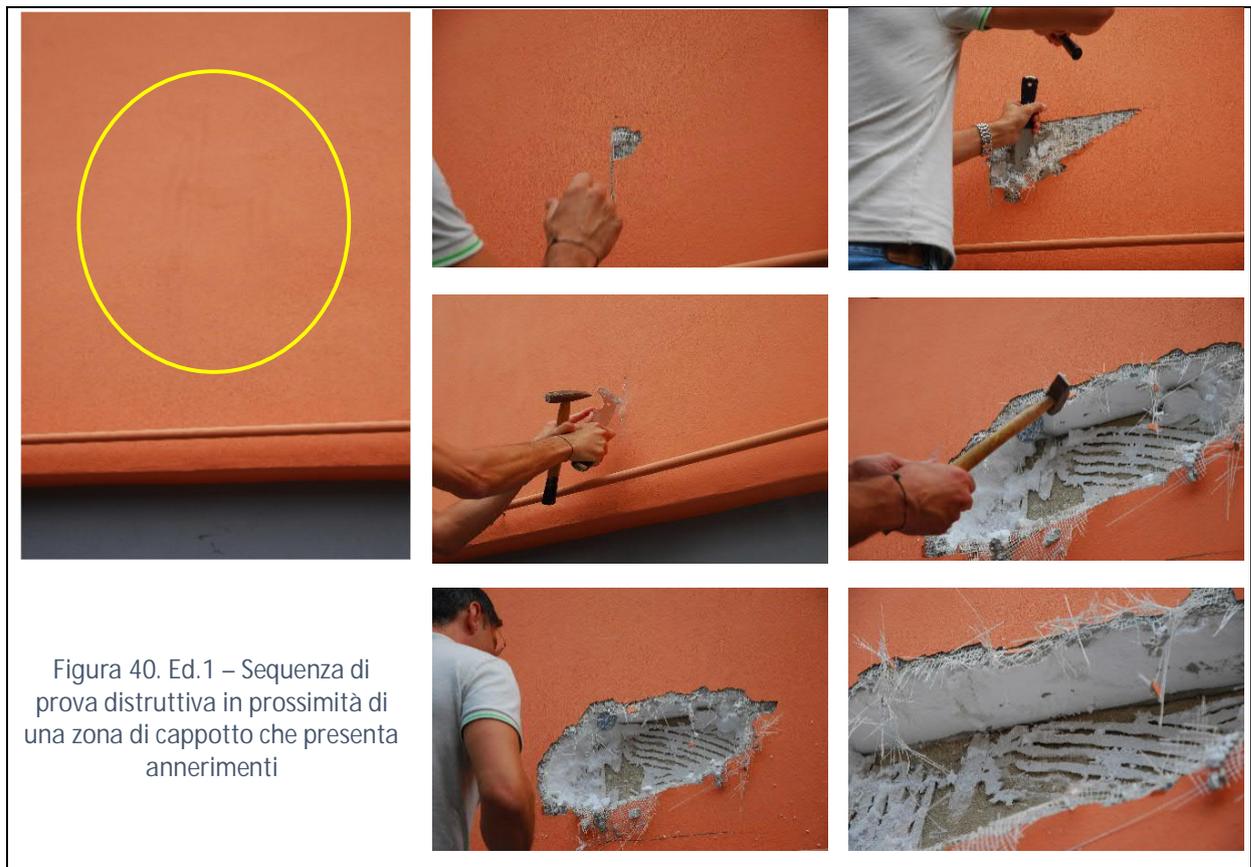


- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

Le problematiche riscontrate in fase di analisi potrebbero essere riconducibili ad un'unica causa: la non corretta dissipazione delle deformazioni termoplastiche (cicli caldo-freddo quotidiani e stagionali). Più specificatamente si elencano le probabili cause visibili ad occhio nudo:

- Utilizzo di un rasante non idoneo (eccessivamente rigido);
- Posa disomogenea con eccessivo spessore di rasante in alcuni punti;
- Rete d'armatura non specifica (senza appretto antialcalino);
- Finitura inadatta alle condizioni climatiche del sito. Applicazione di pittura anziché rivestimento a spessore (poco elastica – non consente all'eventuale condensa superficiale di evaporare rapidamente).

Per ricercare le probabili cause non visibili ad occhio nudo, è stato possibile effettuare una prova a campione di tipo distruttivo per indagare in profondità le cause delle anomalie presenti sul cappotto:



Una volta effettuato il provino sono emerse difformità rispetto alla corretta posa del Sistema e in particolare:

- non corretto trattamento del fondo (supporto probabilmente non consolidato);
- pannello isolante eccessivamente rigido (densità > 20 kg/m³);
- non corretto sfalsamento delle lastre isolanti;
- tasselli non omologati per lo specifico supporto;
- colla posata in maniera non uniforme: eccessivo quantitativo in alcune zone (sp. > 1,5 cm);
- modalità di incollaggio non corretta.

Questo ultimo punto è fondamentale, poiché è stata utilizzata una spatola dentata (tecnica adottata per i pannelli in lana minerale) invece di un incollaggio per punti (adatta agli EPS). Non è stato così eseguito il cordolo perimetrale con due o tre punti al centro. Questa mancanza, insieme alla scelta di una finitura poco elastica e non compatibile coi pannelli del cappotto, ha contribuito a irrigidire il sistema, non più in grado di seguire le dilatazioni termiche, creando le microlesioni sopraccitate.

Tali crepe hanno permesso alla condensa che si forma (soprattutto sul prospetto nord), di infiltrarsi all'interno del sistema favorendo il procrearsi delle colonizzazioni biologiche

In alcuni punti invece le cavillature presenti, e visibili a occhio nudo, sono state provocate da un eccessivo strato di intonaco di regolarizzazione della superficie. In alcune zone tale intonaco è invece troppo sottile (si vede la rete armata).

È possibile che nelle fasi di cantiere durante la posa del Sistema siano state presenti più squadre che hanno utilizzato diverse tecniche di applicazione. Questo spiegherebbe la disuniformità tra le facciate del complesso residenziale.

- Possibili soluzioni

Nelle zone in cui l'incollaggio è stato eseguito in maniera corretta si interverrà solo sullo strato di finitura procedendo attraverso la rimozione dello strato di finitura + rasatura armata, se possibile applicando una leggera forza di trazione su un lembo scoperto della rete di armatura, procedendo su tutta la facciata. Dopodiché applicare nuovamente un ciclo di rasatura armata e finitura, specifici per cappotto (rasante appropriato, fondo pigmentato, finitura a spessore acril-silossanica).



Nelle opere di ripristino utilizzare un ponteggio e non un cestello. Infatti è fondamentale che tali operazioni siano effettuate nella maniera più omogenea e uniforme possibile, cosa che un cestello non permette. Utilizzare una pittura con indice di riflessione maggiore di 20.

Dove l'incollaggio non è stato applicato seguendo gli accorgimenti di corretta posa (come nel caso del provino distruttivo) procedere asportando completamente il cappotto mal eseguito ed applicarne uno nuovo.

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio 2021

Dopo 6 anni di distanza dal primo sopralluogo si rileva un notevole ed evidente peggioramento delle condizioni generali dell'intero edificio:



Figura 41. Ed.1 – Prospetto principale e vista laterale (2021)

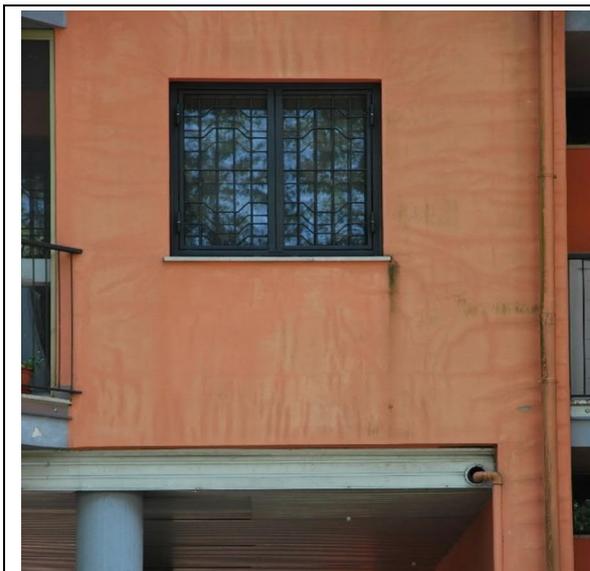


Figura 42. Ed.1 – Cavillatura, Efflorescenze, Dilavamenti, Alterazione cromatica



Figura 43. Ed.1 – Crescita biologica



Figura 44. Ed.1 – Lesioni orizzontali con distacco

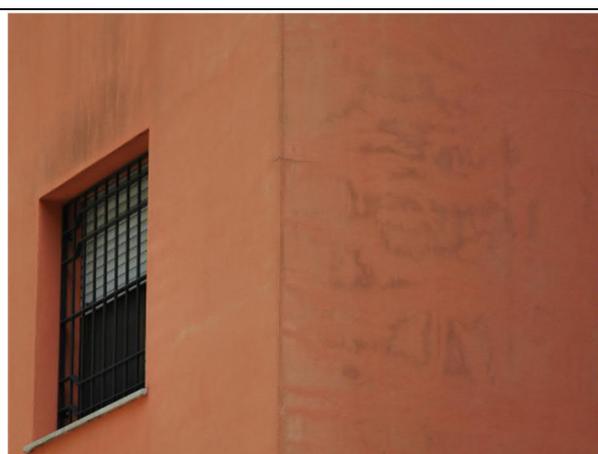


Figura 45. Ed.1 – Annerimenti (agenti biogeni)



Figura 46. Ed.1 – Crescita biologica



Figura 47. Ed.1 – Crescita biologica



Figura 48. Ed.1 – Lesioni orizzontali

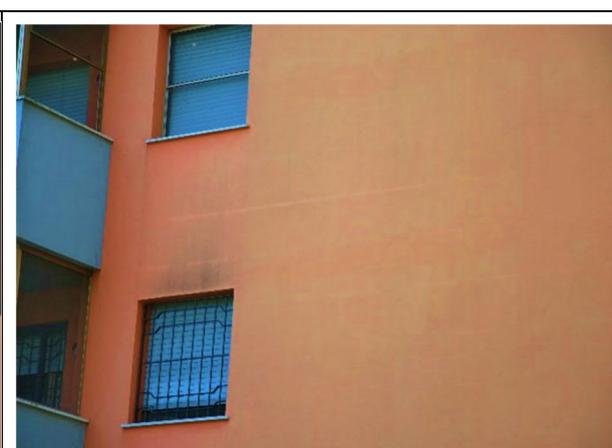


Figura 49. Ed.1 – Lesioni orizzontali, Alterazione cromatica



Ed.2) Edificio commerciale - Milano (MI)

- Descrizione preliminare dell'edificio



Figura 50. Ed.2 – Vista aerea e prospetto principale (2015)

Sopralluogo in data 12 settembre 2015

La torre, costituita da un cono rovesciato, è stata realizzata nel 2005.

Per quanto riguarda la posa del sistema a cappotto, su un supporto in alluminio, è stato applicato un primer come ponte di adesione. In seguito sono stati incollati, con colla Capatect Klebe und Spachtelmasse 190, dei pannelli curvi in EPS di dimensioni più ridotte (50cm x 50cm) rispetto allo standard, poi fissati meccanicamente con viti autoforanti. I pannelli sono stati poi rasati sempre con 190 armato con rete, mano di fondo uniformante con Putzgrund e finitura con i mattoncini leggeri per cappotto Capatect Meldorfer.

- Identificazione delle anomalie riscontrate

A distanza di anni la torre è ancora praticamente perfetta, a parte qualche dilavamento e deposito localizzato; le uniche difettosità presenti riguardano tre o quattro mattoncini di Meldorfer inseriti in un secondo momento al posto dei fori lasciati degli attacchi di sicurezza del ponteggio alla struttura e alcuni sostituiti frettolosamente a seguito di alcuni colpi accidentalmente inferti al cappotto durante lo smontaggio dell'impalcatura.

Con uno sguardo più attento ed esperto è possibile intravedere una lieve presenza di righe

verticali e orizzontali dovute a sormonti della rete con poco materiale rasante o dovute a interruzioni dei pannelli. Il supporto con i mattoncini Meldorfer però viene in soccorso di questo problema collaborando a tenere le lastre compatte (a differenza della finitura a pittura).



Figura 51. Ed.2 – Mattoncini Meldorfer in rilievo o danneggiati

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

Nonostante le difficoltà costruttive e di posa derivanti dalla forma a cono e quindi dai raggi di curvatura diversi (ogni pannello è stato costruito a regola d'arte per la sua specifica posizione), l'intero Sistema è stato costituito in maniera eccellente.

Di conseguenza si può asserire che, a parte le anomalie sopra descritte, che i pannelli ETICS sono ancora in ottimo stato.

Il Meldorfer, che ha un costo sicuramente superiore rispetto alla finitura tradizionale, viene fissato con colla acrilica e oltre l'aspetto puramente estetico ha il pregio di mascherare le imperfezioni che nascono sotto i mattoncini.

- Possibili soluzioni

In genere non si riesce a risolvere i danni puntuali come quelli evidenziati su questo edificio.

Ogni intervento effettuato in un secondo momento rispetto alla prima fase di posa, se pur di modeste dimensioni come in questo caso di studio, risulta essere complicato e di scarsa resa



finale. L'effetto mascherante risulta essere spesso controproducente poiché il Sistema perde di uniformità e i difetti localizzati diventano subito visibili all'occhio umano.

Ovviamente si tratta di una considerazione puramente estetica. Le azioni intraprese per colmare i vuoti indicati hanno sicuramente migliorato, e in alcuni casi risolto, i difetti di tipo prestazionale.

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio 2021

Dopo 6 anni di distanza dal primo sopralluogo le condizioni generali sono all'incirca le stesse:



Figura 52. Ed.2 – prospetto principale e vista laterale



Figura 53. Ed.2 – Sostituzione localizzata mattoncini

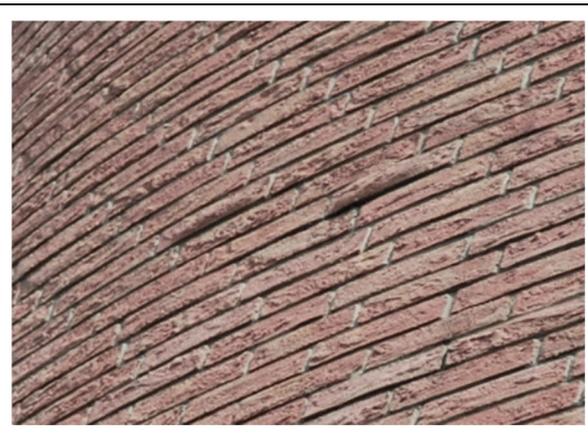


Figura 54. Ed.2 – Mattoncini Meldorf in rilievo



Figura 55. Ed.2 – Efflorescenze, presenza di sali



Figura 56. Ed.2 – Mattoncini Meldorfer danneggiato



Figura 57. Ed.2 – Crescita biologica



Figura 58. Ed.2 – Efflorescenze, presenza di sali



Figura 59. Ed.2 – Sostituzione parziale

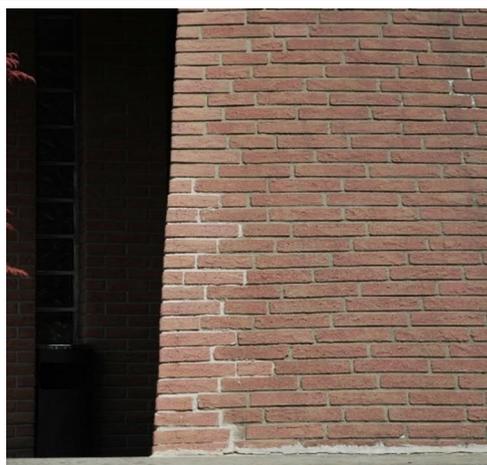


Figura 60. Ed.2 – Sostituzione parziale



Ed.3) Super condominio residenziale - Milano (MI)

- Descrizione preliminare dell'edificio



Figura 61. Ed.3 – Vista aerea e panoramica (2015)

Sopralluogo in data 12 settembre 2015

Gli edifici sono stati realizzati nel 2006.

Su un supporto in laterizio e CA, i pannelli in EPS (da 100 cm x 50 cm) sono stati incollati direttamente con la colla Capatect Klebe und Armierungsmasse 186, poi fissati meccanicamente con tasselli a battuta Capatect 041. In seguito sono stati rasati sempre con 186 armato con rete, mano di fondo uniformante con Putzgrund e finitura per la maggior parte con i mattoncini leggeri per cappotto Capatect Meldorfer. In alcune zone è stato utilizzato il rivestimento a spessore Capatect Putz 622 W (granulometria 1,5 mm).

- Identificazione delle anomalie riscontrate

Gli edifici sono nel complesso ancora in ottime condizioni, a parte la presenza isolata di dilavamenti e colonizzazioni biologiche in corrispondenza dei davanzali delle finestre e di alcuni aggetti orizzontali.

Localmente sono visibili alcune alterazioni cromatiche da efflorescenze. Le cause sono imputabili ad una bagnatura diretta di tipo meteorologico (laddove i Meldorfer non sono stati posati correttamente) o da apporti idrici concentrati (rottura di tubazioni, etc..).



Figura 62. Ed.3 – Dilavamenti



Figura 63. Ed.3 – Efflorescenze e dilavamenti

Le imprese che hanno lavorato in questo cantiere sono state due: la prima si è occupata degli edifici con i mattoncini di colore rosso e la seconda quelli di colore giallo; la seconda squadra ha lavorato meglio e lo si nota dalla precisione nella posa dei Meldorfer. Altrettanto migliore è stata l'esecuzione di posa dei pannelli e della rasatura armata. L'effetto della posa molto più omogenea dei mattoncini dell'edificio giallo è ovviamente difficile da rendere in fotografia rispetto a ciò che si può constatare ad occhio nudo.

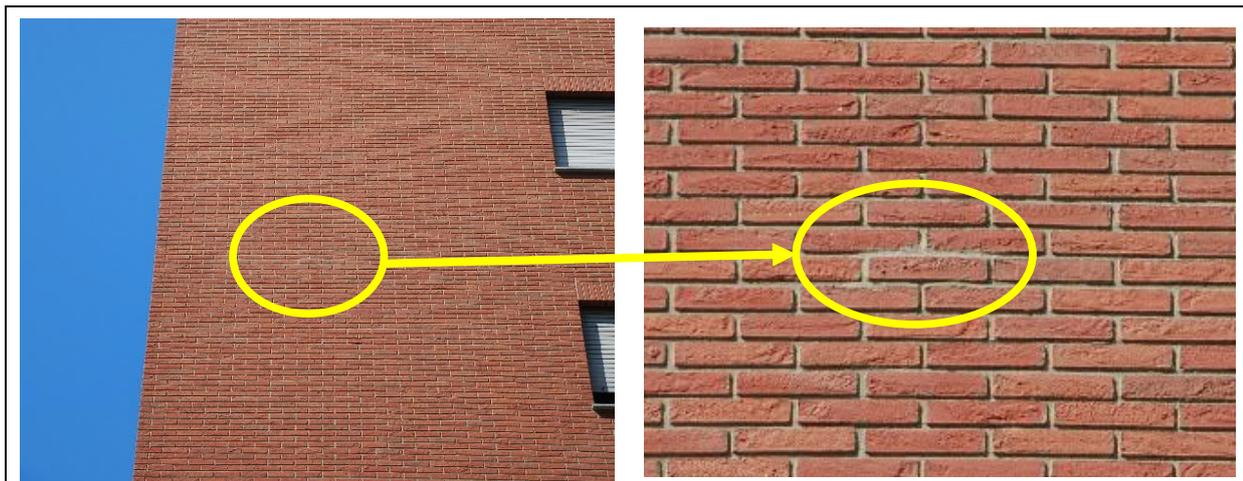


Figura 64. Ed.3 – mattoncino sostituito per danneggiamento



Figura 65. Ed.3 – Edificio Rosso



Figura 66. Ed.3 – Edificio Giallo

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

Rapportato alla mole del complesso edilizio, si può asserire che le imprecisioni costruttive e di posa sono state minime e che il lavoro, nella sua totalità, è stato eseguito a regola d'arte, motivo per cui le patologie derivanti da errori umani sono trascurabili. Sono presenti solo quelle dovute al normale decorso dell'edificio causate principalmente dalle condizioni atmosferiche.

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio 2021



Figura 67. Ed.3 – Panoramica del complesso edilizio (2021)

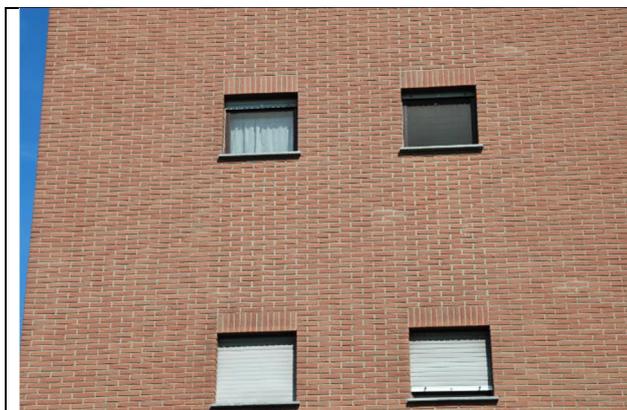


Figura 68. Ed.3 – Sostituzione localizzata



Figura 69. Ed.3 – Sostituzione localizzata

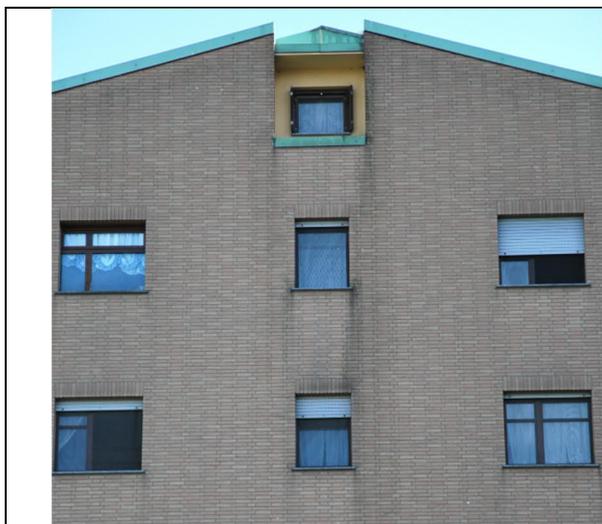


Figura 70. Ed.3 – Dilavamenti



Figura 71. Ed.3 – Dilavamenti e patina biologica



Ed.4) Super condominio residenziale - Milano (MI)

- Descrizione preliminare dell'edificio



Figura 72. Ed.4 – Vista aerea e panoramica

Sopralluogo in data 12 settembre 2015

Gli edifici sono stati realizzati nel 2005.

Su un supporto in laterizio e CA, sono stati incollati direttamente con la colla Capatect Klebe und Armierungsmasse 186, i pannelli in EPS (da 100 cm x 50 cm) e fissati meccanicamente con tasselli a battuta Capatect 041. Rasati con 186 armato con rete, manto di fondo uniformante con Putzgrund e finitura per la maggior parte con i mattoncini leggeri per cappotto Capatect Meldorfer, mentre in alcune zone (nelle rientranze rispetto al filo facciata) con il rivestimento a spessore Capatect Putz 622 W (granulometria 1,5 mm).

- Identificazione delle anomalie riscontrate

Gli edifici analizzati si possono suddividere in base alle squadre che vi hanno lavorato:

- La squadra che ha operato sull'edificio n.1 ha incollato prevalentemente a punti, fuori dai consueti schemi e dalle prescrizioni Caparol. Questo tipo d'incollaggio garantisce bassi consumi di materiale (colla) e maggior velocità di esecuzione, ma non consente di ottenere la qualità e la stabilità del Sistema.
- La squadra del complesso n.2 ha posato secondo le disposizioni Caparol.

Il risultato è ben visibile ad occhio nudo: nella zona con finitura a spessore (di colore grigio) sono presenti numerose e ben ravvisabili micro lesioni che perimetrano i pannelli, provocate dai

movimenti impediti dovuti alle dilatazioni termiche dei pannelli resi troppo rigidi da uno scorretto incollaggio in fase di posa.

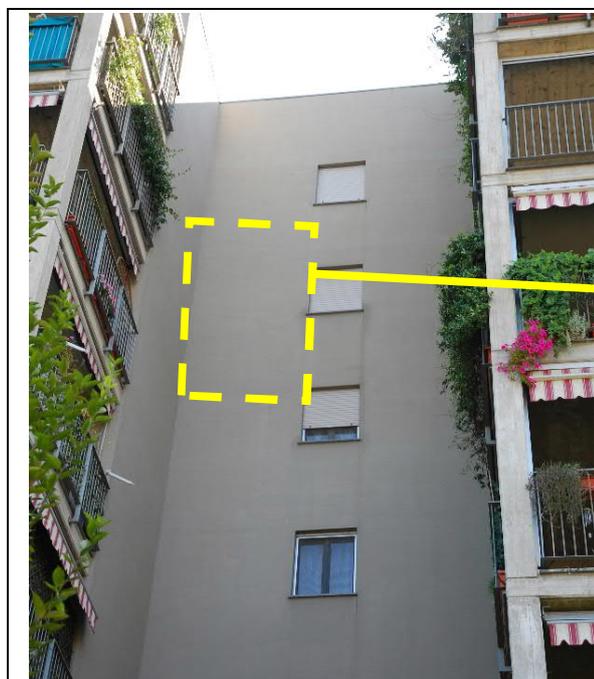


Figura 73. Ed.4 – Zona interessata da microlesioni

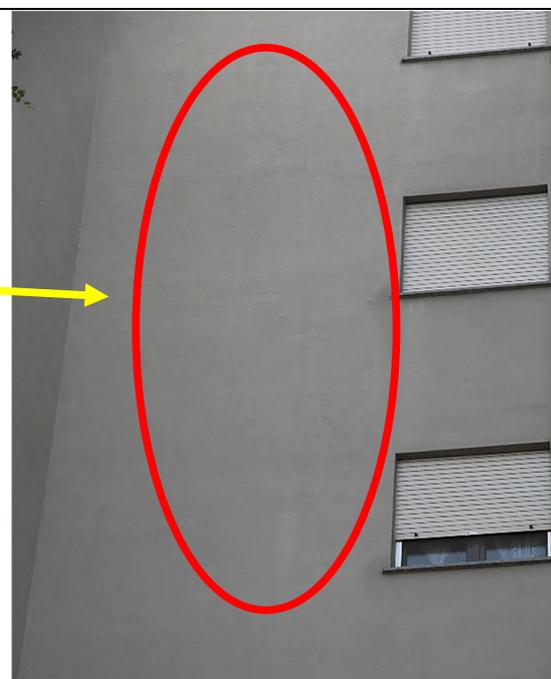


Figura 74. Ed.4 – Microlesioni perimetrali sui pannelli

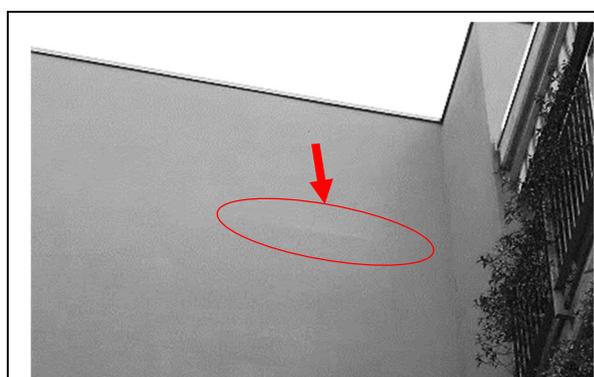


Figura 75. Ed.4 – Efflorescenze orizzontali

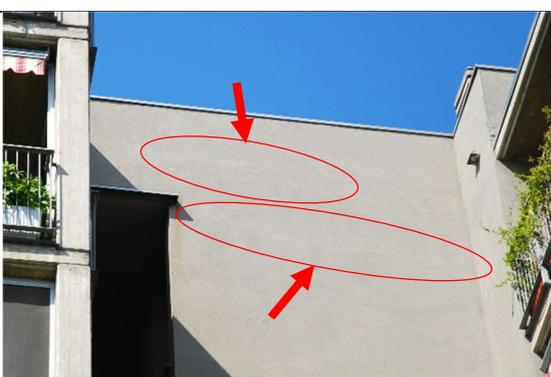


Figura 76. Ed.4 – Efflorescenze orizzontali

In alcune zone, inoltre, l'incollaggio a punti eseguito in maniera scorretta ha generato alcune alterazioni cromatiche (righe bianche orizzontali) provocate dal movimento sui bordi dei pannelli.

Le lesioni causate da questo tipo di incollaggio errato permettono all'acqua, una volta penetrata all'interno, di reagire con il collante. Tutto questo processo si manifesta con delle efflorescenze



di colore bianco in corrispondenza delle insenature createsi.

Inoltre l'acqua che provoca questo fenomeno tende localmente ad abbassare la temperatura superficiale provocando una dispersione di calore che compromette l'effetto di coibentazione per cui i pannelli sono stati creati.

Questo tipo di problema, siccome riguarda la parte perimetrale del pannello, si manifesta anche negli spigoli dell'edificio, come mostrato nelle figure seguenti. Molti fenomeni di efflorescenza come questi si manifestano durante i primi mesi di vita dell'opera.

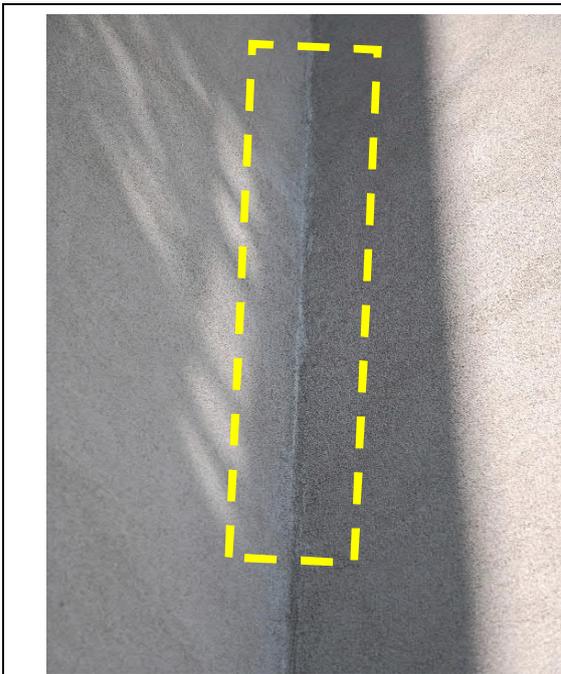


Figura 77. Ed.4 – Efflorescenze verticali



Figura 78. Ed.4 – Efflorescenze su Meldorfer

Gli altri due edifici con ingresso dalla via laterale, non presentano problematiche di sorta e sono tutt'ora in ottime condizioni.

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

Come spesso accade, posare i pannelli in maniera corretta è fondamentale per la durata del Sistema e per il suo corretto decorso, in particolare è necessario assicurarsi che il rivestimento non sia troppo rigido.

L'incollaggio a punti lascia degli spazi tra supporto e pannello che permettono la dilatazione termica e gli scorrimenti laterali tra i materiali del Sistema che, se impediti da una eccessiva rigidità,

producono tensioni da scivolamento, fino ad arrivare, nei casi più eclatanti, al distacco del pannello stesso. Se il pannello EPS viene incollato tutto con la spazzola dentata il meccanismo del Sistema non funziona bene proprio per questo motivo.

- Possibili soluzioni

Nelle zone in cui l'incollaggio è stato eseguito in maniera scorretta, nella maggior parte dei casi, è necessario procedere asportando completamente il cappotto mal eseguito ed applicarne uno nuovo. Su uno dei due edifici è già stato necessario intervenire per dei ripristini localizzati nella zona in cui è presente la finitura con rivestimento a spessore, mentre per le altre parti, la presenza del Meldorfer è stata fondamentale nel mantenere la stabilità del sistema ed il contenimento delle fessurazioni (tranne che in alcune zone localizzate).

In alcuni casi è possibile limitare il danno da eventi atmosferici (anche in fase progettuale) con l'introduzione di scossaline interpiano. Spesso però non vengono adottati questi accorgimenti per questioni di bilancio e di gestione degli appalti delle società di costruzioni e da altre problematiche che poco hanno a che fare con la pura esecuzione ma che derivano dal problema delle acquisizioni dei cantieri in perdita.



Figura 79. Ed.4 – Evidenza di ripristino pitturazione parziale



Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio2021

Dopo 6 anni di distanza dal primo sopralluogo si evidenziano le seguenti anomalie:



Figura 80. Ed.4 – Dilavamento in corrispondenza di aggetti localizzati in varie zone delle facciate

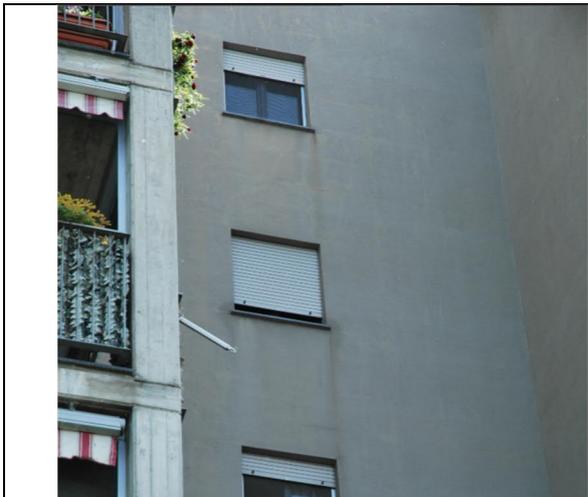


Figura 81. Ed.4 – Dilavamenti e Microlesioni perimetrali sui pannelli



Figura 82. Ed.4 – Annerimenti (agenti biogeni)



Figura 83. Ed.4 – Annerimenti (agenti biogeni)

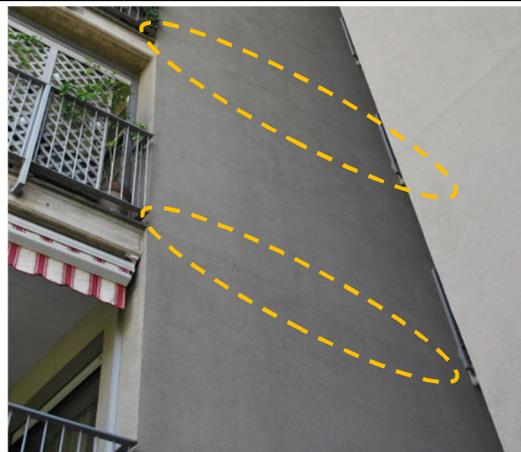


Figura 84. Ed.4 – Dilavamenti, Microlesioni perimetrali sui pannelli, depositi in corrispondenza delle riprese e dei giunti orizzontali



Figura 85. Ed.4 – Colonizzazione biologica

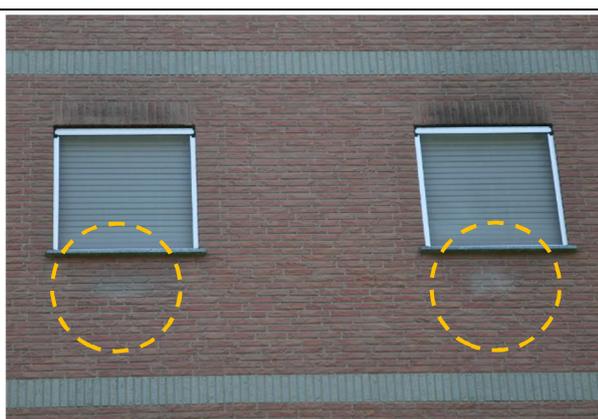


Figura 86. Ed.4 – effetto " straccio della lavandaia"



Figura 87. Ed.4 – Dilavamenti, Microlesioni perimetrali sui pannelli



Figura 88. Ed.4 – Annerimenti (agenti biogeni)



Ed.5) Super condominio residenziale - Milano (MI)

- Descrizione preliminare dell'edificio

Super Condominio residenziale formato da sei torri identiche, tre ad edilizia privata, e tre ad edilizia popolare.



Figura 89. Ed.5 – Vista aerea e prospetto principale

Sopralluogo in data 12 settembre 2014

Gli edifici sono stati realizzati a partire dal 2004.

Caratteristiche dell'edificio costruito da Caparol: Su un supporto in laterizio e CA, sono stati incollati direttamente con la nostra colla Capatect Klebe und Armierungsmasse 186, i pannelli in EPS (da 100 cm x 50 cm) e fissati meccanicamente con tasselli a battuta Capatect 041. Rasati sempre con 186 armato con rete, mano di fondo uniformante con Putzgrund e finitura con il rivestimento a spessore Capatect Putz 622 W (granulometria 1,5 mm).

- Identificazione delle anomalie riscontrate

Gli edifici sono stati realizzati da squadre diverse e con materiali di aziende differenti. La squadra che ha realizzato l'edificio di Caparol ha posato secondo le prescrizioni e utilizzato i prodotti dell'azienda; a parte qualche deposito di sporco, l'edificio sembrerebbe essere l'unico privo di dissesti dovuti a cattiva posa od a scarsa qualità dei materiali.

Il risultato si può vedere ad occhio nudo e su tutte e le torri. Quelle ad edilizia popolare presentano numerosi dissesti, tra i quali:

- Presenza di muschi sul lato Nord. Nelle pitture è presente un agente anti muffa che col tempo si esaurisce.
- Esfoliazione per l'errato incollaggio a punti dei pannelli che permetta l'infiltrazione d'acqua nel Sistema.



Figura 90. Ed.5 – Crescita biologica ed esfoliazioni



Figura 91. Ed.5 – Crescita biologica ed esfoliazioni



Figura 92. Ed.5 – Crescita biologica ed esfoliazioni



Figura 93. Ed.5 – Crescita biologica ed esfoliazioni



– Dilavamenti localizzati



Figura 94. Ed.5 – Dilavamenti



Figura 95. Ed.5 – Dilavamenti

– Lesioni orizzontali a causa di un sormonto di rete insufficiente.



Figura 96. Ed.5 – Lesioni orizzontali



Figura 97. Ed.5 – Lesioni

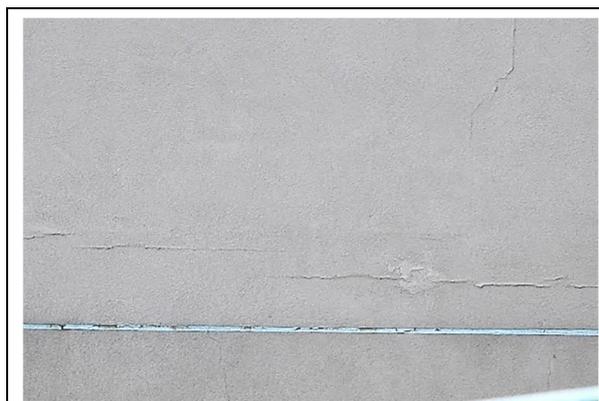


Figura 98. Ed.5 – Lesioni

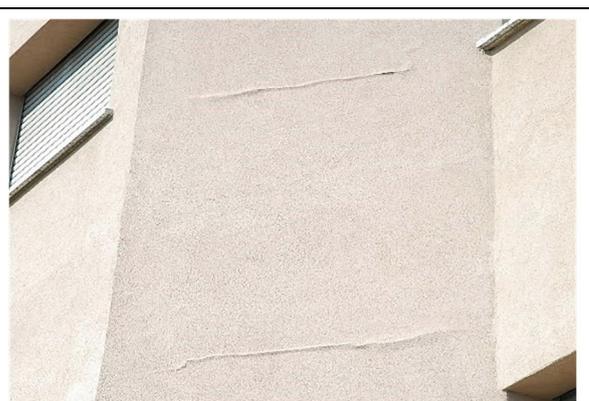


Figura 99. Ed.5 – Lesioni orizzontali

- Lesioni d'angolo nelle finestre per la mancanza del fazzoletto di rinforzo sulle aperture.



Figura 100. Ed.5 – Lesioni d'angolo (finestra)

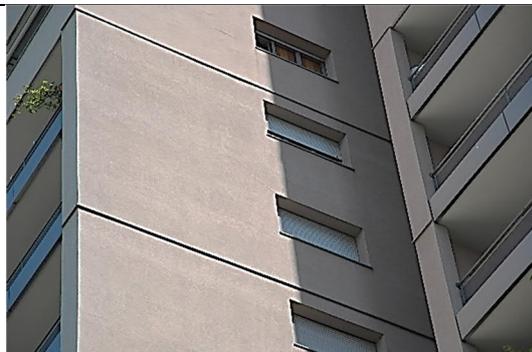


Figura 101. Ed.5 – microfessurazioni ed efflorescenze orizzontali

- Scrostamento ed efflorescenze sui balconi



Figura 102. Ed.5 – dilavamento ed efflorescenze



Figura 103. Ed.5 – Scrostamento Balconi

- Efflorescenze orizzontali e localizzate per incollaggio errato sui bordi dei pannelli.

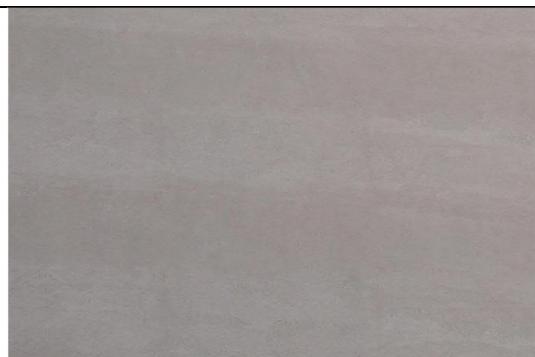


Figura 104. Ed.5 – Alterazione cromatica



Figura 105. Ed.5 – Efflorescenze



- Effetti “cuscino” dei pannelli per incollaggio errato ed eccessiva rigidità del sistema.



Figura 106. Ed.5 – Effetto cuscino

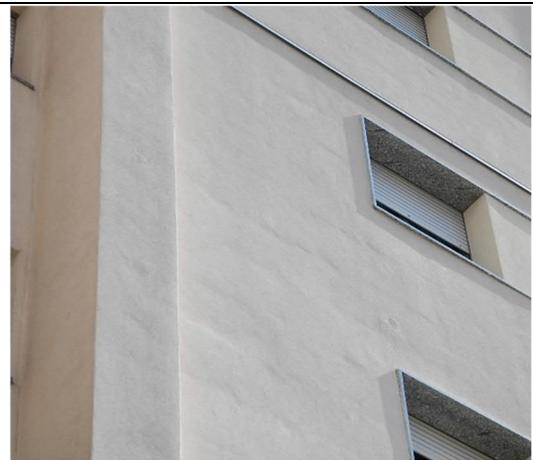


Figura 107. Ed.5 – Effetto cuscino

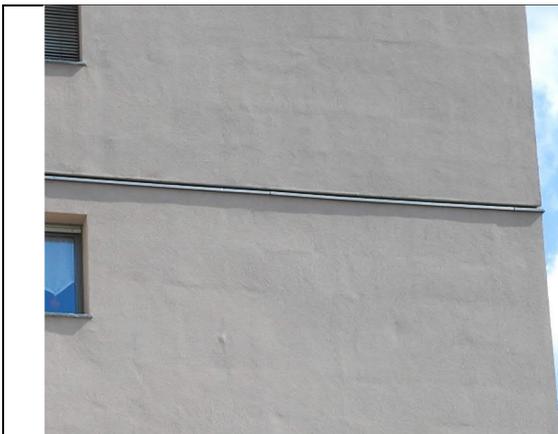


Figura 108. Ed.5 – Effetto cuscino

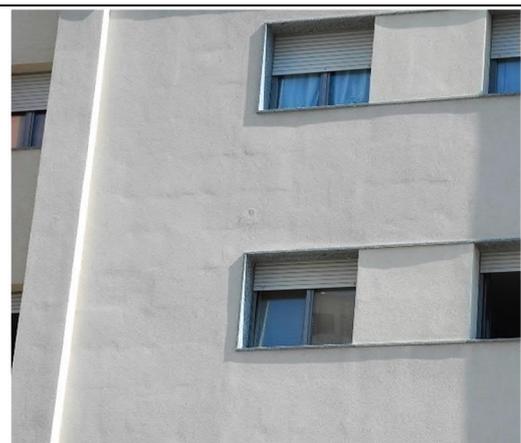


Figura 109. Ed.5 – Effetto cuscino

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

Questi edifici racchiudono in un solo caso praticamente tutte (o quasi) le patologie che i cappotti possono subire nel corso degli anni.

Probabilmente si tratta di un connubio tra scelta di materiali non idonei o di scarsa qualità per mancanza di fondi (trattasi di case popolari) e/o di cattiva posa da parte delle imprese.

La natura dell'intervento probabilmente ha escluso la presenza in cantiere di un supporto tecnico costante da parte delle aziende produttrici durante la fase di posa dei pannelli.

Questa assistenza è molto importante poiché è proprio chi conosce al meglio il prodotto che può dare un aiuto fondamentale e correggere gli errori (grossolani e non) che il posatore può

commettere nelle situazioni più difficili o per disinformazione sulle tecniche corrette.

- Possibili soluzioni

In questo caso solo un ripristino totale del cappotto, previa asportazione dell'attuale e preparazione del supporto in maniera corretta, può risanare questa catastrofica situazione in maniera soddisfacente.

Si possono tentare ripristini localizzati agendo sulla finitura, ma i benefici non sarebbero così efficaci e duraturi come quelli derivanti da un rifacimento totale del Sistema.

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio2021

Dopo 6 anni di distanza dal primo sopralluogo si rileva un notevole ed evidente peggioramento delle condizioni generali dell'intero edificio:



Figura 110. Ed.5 – Fessurazioni, alterazioni cromatiche



Figura 111. Ed.5 – Esfogliazione



Figura 112. Ed.5 – Alterazione cromatica (da probabile sovrapposizione e ripresa di pittura)



Figura 113. Ed.5 – Alterazione cromatica (da probabile sovrapposizione e ripresa di pittura)

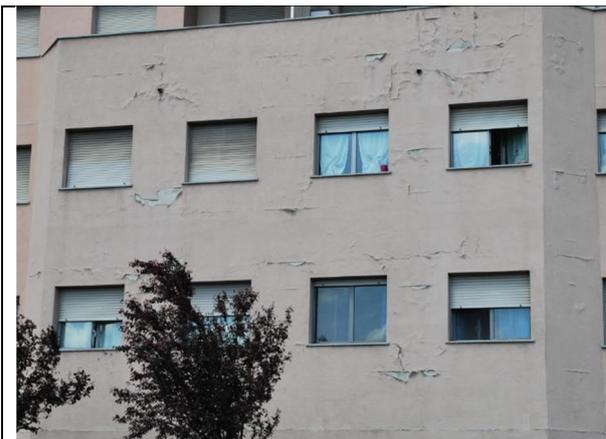


Figura 114. Ed.5 – Esfogliazione



Figura 115. Ed.5 – Esfogliazione



Figura 116. Ed.5 – Esfogliazione



Figura 117. Ed.5 – depositi in corrispondenza dei giunti orizzontali



Figura 118. Ed.5 – Depositi e patine biologiche in corrispondenza dei giunti orizzontali



Figura 119. Ed.5 – Fessurazioni e microlesioni

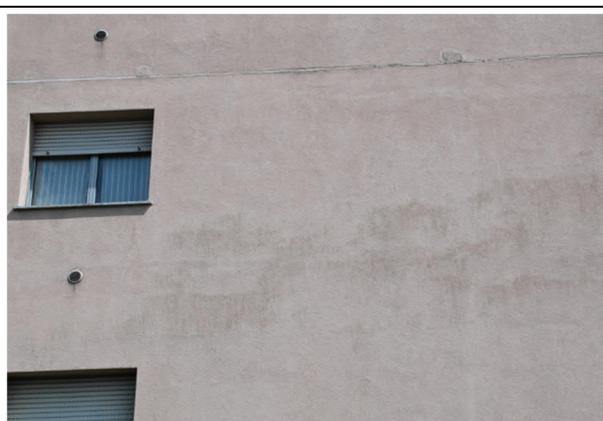


Figura 120. Ed.5 – Annerimenti (agenti biotici)



Figura 121. Ed.5 – Ripristino localizzato



Figura 122. Ed.5 – Lesioni orizzontali



Figura 123. Ed.5 – Microfessurazioni e lesione verticale con distacco



Figura 124. Ed.5 – Effetto cuscino, microfessurazioni e colonizzazioni biologiche



Figura 125. Ed.5 – Effetto cuscino



Figura 126. Ed.5 – Anomalie generali riscontrabili sull'edificio



Figura 127. Ed.5 – Microfessurazioni ed esfoliazioni

Ed.6) Edificio industriale - Milano (MI)

- Descrizione preliminare dell'edificio



Figura 128. Ed.6 – Vista aerea e panoramica (2015)

Sopralluogo in data 15 febbraio 2015

Non possono essere descritte con certezza assoluta né le modalità costruttive né la tipologia dei materiali adottati poiché l'edificio non è stato costruito da Caparol.

La società è stata chiamata per aggiungere il sistema a cappotto in un secondo momento.

Su un supporto in laterizio e CA, sono stati incollati direttamente con la colla Capatect Klebe und Armierungsmasse 186, i pannelli in EPS (da 100 cm x 50 cm) e fissati meccanicamente con tasselli a battuta Capatect 041. Rasati con 186 armato con rete, manto di fondo uniformante con Putzgrund e finitura per la maggior parte con i mattoncini leggeri per cappotto Capatect Meldorfer.

- Identificazione delle anomalie riscontrate

Il fabbricato non presenta grosse problematiche tranne:

- Colonizzazione biologica: Utilizzo di finitura non adeguata alle condizioni ambientali o al sistema a cappotto oppure naturale decadimento del potere antimuffa della pittura utilizzata.
- Smog: Le pitture utilizzate sul cappotto sono di tipo termoplastico per assecondare le dilatazioni termiche. Con le alte temperature tendono a scaldarsi, si ammolano, le fibre che la compongono si allentano e diventano più assorbenti allo smog.



Figura 129. Ed.6 –Variazione cromatica e depositi



Figura 130. Ed.6 – Colonizzazione biologica

- Ragni: La presenza della tettoia o di un oggetto in copertura (che solitamente protegge la parete dagli agenti atmosferici) crea le condizioni di habitat naturale per i ragni, le cui ragnatele alterano la pigmentazione della finitura (vengono spesso confuse con patologie da agenti biologici).



Figura 131. Ed.6 – Alterazioni cromatiche (ragnatele)



Figura 132. Ed.6 – Alterazioni cromatiche (ragnatele)

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

L'edificio si trova in un buono stato a parte le anomalie riscontrate.

- Possibili soluzioni

I ragni e le ragnatele sono facilmente rimovibili con un cestello (anche se probabilmente col tempo si riformeranno).

Per quanto riguarda la colonizzazione biologica il discorso è più complesso.

L'acqua che si trova sulla superficie della facciata a causa della pioggia e/o per condensazione superficiale, viene assorbita dal rivestimento a spessore, che solitamente è molto poroso, per capillarità e per diffusione superficiale.

Quando la facciata è esposta a Nord, la superficie esterna del cappotto riceve una minore quantità di radiazione solare e si asciuga più difficilmente rispetto alle altre facciate diversamente esposte. L'acqua accumulata dal rivestimento a spessore viene quindi smaltita più lentamente e si hanno condizioni favorevoli alla proliferazione di colonizzazioni biologiche.

Per il ripristino è necessario eseguire una pulizia della superficie e rifacimento della finitura utilizzando prodotti antimuffa.

Per prevenire questa modalità di guasto vanno tenuti presenti i seguenti punti:

- curare la planarità del supporto e della superficie dei pannelli di isolante,
- utilizzare un adeguato spessore di malta rasante in modo tale da governare le residue irregolarità,
- utilizzare una malta rasante additivata con polimeri come fluidificanti per ridurre il rapporto acqua - legante garantendo la lavorabilità della malta durante la posa,
- utilizzo di finiture con additivi fungicidi,
- curare i dettagli costruttivi della gronda e dei gocciolatoi.

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio2021

Dopo 6 anni di distanza dal primo sopralluogo si riscontra un aumento delle patologie soprattutto nel prospetto dell'edificio situato in via Cassala.



Figura 133. Ed.6 – Annerimenti sottodavanzale



Figura 134. Ed.6 – Alterazioni cromatiche (ragnatele)



Figura 135. Ed.6 – Alterazioni cromatiche in corrispondenza del giunto verticale



Figura 136. Ed.6 – Agenti biogeni e ragnatele in corrispondenza della finestra



Figura 137. Ed.6 – Urto localizzato

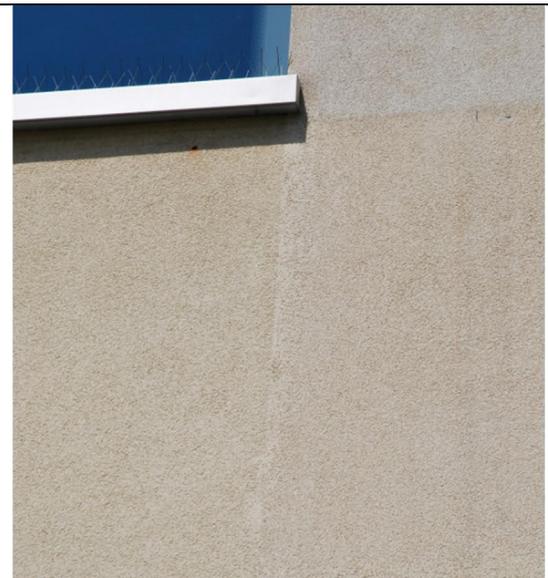


Figura 138. Ed.6 – Efflorescenza e alterazione cromatica



Figura 139. Ed.6 – Condizione generale prospetto via Cassala



Figura 140. Ed.6 – Condizione generale prospetto via Cassala



Figura 141. Ed.6 – Alterazione cromatica, depositi, Annerimenti



Figura 142. Ed.6 – Alterazione cromatica, depositi, Annerimenti



Figura 143. Ed.6 – Alterazione cromatica



Figura 144. Ed.6 – Alterazione cromatica e depositi



Figura 145. Ed.6 – Distacco con rete in evidenza



Figura 146. Ed.6 – Ripristino localizzato



Figura 147. Ed.6 – Alterazione cromatica



Figura 148. Ed.6 – Probabile urto con rete in evidenza



Figura 149. Ed.6 – Depositi

Ed.7) Edificio commerciale - Milano (MI)



Figura 150. Ed.7 – Vista aerea e panoramica (2015)

Sopralluogo in data 10 Marzo 2015

- Descrizione preliminare dell'edificio

Gli edifici sono stati realizzati nel 2010.

Rivestimento faccia vista Meldorfer System

Il rivestimento Meldorfer System in resina acrilica pigmentati con cotto naturale, a basso modulo elastico, specifico per applicazione su barriera termica all'esterno, è stato fissato con malta speciale pronta all'uso Meldorfer Ansatzmörtel utile anche per la sigillatura delle fughe tra i mattoncini.

Per la formazione degli angoli o anche per ornamento, decorazione di contorni finestre e imbotti, sono stati utilizzati mattoncini angolari, testa a cursore, Meldorfer Eckverblender.

Descrizione dei materiali e del procedimento di posa:

- Il calcestruzzo deve essere stagionato asciutto e pulito.
- Bagnatura superficiale con acqua pulita meglio se additivata con Disbon Konzentrat Plus 760 Baudispersion.
- Rasatura di regolarizzazione con Capatect Klebe und Spachtelmasse 190 con interposta rete di rinforzo, di fibra di vetro con appretto antialcalino, Capatect Gewebe 650.
- A stagionatura avvenuta, applicazione di una mano di fondo di ancoraggio pigmentato con funzione anche antieflorescenze, Caparol Putzgrund.
- Tracciamento dei corsi dei mattoni secondo un disegno prestabilito e definizione dello



sfalsamento delle fughe verticali.

- Applicazione della colla speciale Meldorfer Ansatzmortel 080, partendo dall'alto e per n° 5 corsi di mattoni, lunghezza da stabilire in base alle temperature e comunque non oltre i 30° C e non al di sotto di 10° C, sempre all'ombra.
- Posa dei mattoni Meldorfer partendo dai pezzi speciali d'angolo ed a seguire con i pezzi piatti, secondo le prescrizioni tecniche Caparol.

- Identificazione delle anomalie riscontrate

L'edificio in linea generale non presenta particolari dissesti.

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

Il Meldorfer si conferma la miglior finitura per i sistemi ETICS incollati di Caparol.

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio2021

A distanza di 6 anni dal primo sopralluogo non si evidenziano particolari anomalie e l'intero edificio si presenta in buono stato.

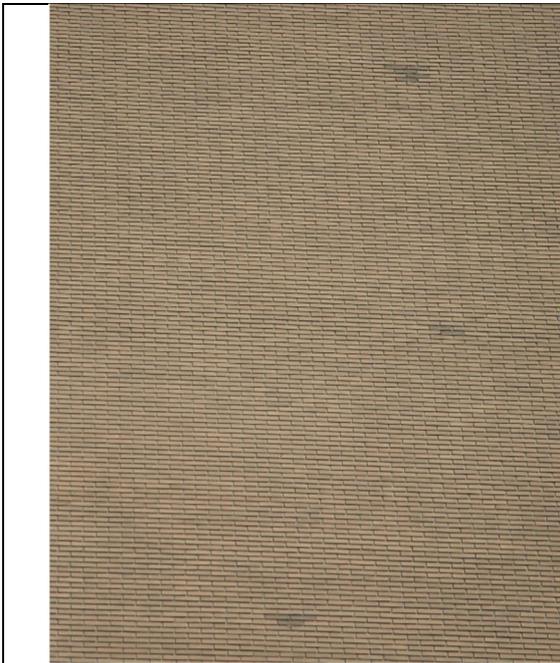


Figura 151. Ed.7 – Sostituzioni localizzate del rivestimento in mattoncini

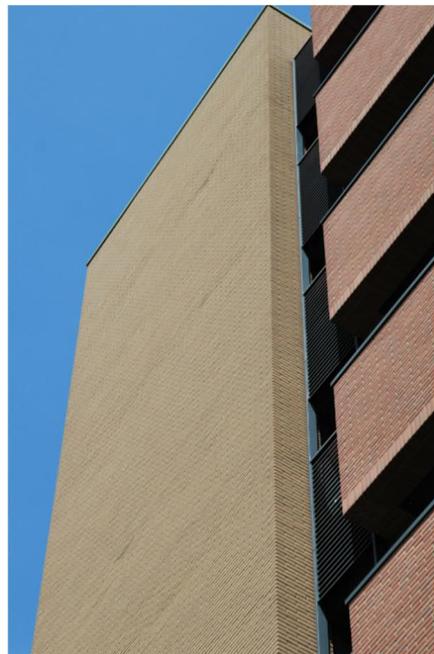


Figura 152. Ed.7 – Evidenza di alcuni avvallamenti e mancanza di planarità del rivestimento

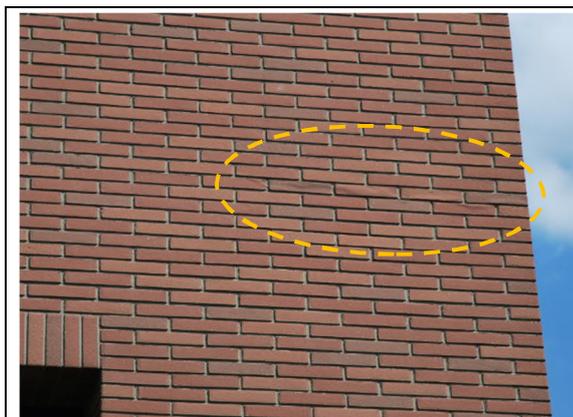


Figura 153. Ed.7 – Lesione di origine strutturale

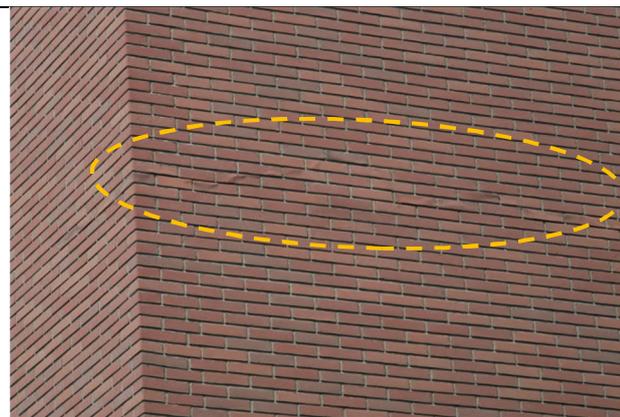


Figura 154. Ed.7 – Lesione di origine strutturale

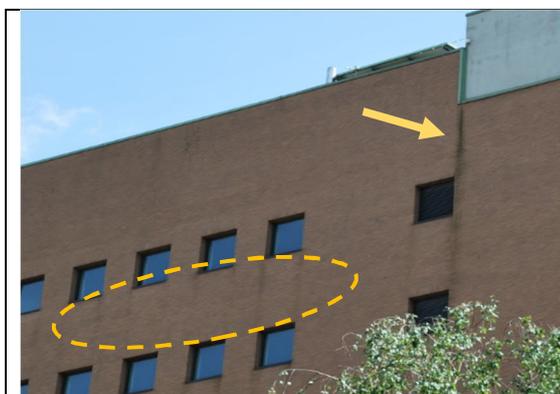


Figura 155. Ed.7 – Dilavamenti



Figura 156. Ed.7 – Fessurazione in corrispondenza dello spigolo dell'edificio



Ed.8) Edificio residenziale - Milano (MI)



Figura 157. Ed.8 – Vista aerea e prospetto laterale interessato dal cappotto (2015)

- Descrizione preliminare dell'edificio

Non possono essere descritte con certezza assoluta né le modalità costruttive né la tipologia dei materiali adottati poiché l'edificio non è stato costruito da Caparol.

L'intervento da parte dell'azienda è riassumibile nella stesura di un sistema termoisolante esterno a cappotto con fissaggio meccanico su guide, per supporti problematici (Capatect System con Mechanische Schienenbefestigung), solo sulla facciata corta dell'edificio eseguito nel 2004.

Consiste in una struttura meccanica leggera, costituita da guide speciali in PVC, orizzontali e verticali, posti in opera all'esterno ad intervalli fissi di cm 50 uno dall'altro e fissati con tasselli ad espansione, con vite in acciaio, tali da garantire alle guide meccaniche stesse, su cui vengono bloccati ad incastro i pannelli termoisolanti, la massima sicurezza e stabilità.

Quale elemento isolante, sono stati adottati pannelli di polistirene espanso sinterizzato ad alta resistività termica, Capatect Montage-Dammplatten EPS.

I pannelli termoisolanti posti in opera a partire dal basso verso l'alto, a giunti ricorrenti orizzontali e sfalsati verticali, hanno dimensione cm 50 x 50 x 5, con fresatura e ribasso perimetrale per l'incastro delle guide di bloccaggio, che avviene su guide orizzontali, Capatect Halteleiste, e con l'inserimento di profili verticali di sostegno, Capatect Verbindungs-Stucke.

Al centro di ogni pannello è stato posto un cumulo di colla, Capatect Klebe Und Armierungsmasse 186, collante e rasante minerale in polvere da miscelare con sola acqua, per migliorare la stabilità dei singoli pannelli e per evitare risonanze acustiche.

Alla base del sistema, ove necessario, è stato previsto l'impiego di profilati di partenza in lega leggera, Capatect Sockelschiene 6700 così come, per l'allineamento di spigoli e loro rinforzo meccanico, è stato previsto l'impiego di paraspigoli in PVC antiurto con rete incorporata Capatect Gewebe Eckschutz 656/02

A copertura dei pannelli termoisolanti è stato realizzato un intonaco sottile di mm 3/4 con la malta adesiva Capatect Klebe und Armierungsmasse 186 come sopra, con interposta una rete di armatura in fibra di vetro con appretto antialcalino ed indemagliabile, di circa gr 160/m², denominata Capatect Gewebe 650.

Su detto intonaco viene applicato, per maggiore uniformità di assorbimento e per migliorare l'aderenza del rivestimento successivo, il primer pigmentato Capatect Putzgrund e, quale finitura, il rivestimento plastico continuo, rustico rasato medio, Capatect Putz 622.

- Identificazione delle anomalie riscontrate

La facciata si presenta ancora in buono stato se non fosse per l'aspetto a fasce dovuto a una rasatura non perfetta. La causa si può ricercare in alcuni problemi di sormonto della rete o stesura non uniforme del rasante di finitura (e probabilmente eseguito letteralmente a strisce smontando pian piano il ponteggio (e quindi facendo passare troppo tempo tra una stesura e l'altra). La finitura invece deve essere eseguita su ampie zone nel modo più uniforme possibile.

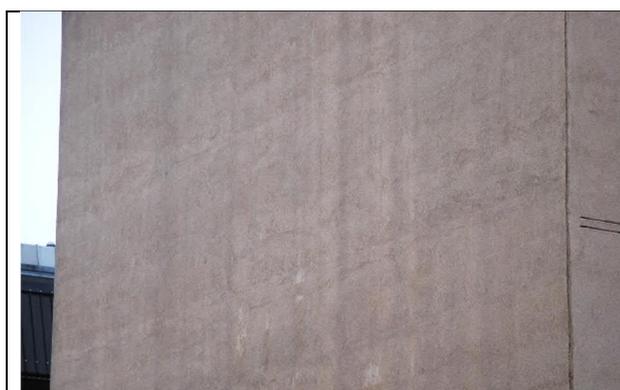


Figura 158. Ed.8 – Alterazioni cromatiche da rasatura imperfetta



Figura 159. Ed.8 – Alterazioni cromatiche da rasatura imperfetta

- Valutazione qualitativa dello stato di degrado

La facciata è generalmente ancora in buono stato



- Possibili soluzioni

Si può intervenire sullo strato di finitura procedendo attraverso la rimozione dello stesso e della rasatura armata. Dopodiché applicare nuovamente un ciclo di rasatura armata e finitura (rasante appropriato, fondo pigmentato, finitura a spessore acrilossilossanica).

Sopralluogo effettuato in data 08 Maggio2021

Dopo 6 anni lo stato della facciata è praticamente invariato.

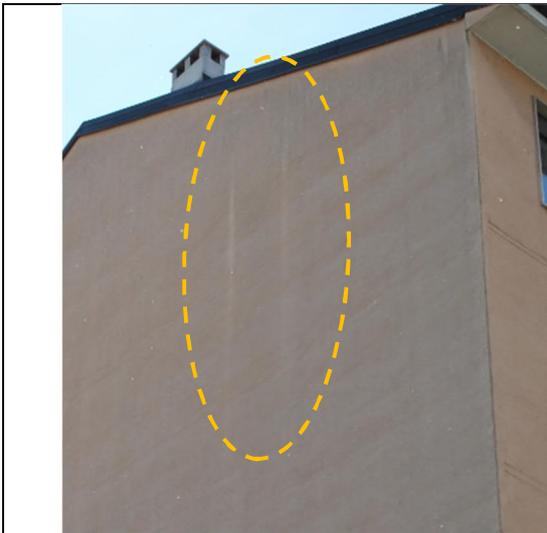


Figura 160. Ed.8 – Dilavamento ed efflorescenza



Figura 161. Ed.8 – Giunto d'angolo imperfetto



Figura 162. Ed.8 – Alterazioni cromatiche da rasatura imperfetta



Figura 163. Ed.8 – microfessurazioni orizzontali

Parte III - CONSIDERAZIONI SULLA DURABILITA' DEGLI ETICS

1 TIPIICITA' DEI DISSESTI E MECCANISMI DI ALTERAZIONE DEI CAPPOTTI

Di seguito vengono riportati dei tipici esempi di dissesti dovuti a errori comuni che pregiudicano la durata dei sistemi d'isolamento termico causati principalmente da incompetenze progettuali, scelta di materiali scadenti e errori di posa dei vari elementi del Sistema.

Non tutte le seguenti anomalie sono state rilevate nel corso dei sopralluoghi effettuati (Lesioni e Microorganismi sono i più presenti), ma per completezza viene fornito qui di seguito un elenco sufficientemente esaustivo delle patologie che si possono presentare sui sistemi ETICS.

In generale si può asserire che il 90% dei problemi riscontrabili sono da imputare ad errori di posa (in particolare di incollaggio, accostamento e sfalsamento dei pannelli, della rasatura armata e della finitura non idonea al Sistema) mentre il restante 10% è attribuibile alla scarsa qualità dei materiali, agli eventi esterni e agli errori progettuali.

Ciò che fa differire un cappotto ben eseguito da uno che non rispetta lo standard di qualità può essere ricondotto a quattro macro ragioni:

- 1) Questione di tipo economica (in particolare nella scelta di materiali).
- 2) Questione di tempo (le squadre che operano in cantiere sono sempre sotto pressione a causa delle tempistiche di consegna sempre più ristrette).
- 3) Qualità dei posatori (non tutti sono correttamente formati per risolvere le specifiche problematiche che implica il cappotto).
- 4) Incidenza dovuta alle gare d'appalto (che induce alla progettazione di un sistema meno performante per ridurre i costi ed essere quindi più competitivi in fase di offerta).

Sono quindi ragioni che si riducono ad un problema di tipo economico con la propensione al risparmio. Quello che però non viene considerato è che viene stimato che porre rimedio ad un sistema a cappotto posato non nella maniera corretta costa 10 volte di più che eseguirlo a regola d'arte fin dal principio.



Lesioni

È il dissesto più presente ed il più grave, soprattutto per le lesioni orizzontali; questo fenomeno fessurativo avviene in caso di incollaggi sbagliati, che lasciano muovere eccessivamente i pannelli, come incollaggio a punti che non vincola le lastre nei punti critici oppure come l'incollaggio a tutta superficie, che scarica tutte le tensioni sulla rete, non collaborando con il sistema allo smorzamento delle forze che si sviluppano sulla superficie. Altra causa proviene dalla non corretta esecuzione della rasatura armata, con bassi spessori, errato posizionamento della rete d'armatura (rete troppo aderente ai pannelli), presenza di colla tra i pannelli, oppure scalinature tra le lastre non adeguatamente livellate.



Figura 164. Lesioni (da: Archivio Caparol 2015)

Microrganismi e crescite biologiche

Il cappotto è di per sé un sistema che per sua natura (se ben realizzato), subisce la formazione di condensa superficiale sul rivestimento di finitura; è chiaro che se tale finitura non viene adeguatamente prodotta con additivi e materie prime idonee, degrada e promuove lo sviluppo dei microrganismi in brevissimo tempo. Requisiti principali delle finiture sono lo spessore minimo (il rivestimento più è spesso meglio è -min. 1,5 mm-, perché permette il contenimento delle tensioni ed un abbassamento delle temperature superficiali), il colore (per ovvie ragioni di temperatura), l'additivazione antimuffa e l'idrorepellenza o basso assorbimento d'acqua.



Figura 165. Microrganismi e patine biologiche (da: Archivio Caparol 2015)

Tipologia di rasante errato

Rasante base calce su cappotto EPS: L'utilizzo di materiali idrofilici su sistemi d'isolamento termico è sempre pericoloso, in quanto sulle superfici si verificano spesso fenomeni di condensa superficiale.



Figura 166. Effetti della condensa superficiale su rasante errato (da: Archivio Caparol 2015)



Pannelli posati in modo scorretto

Lastre con dislivelli. Le operazioni di carteggiatura delle lastre, possono a volte porre rimedio ad un incollaggio frettoloso e con poco controllo delle planarità.



Figura 167. Pannelli non planari (da: Archivio Caparol 2015)

Distacco di parti

sovente riscontrabile insieme alla perdita di massa.

Microlesioni causate da differenze di temperatura.



Figura 168. Microlesioni con distacco di parti (da: Archivio Caparol 2015)

Errata preparazione del fondo

I rasanti-collanti posseggono una elevata alcalinità e spesso, su superfici ricoperte con prodotti datati o non qualitativamente validi, possono provocare il distacco dei pannelli.



Figura 169. Errata preparazione del fondo (da: Archivio Caparol 2015)

Applicazione di materiale di finitura non idoneo

Spesso per favorire la omogeneità di pittura e prima ancora di feltratura, operazioni già di per sé stesse sbagliate su un sistema termico, a volte vengono utilizzate per lo strato finale di finitura stabiliture in forma diretta o mischiate con i rasanti.

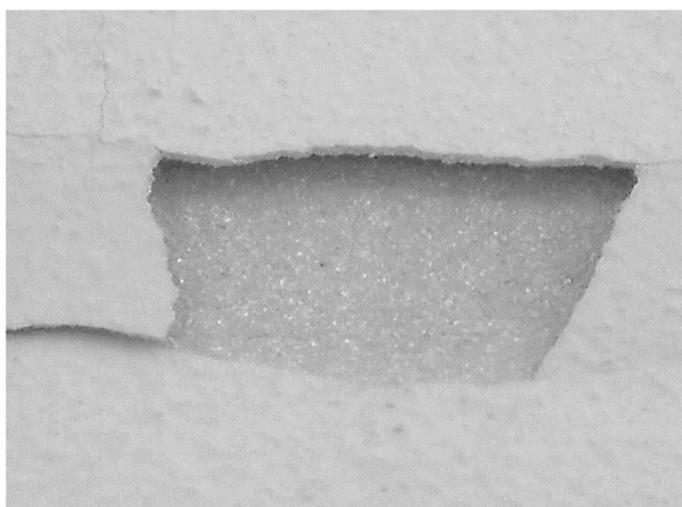


Figura 170. Materiale di finitura non idoneo (da: Archivio Caparol 2015)



Rivestimento applicato in condizioni non ottimali;

Presenza di vento, irraggiamento diretto o basse temperature, possono causare variazioni della trama superficiale, generalmente visibili solo da vicino



Figura 171. Variazioni della trama superficiale (da: Archivio Caparol 2015)

Alterazione cromatica

Rivestimento di colore intenso applicato su cappotto con rasante non ancora maturo; la patina bianca è caratteristica del carbonato di calcio (calce libera).



Figura 172. Alterazione cromatica (da: Archivio Caparol 2015)

Dilavamento del rivestimento

Sulle pareti esposte a nord, nei periodi freddi e umidi, i sistemi isolanti (che per loro natura condensano superficialmente) vengono influenzati dalle condizioni ambientali, allungando notevolmente le tempistiche di asciugatura dei prodotti sovrapplicati, principalmente delle finiture.



Figura 173. Dilavamento del rivestimento (da: Archivio Caparol 2015)

Effetto materasso per incollaggio errato



Figura 174. Effetto materasso per incollaggio errato (da: Archivio Caparol 2015)



Pannelli non sfalsati in verticale

La mancata sfalsatura dei pannelli, così come avviene anche con molti prodotti presenti in edilizia (mattoni, lastre di cartongesso, ecc.), non lega i manufatti fra loro, facilitando la formazione di lesioni in corrispondenza delle zone di accostamento o contatto. Se tali tratti diventano eccessivamente lunghi, le reti non riescono a contenerli e si comportano come giunti di dilatazione.

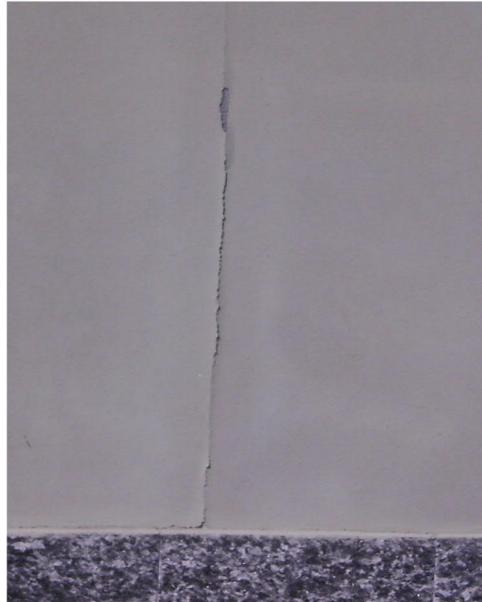


Figura 175. Lesioni verticali per mancata sfalsatura dei pannelli (da: Archivio Caparol 2015)

Tassello non idoneo



Figura 176. Tassellatura errata (da: Archivio Caparol 2015)

Cappotto senza angolare con rete



Figura 177. Lesioni verticali per mancanza di angolare con rete (da: Archivio Caparol 2015)

Rasante e finitura non idonei

Spesso l'utilizzo di rasanti eccessivamente rigidi e di finiture non idonee, come le semplici pitture, portano a tali fenomenologie



Figura 178. Microlesioni causate da rasante e finitura non idonei (da: Archivio Caparol 2015)



Figura 179. Distacco causato da rasante e finitura non idonei (da: Archivio Caparol 2015)

Rivestimento su rasante base calce senza primer;

La mancanza di un consolidamento superficiale, su rasanti molto assorbenti o spolveranti, può portare a distacchi del rivestimento di finitura.



Figura 180. Distacco causato da mancanza di consolidamento superficiale (da: Archivio Caparol 2015)

Effetti del sale su cappotto

Alterazione che si verifica su zone riparate e non dilavate dall'acqua piovana.

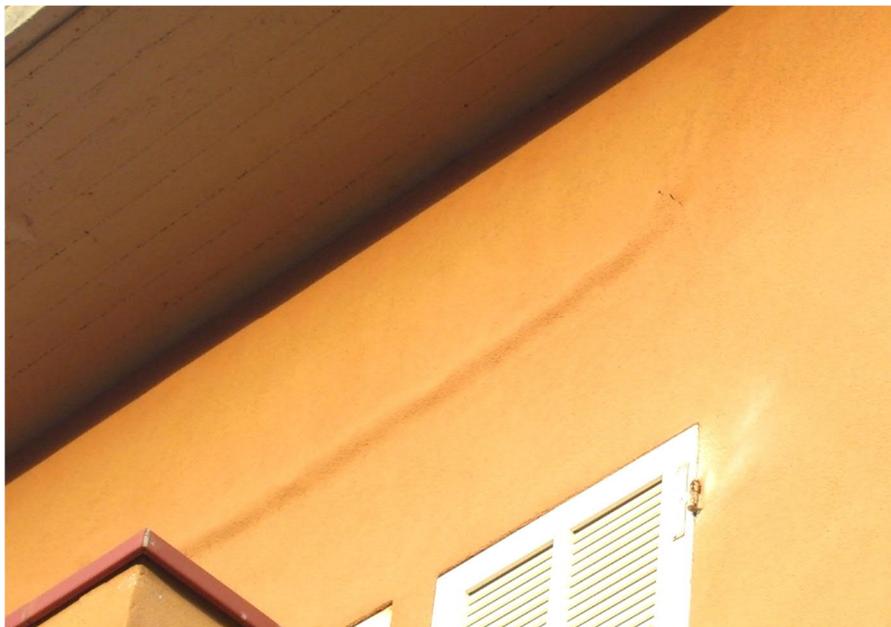


Figura 181. Alterazione per depositi di sali (da: Archivio Caparol 2015)

Scarsa sovrapposizione della rete

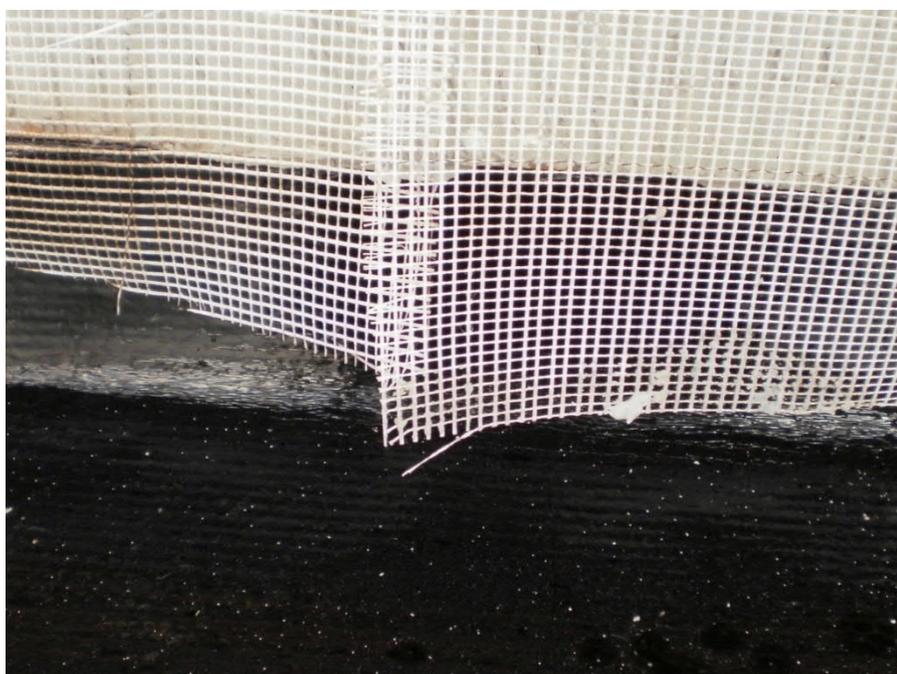


Figura 182. Scarsa sovrapposizione della rete (da: Archivio Caparol 2015)



Tassello non idoneo con testa non correttamente isolata



Figura 183. Tassello non correttamente isolato (da: Archivio Caparol 2015)

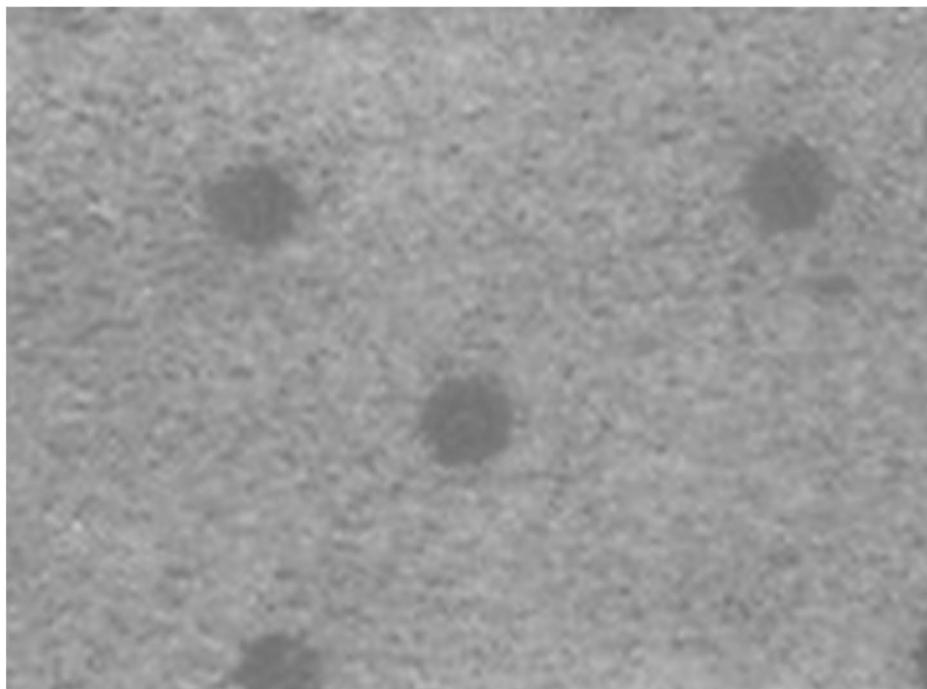


Figura 184. Tassello non correttamente isolato (da: Archivio Caparol 2015)

Scarso spessore di rasante

Le reti sono sensibili all'alcalinità e devono essere apprettate con sostanze protettive altrimenti i rasanti tendono a corroderla e consumarla nel tempo.



Figura 185. Scarso spessore di rasante (da: Archivio Caparol 2015)

Accoppiamento errato di lastre

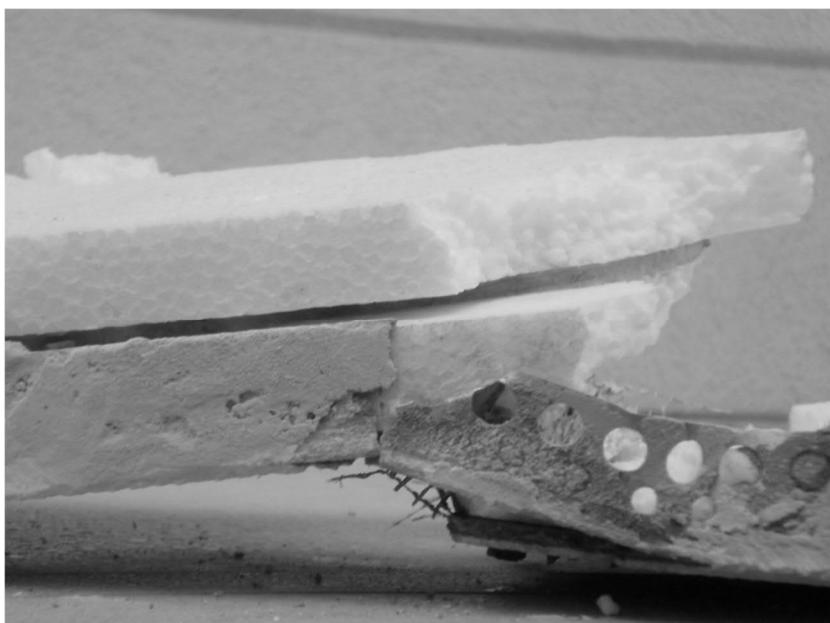


Figura 186. Accoppiamento errato di lastre (da: Archivio Caparol 2015)



Mancanza di rinforzi d'angolo e finitura non corretta



Figura 187. Mancanza di rinforzi d'angolo e finitura non corretta (da: Archivio Caparol 2015)

Alghe su cappotto per finitura non idonea



Figura 188. Alghe per finitura non idonea (da: Archivio Caparol 2015)

Distacco di cappotto per insufficiente adesione e tasselli inadeguati



Figura 189. Distacco di cappotto per insufficiente adesione e tasselli inadeguati (da: Archivio Caparol 2015)

Sovrapposizione di rasante

Rasatura applicata con dosaggi errati e/o successivo rivestimento senza attendere la corretta asciugatura della successione dei prodotti.



Figura 190. Sovrapposizione di rasante (da: Archivio Caparol 2015)



Errato Incollaggio e tassellatura

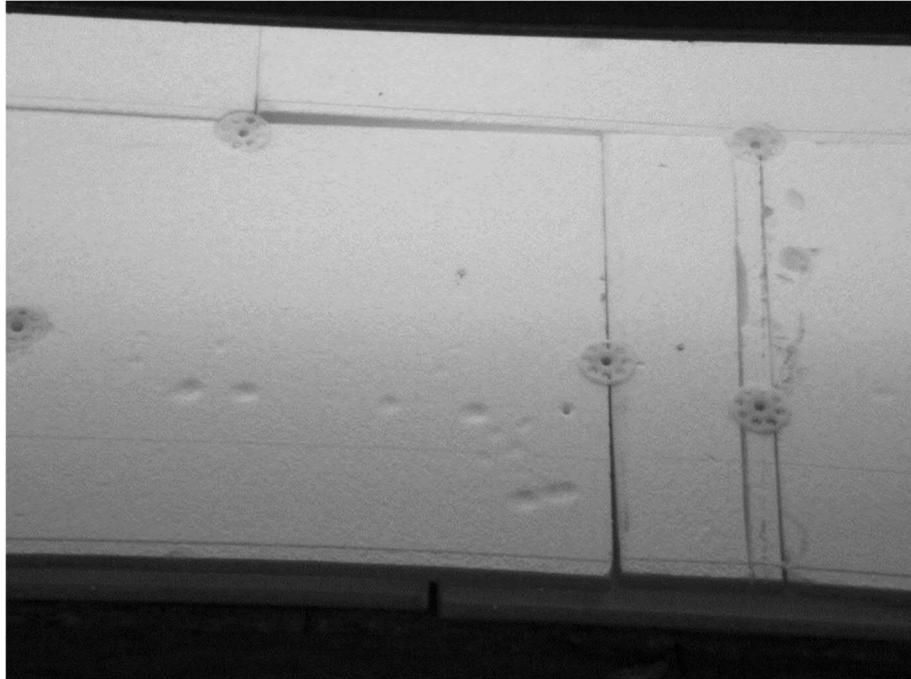


Figura 191. Errato Incollaggio e tassellatura (da: Archivio Caparol 2015)

Cappotto incollato a tutta superficie su supporto non idoneo e finitura in pittura.



Figura 192. Scarso spessore di rasante (da: Archivio Caparol 2015)

Applicazione di finitura non idonea



Figura 193. Applicazione di finitura non idonea (da: Archivio Caparol 2015)

Distacco rasatura armata da pannello troppo rigido



Figura 194. Distacco rasatura armata da pannello troppo rigido (da: Archivio Caparol 2015)



Rasante non idoneo



Figura 195. Rasante non idoneo (da: Archivio Caparol 2015)

2 DIFETTI DI POSA

Nonostante l'abbondanza di informazioni e la nascita di guide che specificano come realizzare un Sistema d'isolamento dall'esterno di qualità, come abbiamo potuto constatare anche nei sopralluoghi effettuati, non mancano i cantieri in cui è possibile notare errori che possono compromettere l'aspetto estetico e talvolta la tenuta del sistema.

Di seguito vengono presentati alcuni dei più comuni difetti di posa, esempi estremi di realizzazioni visibilmente compromesse che portano alla luce i difetti realizzativi che stanno alla base delle patologie del Sistema a cappotto.

2.1 Il supporto portante

Prima di procedere con la posa del Sistema a cappotto è necessario analizzare il sottofondo su cui andrà applicato. Bisognerà verificare dunque la planarità del supporto (oltre un fuori piombo di 1 cm ogni 2 m è necessario regolarizzare con intonaco) e lo stato di adesione e stabilità di eventuali rivestimenti della muratura (intonaci e/o finiture colorate).

La superficie deve essere esente da sporco, efflorescenze. Quindi asportare tutte le parti in fase di distacco, ripristinare le lacune e lavare accuratamente la superficie. Il supporto deve essere esente da parti incoerenti o ammalorate.

Si possono utilizzare le seguenti verifiche:

- Verifica per analisi visiva
- Verifica di spolvero
- Prova di incisione
- Battitura
- Planarità
- Incisione: quadrettatura

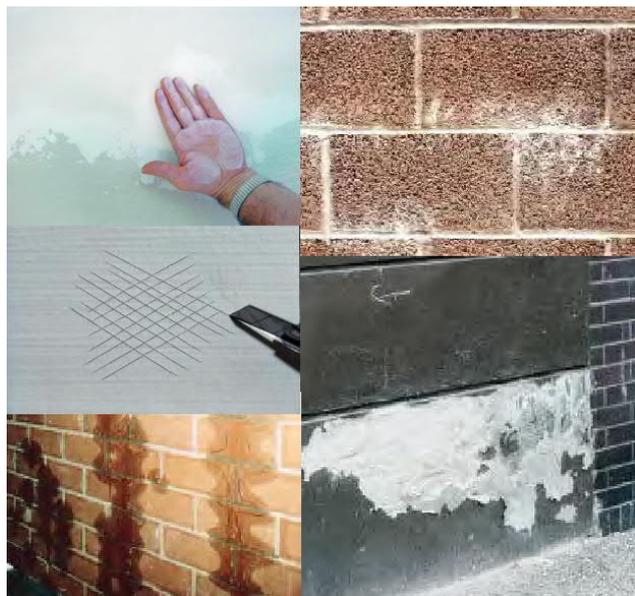


Figura 196. Verifiche del supporto (da: Cortexa 2016)



2.2 La malta collante

Il collante per cappotto ha un duplice scopo: sorreggere il Sistema e limitare le dilatazioni igrotermiche. Benché quantità ridotte di collante possano essere sufficienti per sorreggere il Sistema in tempi brevi, le continue sollecitazioni igrotermiche a cui è sottoposto possono pregiudicare la tenuta nel tempo.

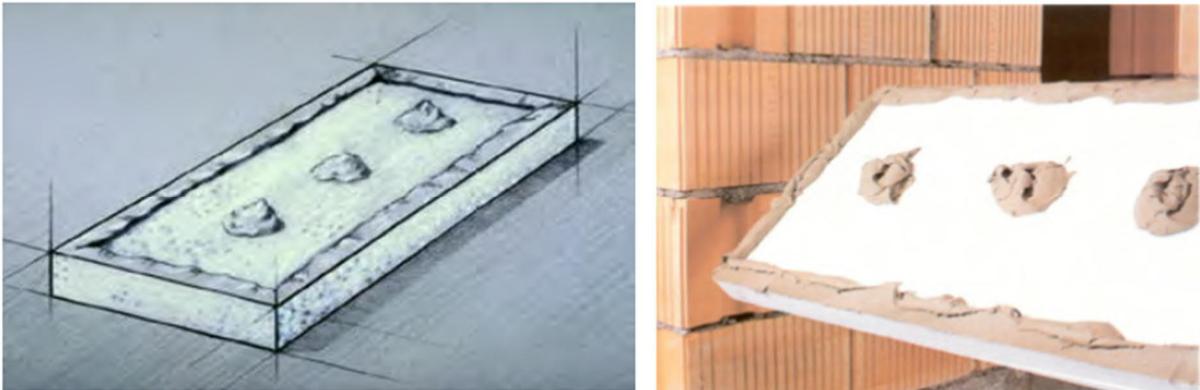


Figura 197. Esempio di incollaggio per punti (Da: Cortexa 2016)

Ciò che bisogna fare è applicare la malta di incollaggio su tutto il perimetro e a punti centrali (almeno 2 - 3 punti della grandezza del palmo di una mano). La superficie di contatto dev'essere minimo del 40%. L'incollaggio blocca i pannelli lungo i bordi e lascia una fascia di movimento libera all'interno per poter assecondare i movimenti termoplastici senza produrre lesioni.

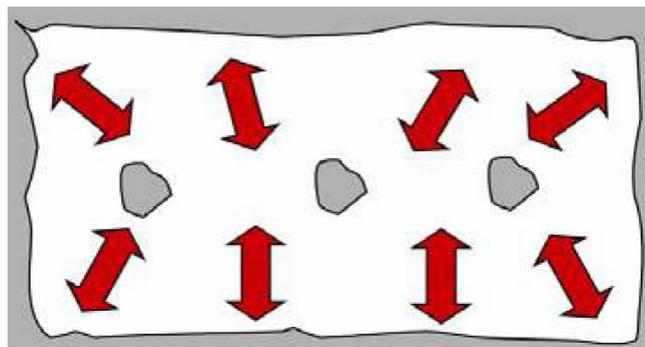


Figura 198. Libertà di movimento generato dalla corretta procedura di incollaggio (Da: Cortexa 2016)

Un regolare incollaggio secondo il metodo a "cordolo e punti" vincola correttamente il pannello bloccando i movimenti dei bordi (tipici della stagione fredda) e della parte centrale (stagione calda).

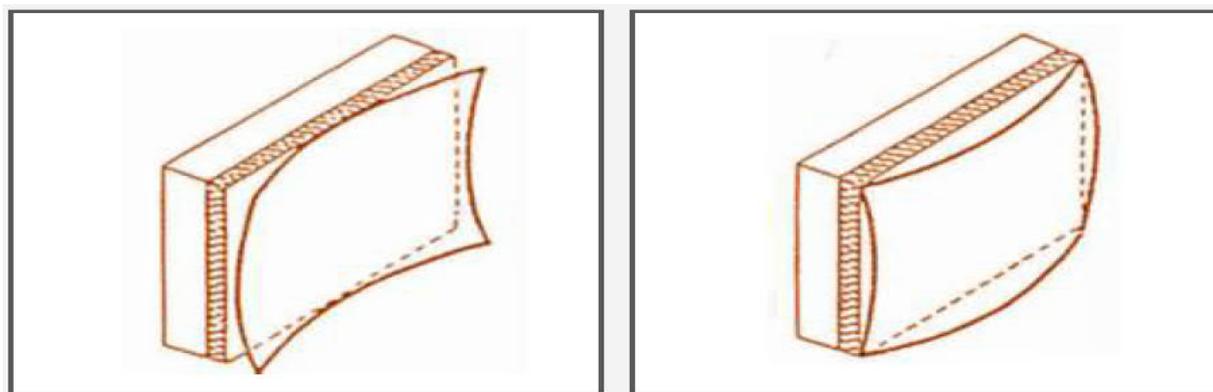


Figura 199. Effetti del metodo a "cordolo e punti" in inverno (sinistra) e in estate (destra) (Da: Cortexa 2016)

Una corretta quantità di malta collante, circa 4 kg/m, consentirà di non trovarsi in situazioni come quella mostrata di seguito:



Figura 200. Effetti "materasso" causato da una procedura scorretta di incollaggio (da: Caparol 2016)

La temperatura dell'aria, dei materiali e dei supporti deve essere compresa tra 5 e 35 °C per evitare asciugature troppo lente o troppo rapide dei materiali che ne pregiudicherebbero la corretta maturazione e dunque la corretta tenuta.

L'elevata temperatura del supporto, causata dall'irraggiamento solare e spesso ignorata, può



pregiudicare l'adesione del collante provocando una vetrificazione superficiale come si può notare dall'immagine seguente.



Figura 201. Vetrificazione superficiale del supporto (da Caparol 2016)

2.3 La tassellatura

Assorbimenti disuniformi in facciata possono pregiudicare l'aspetto estetico finale.

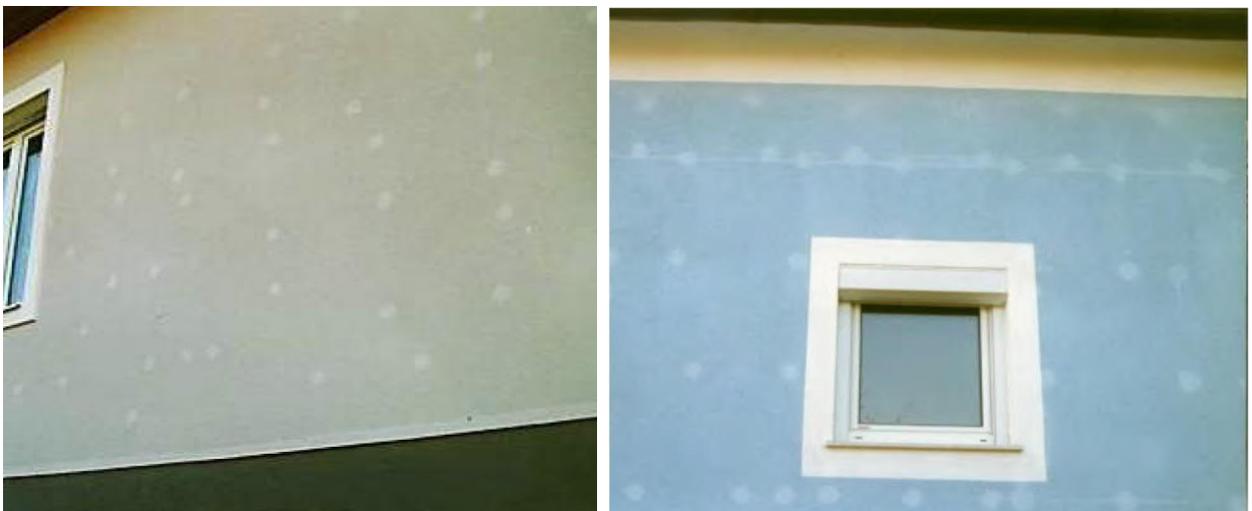


Figura 202. Esempi di assorbimenti disuniformi causati da scorretta posa dei tasselli (da: Caparol 2016)

Le situazioni dei casi qui sopra rappresentati corrispondono ovviamente a un caso estremo, ma una corretta gestione della fase realizzativa può scongiurare questi e altri problemi simili.

La scorretta posa dei tasselli può essere causa di assorbimenti disuniformi: se il tassello, durante la percussione, viene spinto eccessivamente in profondità creando degli avvallamenti nel pannello isolante, allora l'unica soluzione per ottenere una superficie finale planare sarà quella di

stuccare gli avvallamenti prima dell'esecuzione dello strato rasante; tanto maggiore sarà la profondità dell'avvallamento, tanto maggiore sarà la differenza di assorbimento.

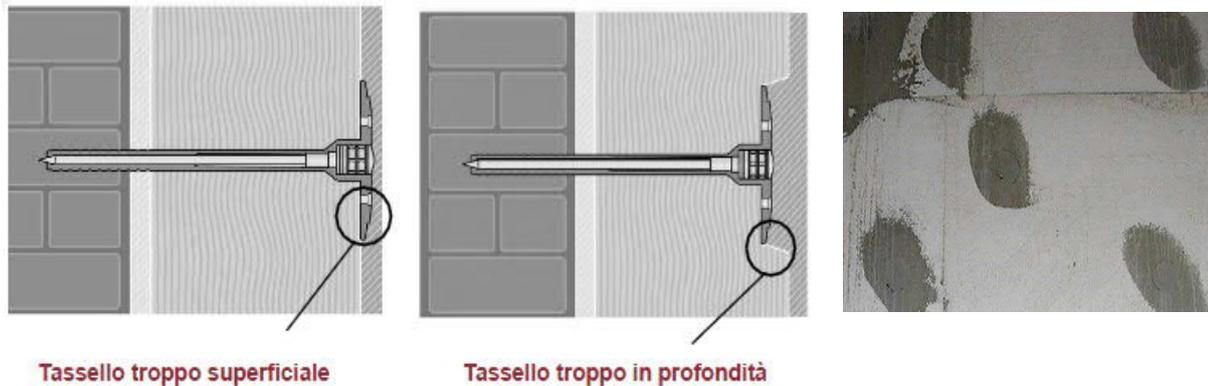


Figura 203. Esempi di scorretta posa dei tasselli (da: Caparol 2016)

Rispetto ad uno strato rasante spesso pochi millimetri, avrò delle zone in cui la malta potrebbe arrivare fino ad un centimetro e, dunque, in cui l'assorbimento capillare sarà molto maggiore; I cicli secco/umido (e dunque asciugatura/assorbimento) che si susseguono nell'ambiente circostante potrebbero dunque portare, col tempo, ad una differenza cromatica in facciata. Lo stesso problema potrebbe verificarsi qualora i pannelli isolanti non fossero ben accostati e la fuga fosse riempita con la malta rasante come mostrato nella figura seguente dalla freccia rossa (e poi verificato con una prova di carotaggio del pannello).



Figura 204. Fuga verticale tra pannelli riempita con la malta rasante (da: Caparol 2016)



Una corretta gestione della posa prevede che i tasselli siano posti a filo del pannello isolante: nell'uso di tasselli a percussione, questo si traduce nella necessità di dosare la forza impiegata per la battitura del chiodo. Una soluzione più semplice consiste, nell'uso di tasselli ad avvitamento che permettono di regolare alla perfezione la profondità di posa.

Questo tipo di tasselli permette, grazie ad uno specifico accessorio per avvitatori, di inserire il tassello ad affondamento con la chiusura del foro tramite tappi in materiale isolante, soluzione che elimina completamente il ponte termico puntuale costituito dal tassello.

Nel caso della fuga eccessivamente ampia, invece, sarà sufficiente prestare maggiore attenzione durante l'accostamento dei pannelli o inserire una piccola striscia di materiale isolante qualora la fuga superi i 2 mm.

È importante ricordare anche che la tassellatura del Sistema isolante, benché non obbligatoria, è sempre consigliata poiché le forze di trazione del vento, soprattutto negli edifici alti e molto esposti, può essere devastante e non sempre la colla può resistere alle raffiche di portata maggiore.



Figura 205. Esempio di distacco causato da mancata tassellatura (da: Caparol 2016)

2.4 La rasatura armata

Lo strato di rasatura, composto da malta rasante e rete d'armatura, ha lo scopo di proteggere il Sistema dalle sollecitazioni meccaniche e dalle tensioni igrotermiche: una scorretta posa di questo strato lascia il Sistema "indifeso".



Figura 206. Rete a vista per effetto di mancanza di spessore di rasante (da: Caparol 2016)

Per una posa corretta, la malta rasante deve essere stesa sul pannello isolante con spatola d'acciaio e su di essa deve essere posata la rete d'armatura, sovrapponendo i teli di rete di almeno 10 cm; ad asciugatura avvenuta può essere effettuata la seconda mano di malta rasante per garantire una corretta copertura della rete. La quantità di malta consigliata è di 4 kg/m. Quantità più ridotte o teli di rete appoggiati a secco sui pannelli, non garantiscono la necessaria protezione meccanica al Sistema. La mancata sovrapposizione della rete lascia le zone di accostamento tra i teli soggette alle tensioni termoigrometriche, che possono scaricarsi in facciata causando delle lesioni. Nell'immagine seguente, in corrispondenze dello spigolo del serramento, è possibile vedere un altro tipo di lesione, causata dalle tensioni a 45° tipiche delle aperture di facciata: questo tipo di problemi può essere evitato grazie all'utilizzo di appositi fazzoletti di rete sagomati per proteggere al meglio la facciata e l'imbotte del serramento.



Figura 207. Lesione dello spigolo del serramento e rimedio con fazzoletti di rete (da: Caparol 2016)



2.5 La finitura

Le condizioni ambientali e le temperature dei materiali e dei supporti sono fondamentali: l'applicazione con temperature e/o valori di umidità non idonei può ripercuotersi sul risultato estetico finale. La temperatura ambientale, delle superfici e dei materiali deve essere inclusa tra 5 e 35 °C, l'umidità relativa deve essere inferiore all'80%.

Temperature eccessive riducono il tempo di lavorabilità dei materiali, che potrebbe asciugare troppo rapidamente e non concedere all'installatore il tempo necessario per uniformare l'estetica della facciata, temperature troppo basse potrebbero far congelare i materiali impedendo la corretta maturazione e di conseguenza la corretta presa degli stessi.



Figura 208. Dilavamenti con perdita di materiale di finitura (da: Caparol 2016)

La pioggia battente su una malta rasante o una finitura non ancora mature porta, ovviamente, ad un dilavamento della superficie con la perdita del materiale; particolare attenzione va prestata anche all'umidità relativa ambientale: la presenza di nebbia impedisce ai materiali di asciugarsi ed in alcuni casi può portare ad un'eccessiva diluizione del prodotto che in tal modo non possiederà più le caratteristiche chimiche necessarie per mantenere la presa sulla malta rasante.

Di seguito alcuni accorgimenti:

- La malta di armatura deve essere essiccata completamente;
 - Eseguire mano di fondo e lasciare asciugare bene prima di applicare il pannello;
 - Proteggere le superfici che non vengono rivestite in tempi brevi;
 - Osservare la temperatura di applicazione (aria/supporto/materiale) ;
 - Su finiture con indice di riflessione alla luce superiore a 30 controllare che la superficie non si surriscaldi eccessivamente.
 - Utilizzare colori foto-stabili: solo pigmenti inorganici-ossidi.
-

- Posare finiture specifiche per sistemi termoisolanti con granulometria minima di 1,5 mm, oppure specifici mattoncini a basso modulo elastico in grado di assecondare i movimenti termoplastici del sistema.
- Usare prodotti ad alta idrorepellenza e resistenza alle muffe.



3 MANUTENZIONE E RECUPERO DEI SISTEMI A CAPPOTTO

3.1 Generalità

Quando si realizza un sistema ETICS occorre prestare molta attenzione alla posa in opera e alla conformità del sistema. Successivamente diviene molto importante prevedere un'attenta manutenzione: il tema della manutenzione è infatti fondamentale per la durabilità degli ETICS.

Effettuare con regolarità ispezioni negli edifici consente di individuare per tempo eventuali danneggiamenti, evitando successivi interventi più onerosi, tra l'altro non sempre possibili.

Durante la vita del sistema, in particolare:

- occorre controllare intonaco di base e intonaco di finitura per quanto riguarda le problematiche seguenti:
 - crescita di alghe e funghi
 - formazione di crepe
 - distacchi e ammaloramenti
- vanno controllati i giunti di dilatazione e le connessioni per gli aspetti di funzionalità e tenuta;
- le superfici orizzontali, come balconi, davanzali e componenti sporgenti, devono essere monitorate sugli aspetti di tenuta e vanno pulite con maggiore frequenza, per evitare l'accumularsi di sporco sulla facciata.

È importante che il sopralluogo identifichi soprattutto:

- presenza di lesioni, cavillature, fessure;
- presenza di patine biologiche, efflorescenze, depositi, sporcizia superficiale;
- degrado/omogeneità del colore;
- planarità e regolarità delle superfici;
- tenuta dei giunti tra il sistema ETICS e gli altri elementi costruttivi;
- stato di conservazione di elementi critici quali scossaline, gronde, griglie ed in generale tutti gli elementi che interrompono la continuità del Sistema;
- tenuta degli ancoraggi.

3.2 Piano di manutenzione del sistema a cappotto

A seguito delle operazioni di ricognizione periodica del Sistema, è anche possibile predisporre un piano di manutenzione periodica, con l'obiettivo di mantenerlo sempre in piena efficienza.

Un esempio di piano di manutenzione può essere il seguente:

TIPO DI INTERVENTO	FREQUENZA
Verifica generale per individuare eventuali problematiche	Ogni 2-3 anni o all'evidenza del problema
Eventuale ripristino estetico tramite tinteggiatura, trattamento superficiale, idrolavaggio a bassa pressione, ecc..	Ogni 10-15 anni
Eventuali riparazioni parziali o totali	All'evidenza del problema
Raddoppio del sistema a cappotto	Per esigenze di miglioramento delle prestazioni

3.3 Modalità di intervento su sistemi a cappotto

Le varie modalità per il recupero di un sistema ETICS possono essere:

- protezione della superficie con pitture specifiche;
- riparazione con rifacimento dello strato di finitura;
- rifacimento dell'intonaco di base con rete, con applicazione successiva di nuova finitura;
- nuova costruzione di un ETICS su ETICS già esistente (raddoppio);
- costruzione di nuovo ETICS sul supporto originale, previa rimozione dell'esistente.

Qualora l'intervento di recupero non preveda la rimozione del sistema esistente, è necessario fare sul sistema stesso le seguenti valutazioni:

- il sistema deve essere realizzato a regola d'arte, secondo le indicazioni dei manuali;
- il sistema deve essere esente da gravi difetti che ne inficino la corretta prestazione termoisolante nel tempo (es. errori di incollaggio);
- deve essere stato realizzato con elementi individuabili e specifici per l'applicazione dei sistemi ETICS.



Se anche una delle condizioni elencate non si realizza, non si può garantire la durabilità dell'intervento di recupero.

In tutti i casi occorre una valutazione accurata dello stato di fatto. Di seguito si riportano alcune possibili correlazioni tra tipo di danno e possibili interventi.

3.3.1 Danno: presenza di alghe e funghi

Le superfici colonizzate vanno esaminate accuratamente e bisogna assicurarsi che il deposito non abbia deteriorato le superfici esposte e/o addirittura gli strati sottostanti del Sistema.

Se accanto alla presenza di microrganismi si riscontrano anche carenze progettuali o di esecuzione, occorre preventivamente affrontarli e risolverli prima di iniziare il risanamento delle superfici interessate.

Modalità di intervento:

di norma, per una presenza superficiale di alghe o funghi, la sequenza da seguire è la seguente:

- idrolavaggio a bassa pressione;
- asciugatura completa;
- applicazione di soluzione igienizzante e antivegetativa;
- applicazione di ciclo di pitturazione con caratteristiche di idrorepellenza e con particolare protezione antialga antimuffa, idoneo per sistemi a cappotto.

La protezione delle superfici deve essere garantita con ciclicità tramite adeguati programmi di manutenzione. Intervenendo in tempi rapidi, prima che la colonizzazione si sviluppi aggressivamente, si evita l'insorgere di problematiche maggiori sul sistema stesso.

3.3.2 Danno: scolorimento della finitura

Modalità di intervento

il ripristino delle superfici degradate avviene tramite:

- idrolavaggio a bassa pressione e eventuale utilizzo di soluzione igienizzante;
 - asciugatura completa;
-

- applicazione di ciclo di pittura con caratteristiche di idrorepellenza e con particolare protezione antialga
- antimuffa, idoneo per sistemi a cappotto, compatibile con gli strati sottostanti.

3.3.3 Danno: cavillature e fessurazioni

Modalità di intervento

l'intervento di ripristino è da valutare caso per caso a seconda della tipologia del fenomeno fessurativo. Preventivamente deve essere effettuata una diagnosi per identificarlo tra le varie tipologie possibili (microcavillature, cavillature e crepe, fessure strutturali).

Alcune possibilità di intervento possono essere:

- cicli di finitura;
- ripristini di rasatura armata;
- ripristini parziali del Sistema.

Qualora l'entità del problema non fosse risolvibile con un semplice ripristino, occorrerà valutare operazioni di stripping (rimozione della rasatura armata) o di demolizione integrale o parziale del Sistema e sua relativa ricostruzione.

3.4 Tipologie di intervento su sistemi a cappotto

3.4.1 Interventi superficiali

Se i difetti di un Sistema ETICS riguardano parti limitate e risultano verificati i requisiti di corretto incollaggio e fissaggio con elementi meccanici al supporto, si può procedere a opere di riparazione che coinvolgano unicamente gli strati superficiali (intonaco di base e intonaco di finitura).

È possibile:

- applicare una finitura protettiva supplementare, costituita da un ciclo specifico applicato sopra la finitura esistente, al fine di migliorarne le prestazioni;
 - eseguire un rifacimento dell'intonaco di finitura applicando superiormente un secondo intonaco di finitura, se occorre con l'applicazione di primer o fondo;
 - eseguire un rifacimento dell'intonaco di finitura previa asportazione di quello esistente;
-



- sopra la finitura esistente, rifare l'intonaco di base armato e poi l'intonaco di finitura;
- rifare l'intonaco di base armato e poi l'intonaco di finitura, asportando prima l'intonaco di finitura esistente.

In ogni caso di applicazione sovrapposta a strati esistenti, sia isolanti sia costituiti da intonaci di base o di finitura, occorre verificare l'effettiva portanza degli strati stessi, ad esempio con prove di resistenza allo strappo.

Prima di eseguire il nuovo strato superficiale, si dovranno effettuare tutte le riparazioni preliminari necessarie (riempimento di crepe, sostituzione di eventuali pannelli danneggiati, riparazione di giunzioni). Prima di eseguire il nuovo strato superficiale si può rafforzare il fissaggio al supporto mediante l'applicazione di tasselli meccanici.

La nuova tassellatura non può mai risolvere problemi di distacco del collante esistente.

Se alcuni pannelli sono distaccati occorre procedere alla loro sostituzione.

3.4.2 Interventi sostanziali su sistemi a cappotto

Se i difetti di un sistema ETICS sono riconducibili a cause che non è possibile risolvere tramite interventi di tipo superficiale, occorre procedere a interventi di riparazione di tipo sostanziale, tra i quali può esservi anche l'asportazione dei pannelli e il rifacimento dell'intero Sistema.

Alcune di queste cause sono:

- errori nell'incollaggio dei pannelli;
- errori di tassellatura (ad esempio per uso di tasselli non adeguati);
- ammaloramento grave dei pannelli isolanti, tale da non renderli più in grado di portare gli strati di intonaco (ad esempio pannelli non coesi o intrisi di acqua);
- utilizzo di materiali o elementi non idonei per Sistema ETICS.

Se vengono a mancare le basi per garantire una durabilità sufficiente al sistema in caso di riparazione, il Sistema ETICS deve essere sostituito in modo completo. Il rifacimento può limitarsi alle zone oggetto di danno grave, in questi casi occorre curare particolarmente il raccordo tra le zone sostituite e le zone mantenute.

È consigliabile prevedere un giunto in corrispondenza di tale collegamento. Il giunto può essere funzionale o solo estetico.

3.4.3 Raddoppio del sistema a cappotto

In determinate condizioni è possibile raddoppiare sistemi di isolamento a cappotto esistenti.

Per una corretta funzionalità del Sistema così composto (sistema esistente e sovrapposizione di nuovo Sistema ETICS) è necessaria un'attenta programmazione di tutte le fasi di lavoro e dei dettagli di esecuzione.

Il raddoppio è possibile solo previo incollaggio e tassellatura del nuovo sistema. In nessun caso è possibile il solo incollaggio del nuovo sistema.

Occorre in ogni caso una valutazione delle condizioni esistenti nella quale è necessario verificare:

- tipo e stato del supporto;
- eventuale trattamento;
- incollaggio/fissaggio;
- tipo e qualità del materiale isolante;
- raccordi ad elementi architettonici (es. finestre, davanzali, parapetti, gronde);
- rivestimento (es. effetto di agenti atmosferici, spessore degli strati, distacchi).

Nella progettazione del sistema a cappotto supplementare occorre raccogliere le seguenti informazioni relative a dimensioni e progetto:

- fisica dell'edificio (spessore degli strati, punto di rugiada, ponti termici);
- antincendio (secondo le norme nazionali);
- raccordi a componenti architettonici;
- elementi di montaggio a taglio termico per carichi esterni (es. lampade, tettoie);
- tipo del nuovo Sistema ETICS;
- fissaggio del nuovo Sistema ETICS (certificazione di sicurezza strutturale, se prevista dalle norme nazionali).



4 VALUTAZIONI E SUGGERIMENTI

4.1 Accorgimenti progettuali e procedurali

Per la progettazione di un sistema efficiente e durevole che garantisca alte prestazioni in termini di isolamento e risparmio energetico, vengono consigliati una serie di accorgimenti progettuali e procedurali. Il Sistema a Cappotto è un sistema complesso ed articolato che necessita di materiali dagli alti standard qualitativi oltre che di una attenta messa in opera, al fine di garantire prestazioni ottimali in termini di isolamento e risparmio energetico. Un elemento da tenere in considerazione è la progettazione del sistema sia per l'aspetto strutturale e componentistico che per quello strettamente legato all'immagine dell'edificio. Una serie di accortezze progettuali, quindi, possono garantire una migliore resa del sistema di isolamento ed una sua maggiore durabilità.

4.2 La scelta del colore

Il tema del colore da utilizzare nel caso di edifici isolati con il Sistema a Cappotto è ampiamente dibattuto. A tal proposito Cortexa, in quanto promotore della cultura del Sistema a Cappotto e membro dell'EAE, suggerisce delle norme progettuali fondamentali per ottenere un Sistema a Cappotto di qualità. Per quanto riguarda la finitura cromatica, il colore di un edificio non segue solamente standard di carattere estetico ma è il risultato della conoscenza del sistema costruttivo impiegato e della sua ottimizzazione.

Le caratteristiche cromatiche della finitura, incidono direttamente sul corretto funzionamento del sistema a cappotto in particolari condizioni climatiche. Nello specifico, la presenza di sbalzi termici può causare sollecitazioni meccaniche sulla superficie tali da compromettere sia i singoli componenti che il mondo in cui essi lavorano insieme.

Ad esempio nel periodo estivo, in particolare sulle pareti esposte a sud-ovest, i rivestimenti dalle tinte scure possono raggiungere temperature superficiali elevate (fino a 70/80°C). La perdita di calore subita dalla stessa superficie la notte, abbassa drasticamente la temperatura superficiale che può così risultare di 8/10°C inferiore rispetto alla temperatura ambientale.

Questo fenomeno può essere responsabile di alcune patologie meccaniche alle quali il sistema d'isolamento è soggetto tra cui, ad esempio, un prematuro deterioramento della matrice

polimerica del rivestimento di facciata. Le tensioni meccaniche superficiali dovute agli sbalzi termici descritti, quindi, agiscono sul sistema alterandone sia le caratteristiche tecniche che quelle estetiche.

Per l'applicazione del Sistema a Cappotto, facendo riferimento alle normative europee ETICS, occorre considerare l'indice di riflessione come un parametro fondamentale per il corretto utilizzo del colore delle facciate.

L'indice di riflessione (IR) è l'unità di misura della riflessione della luce diurna (irraggiamento) (bianco= IR 100%; nero= 0%). Per evitare un forte surriscaldamento del sistema ETICS si definiscono valori IR minimi. Questi variano dal 20% al 30% a seconda del paese (in relazione alle condizioni climatiche). Il valore IR deve essere superiore al 20% per gli intonaci di rivestimento e per le pitture protettive.

Con spessori di isolante elevati, il valore dell'indice di riflessione deve essere aumentato, per limitare il surriscaldamento superficiale dovuto all'irraggiamento solare. Per superfici esposte a forte irraggiamento solare (esposizioni a S o O) o in zone climatiche a forte irradianza (zone climatiche A,B,C, alta montagna, zone con riverbero, per esempio fronte mare o corsi d'acqua), è consigliabile aumentare il valore di IR.

Le prestazioni tecniche dell'applicazione in riferimento al colore aumentano:

- Con stabilità ai raggi UV, e dunque con formulazioni che prevedono solo pigmenti minerali ossidi, per evitare scolorimenti.
- Con comportamento termo-plastico, dunque intonachini con granello almeno di 1,5 mm, per evitare fessurazioni durante i cicli caldo-freddo.
- Con additivi anti-muffa e anti-alga, per evitare infestazioni che sui cappotti sono più probabili che su una facciata normale.

Una ulteriore attenzione potrebbe essere quella di usare colori riflettenti perché permettono la protezione della facciata dagli agenti atmosferici.

Per garantire il corretto funzionamento del Sistema a Cappotto, quindi, oltre alla qualità dei materiali, fondamentali per il corretto funzionamento del sistema, è necessaria una fase di costruzione accurata che rispetti precise indicazioni sulla messa in posa.



4.3 Consigli per l'applicazione

L'applicatore prima di iniziare le attività di posa del Sistema isolante dovrà verificare che:

- Tutte le installazioni impiantistiche siano state realizzate e gli eventuali attraversamenti già eseguiti, in modo da garantire raccordi e chiusure perfettamente a tenuta. Sono da evitare le installazioni impiantistiche nello spessore delle lastre isolanti, fatta eccezione per gli attraversamenti strettamente necessari come per esempio i cavi per i sistemi d'illuminazione;
- Il supporto sia asciutto e non presenti affioramenti di umidità;
- Gli intonaci interni, quelli esterni ed anche le riparazioni parziali ed i massetti siano già posti in opera e disidratati o comunque non costituiscano controindicazioni presenti e future per l'applicazione del sistema isolante;
- Il ripristino oppure la messa in opera delle guaine sia stata effettuata con prodotti impermeabilizzanti onde evitare che possibili infiltrazioni di acqua possano deteriorare prematuramente le superfici trattate (coperture, balconi, piane, soglie, marciapiede esterno, ecc).
- Siano adeguatamente protette tutte le superfici da trattare, onde evitare bagnature del supporto o infiltrazioni d'acqua prima, durante e dopo le fasi di lavorazione;
- Sia stata effettuata una verifica d'idoneità del supporto e sul suo stato d'integrità e preparazione;
- Siano state eliminate con congruo anticipo le cause di umidità di risalita e/o le infiltrazioni d'acqua, e trattati adeguatamente i supporti coinvolti;
- Sia presente una idonea impermeabilizzazione del supporto (per la parte presente sotto il piano di calpestio) e, ove necessario, per la stessa quota anche della lastra isolante;
- Il ponteggio sia ad una distanza adeguata allo svolgimento delle varie fasi di lavorazione e che gli ancoraggi, una volta eliminati, permettano una sigillatura se necessaria, ma esteticamente accettabile;
- Siano precedentemente predisposti davanzali, prigionieri, scossaline, tubature, cavi, canaline, discendenti, di larghezza utile a contenere e proteggere gli spessori isolanti del cappotto;
- I prodotti forniti in cantiere siano di prima qualità e adatti alla tipologia di Sistema adottato.
- L'allestimento del cantiere preveda un adeguato deposito a protezione dei materiali che verranno utilizzati; durante l'intero processo di lavorazione, le temperature ambientali e dei supporti non devono essere inferiori ai +5° o superiori ai +30° (nell'arco delle 24 ore giornaliere);

- Le condizioni meteo siano idonee alla posa. Possono infatti influire negativamente irraggiamenti diretti, presenza di vento o eccessiva umidità dell'aria, abbassamenti eccessivi di temperatura e umidità.
- Siano seguite le indicazioni e le prescrizioni delle schede tecniche e del manuale di posa eventualmente forniti dal produttore oltre a quelle inserite in relazione.
- Siano consultati tutti i manuali a disposizione del produttore dei componenti del Sistema.

4.4 Le liste di controllo

Il concetto di durabilità si sposa molto spesso ed intuitivamente con il concetto di qualità. Conseguentemente, la qualità dell'isolamento termico a cappotto è data dalla qualità controllata del Sistema, dei singoli elementi che lo compongono e da una corretta posa in opera.

Ogni strato assolve ad una funzione ben precisa, ma sono l'unione e la perfetta compatibilità fisica e chimica di tutti i componenti che garantiscono le prestazioni e l'affidabilità dell'intero Sistema e di conseguenza la sua durabilità nel tempo.

Per facilitare gli addetti ai lavori nella corretta applicazione del Cappotto si sono create delle liste di controllo (raccolte nell'Appendice A) da utilizzare per la predisposizione del cantiere e nelle rispettive fasi di lavorazione e che saranno utili ad evitare errori e difetti nella posa dell'intero Sistema.



Appendice A - LISTE DI CONTROLLO

Le attività di controllo sono elencate nella lista sottostante in base alle fasi di lavoro.

Condizioni di nuove costruzioni e edifici esistenti

IDONEITÀ DELLA SUPERFICIE

- impurità
- materiali della muratura (calcestruzzo, mattoni, ...)
- muratura mista
- fughe aperte nella malta
- gravi irregolarità (coperture e supporti sporgenti)
- pareti portanti
- pareti non portanti
- pareti con pittura
- pareti senza pittura
- buchi
- superfici friabili e sfarinate
- mancanza di aderenza tra strati di intonaco e pittura
- pareti non a piombo
- verifica della temperatura del supporto (esposizione, irraggiamento solare)

CREPE

- crepe di assestamento
- crepe di movimento
- crepe strutturali in vecchi edifici

EFFLORESCENZE

- sali

INFESTAZIONI (MICROORGANISMI)

- alghe
- patine biologiche
- altro

UMIDITÀ

- risalita di umidità dal terreno
 - umidità delle pareti dovuta a crepe
 - giunti e raccordi non a tenuta
-

- copertura mancante

RACCORDI

- piano di campagna
- a superfici non isolate
- ad altri elementi architettonici
- zoccolo
- balconi, logge, terrazze
- isolamento di imbotti di porte e finestre
- guide di tapparelle di porte e finestre
- giunti di dilatazione dell'edificio
- davanzali
- aggetti (cornicione/davanzale)
- insegne luminose, schermi, tettoie
- installazioni elettriche
- griglie di prese d'aria
- segnaletica, numero civico
- gas, acqua
- fissaggio di ringhiere, stenditoi ecc.
- antenne satellitari (parabole)
- insufficiente sporgenza di davanzali e cornicioni
- tubazioni passanti e ringhiere
- grondaie, parafulmini
- rubinetti, prese d'acqua
- lampade, interruttori, prese
- pannelli pubblicitari
- cassette della posta, campanelli
- targhe

Supporto: nuove costruzioni e edifici esistenti

PREPARAZIONE

- rimuovere sporco, alghe, muschi
 - rimuovere residui oleosi/pellicole sintetiche
 - rimuovere residui di malta
 - chiudere le fughe aperte
 - realizzare le superfici planari e a piombo
 - lasciar asciugare i materiali delle pareti
-



- rimuovere intonaco e/o pittura distaccati, ripristinare
- riempire i buchi

FONDO (PRIMER)

- consolidare le superfici friabili e sfarinate secondo le indicazioni di applicazione

RACCORDI

- eseguire secondo le indicazioni
- coordinare gli interventi dei diversi professionisti (idraulico, elettricista, ecc.) e le fasi di lavoro complementari

Prerequisiti e sequenze operative

PREDISPOSIZIONE

- distanza dell'impalcatura dalla parete
- eseguire/chiudere le perforazioni di ancoraggio dell'impalcatura
- lavori di protezione e copertura
- utenze: corrente elettrica/acqua
- telefono/toilette
- smaltimento: materiali di scarto/acque di scarico/toilette
- predisposizione e messa in sicurezza del cantiere
- protezione dei ponteggi contro agenti atmosferici avversi (irraggiamento solare diretto, temperatura, pioggia, gelo, ecc)

APPARECCHIATURE E ATTREZZI

- trapano/agitatore
- impastatrice e trasportatore
- seghe
- attrezzi vari

MATERIALI

- approvvigionamento di prodotti secondo le indicazioni
- conformità al Sistema di tutti i componenti (compresi gli accessori)
- selezionare gli accessori ETICS in base allo spessore delle lastre,
- raccordi di zoccolatura, tasselli, distanziatori, ecc.
- stoccaggio di tutti i componenti secondo le indicazioni del produttore
- smaltimento dei materiali/contenitori residui

Fissaggio e incollaggio

ZOCCOLATURA

- esecuzione a filo
- protezione degli spigoli delle lastre isolanti con guide di raccordo per la zoccolatura o protezione degli spigoli tramite applicazione di reti
- evitare la corrispondenza tra giunti delle lastre e dei profili di partenza, applicare i connettori tra i profili, assicurare adeguato fissaggio nelle zone più sollecitate

INCOLLAGGIO

- incollaggio perimetrale e con punti centrali
- incollaggio con superficie piena con sottofondo adatto
- applicazione di collante con incollaggio ottimale anche agli angoli
- evitare la corrispondenza tra i giunti delle lastre e gli spigoli delle aperture
- evitare la presenza di colla nei giunti tra i pannelli e evitare fessure
- realizzare le superfici planari e a piombo
- verifica della temperatura dell'ambiente e del supporto

TASELLATURA

- scelta dei tasselli idonei (prova di estrazione)
- scelta degli utensili secondo il tipo di tassello
- schema dei tasselli
- definizione della zona perimetrale (tassellatura integrativa) secondo le indicazioni del progettista
- fissaggio dopo l'indurimento del collante
- numero, disposizione e profondità di ancoraggio dei tasselli secondo le indicazioni del produttore e/o i requisiti della normativa
- inserimento dei tasselli a filo della superficie
- opzionale: incasso dei tasselli e chiusura con rondelle di isolante
- verificare il fissaggio dei tasselli
- chiudere fori visibili, sorti durante o a seguito del montaggio di tasselli, oppure a causa della rimozione di tasselli, con isolante dello stesso tipo o schiuma idonea

FISSAGGIO DELLE GUIDE (CAPPOTTO A FISSAGGIO MECCANICO)

- montaggio planare e a piombo delle guide
- tassellatura conforme alle indicazioni statiche di sicurezza
- fissare saldamente il distanziatore con la tassellatura
- realizzare angoli e raccordi secondo le indicazioni del produttore (finestre, porte, ecc.)
- prima della posa nella guida applicare ulteriore collante sulla lastra isolante



ANTINCENDIO

- scelta di prodotti/sistemi adeguati
- esecuzione degli interventi antincendio secondo le indicazioni del progettista (es. compartimentazione di facciata)

Lavori di completamento

GIUNTI DI DILATAZIONE

- devono essere inclusi nel Sistema
- tipo e dimensione dei giunti conforme alle indicazioni di progetto

RACCORDI AD ALTRI ELEMENTI COSTRUTTIVI

- l'esecuzione deve essere a tenuta di pioggia; rispettare le indicazioni del produttore

SUPERFICIE DELLE LASTRE

- rimuovere le impurità
- verificare che le superfici delle lastre siano in piano
- molare o carteggiare sporgenze, angoli e bordi
- eliminare la polvere dovuta alla levigatura
- chiudere le fughe delle lastre ancora aperte con isolante o schiuma secondo le indicazioni del produttore
- abrader la superficie di polistirolo ingiallito per effetto dei raggi UV e rimuovere la polvere così prodotta

PROTEZIONE DI ANGOLI E SPIGOLI

- applicare i profili paraspigolo in modo che le superfici siano planari e a piombo

MAGGIORE RESISTENZA AGLI URTI

- inserire una rete di rinforzo prima dell'armatura principale
- affiancare le reti di rinforzo sui bordi e non sovrapporle
- in caso di raddoppio della rete in fibra di vetro controllare che non vi sia coincidenza tra i giunti delle reti sovrapposte

Intonaco di base

INTONACO DI BASE/ARMATURA

- applicare l'intonaco di fondo con spessore uniforme secondo lo spessore nominale indicato (istruzioni del produttore)
-

- inserire l'armatura nell'intonaco di fondo secondo le indicazioni del produttore
- sovrapposizione minima della rete 100 mm
- inserire strisce diagonali aggiuntive agli angoli delle aperture della facciata
- separare i raccordi da altri elementi costruttivi con "tagli di cazzuola"
- applicare gli accessori aggiuntivi prima dell'armatura delle superfici
- verifica della temperatura dell'ambiente e del supporto (da +5°C a +30°C)

Intonaco di finitura

SUPPORTO (INTONACO DI BASE)

- eseguire ulteriori interventi di rivestimento solo dopo una sufficiente essiccazione/ indurimento del supporto
- il supporto minerale deve essere chiaro e asciutto/indurito in modo uniforme
- il supporto sintetico deve essere asciutto/indurito in modo uniforme
- verifica della temperatura dell'ambiente e del supporto (da +5°C a +30°C)

FINITURA CON PRIMER E PITTURA PROTETTIVA

- realizzare la pittura di fondo (primer) nel colore del rivestimento finale secondo le indicazioni del produttore
- realizzare il rivestimento di finitura dei diversi tipi di intonaco nel rispetto delle prescrizioni applicative e dei requisiti tecnici del produttore
- lavorare fresco su fresco con un numero adeguato di forza lavoro, per evitare segni nelle riprese
- strutturazione uniforme
- non lavorare in caso di radiazione solare eccessiva o con forte vento (rete di protezione dell'impalcatura)
- considerare le condizioni atmosferiche (pioggia, nebbia, umidità)
- controllare se l'elevata umidità relativa rallenta l'essiccazione
- temperatura minima ambiente e del supporto: + 5°C
- utilizzare solo partite dello stesso lotto per lavorazione ed essiccazione di superfici definite
- utilizzare pitture protettive/uniformanti secondo le indicazioni del produttore
- verifica della temperatura dell'ambiente e del supporto (da +5°C a +30°C)

RIVESTIMENTI SPECIALI

- esempio: mattoncini a vista (vedere indicazioni del produttore)



Appendice B - NODI COSTRUTTIVI

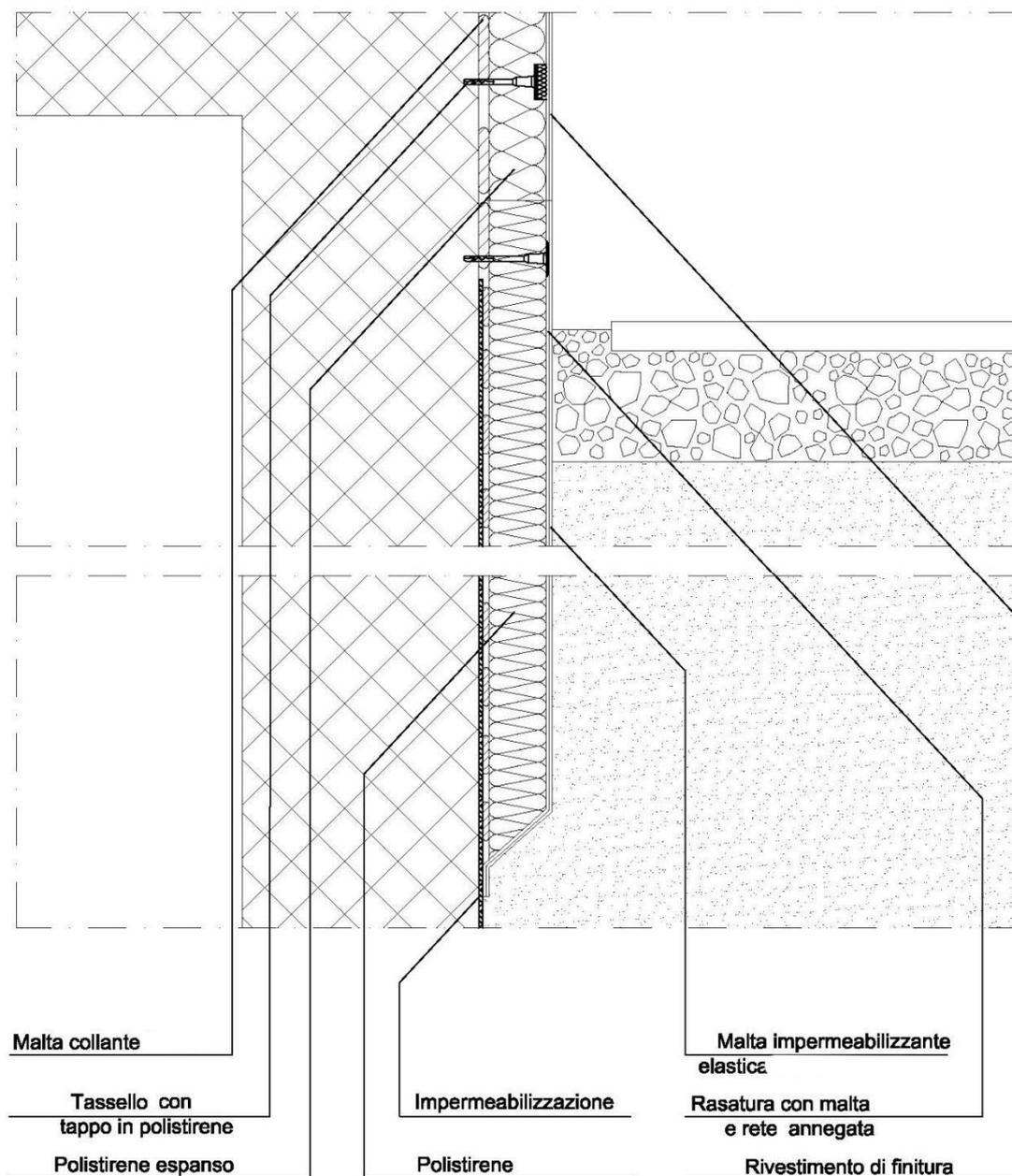
Di seguito una serie di nodi costruttivi dove viene riportato il corretto metodo di posa dei sistemi ETICS in alcune situazioni delicate che spesso si presentano in cantiere.

Gli aspetti tecnico/funzionali evidenziati in questi dettagli sono fondamentali per ottenere gli standard qualitativi auspicati dai progettisti, dalle case produttrici e dalla committenza.

- Raccordo cappotto a filo con isolamento controterra
- Raccordo cappotto con isolamento controterra rientrante
- Cappotto con zoccolatura esistente
- Cappotto con profilo di partenza
- Cappotto con guaina di ventilazione
- Cappotto con fasce
- Raccordo cappotto a filo su piano pilotis
- Cappotto su giunto di dilatazione
- Cappotto con marcapiano in rilievo
- Cappotto con profilo decorativo
- Cappotto con giunto orizzontale
- Cappotto in corrispondenza di balcone impermeabilizzato
- Cappotto in corrispondenza di balcone esistente
- Cappotto in corrispondenza di balcone a taglio termico
- Raccordo cappotto con sottotetto freddo
- Cappotto su tetto piano
- Spalla cappotto con serramento a filo esterno della muratura
- Spalla cappotto con serramento a filo interno della muratura
- Spalla cappotto su serramento
- Spalla cappotto su serramento con spalletta esistente
- Spalla cappotto su serramento con persiana
- Cappotto su cassonetto non isolato
- Cappotto su veneziana
- Raccordo con davanzale
- Cappotto con davanzale esistente
- Tassellature per pannelli in EPS, sughero, lana di roccia a doppia densità
- Tassellature per pannelli EPS, sughero lana di roccia a doppia densità (spigoli)
- Tassellature per pannelli in lana di roccia
- Tassellature per pannelli in idrati di silicati di calcio
- Rinforzi in corrispondenza di aperture

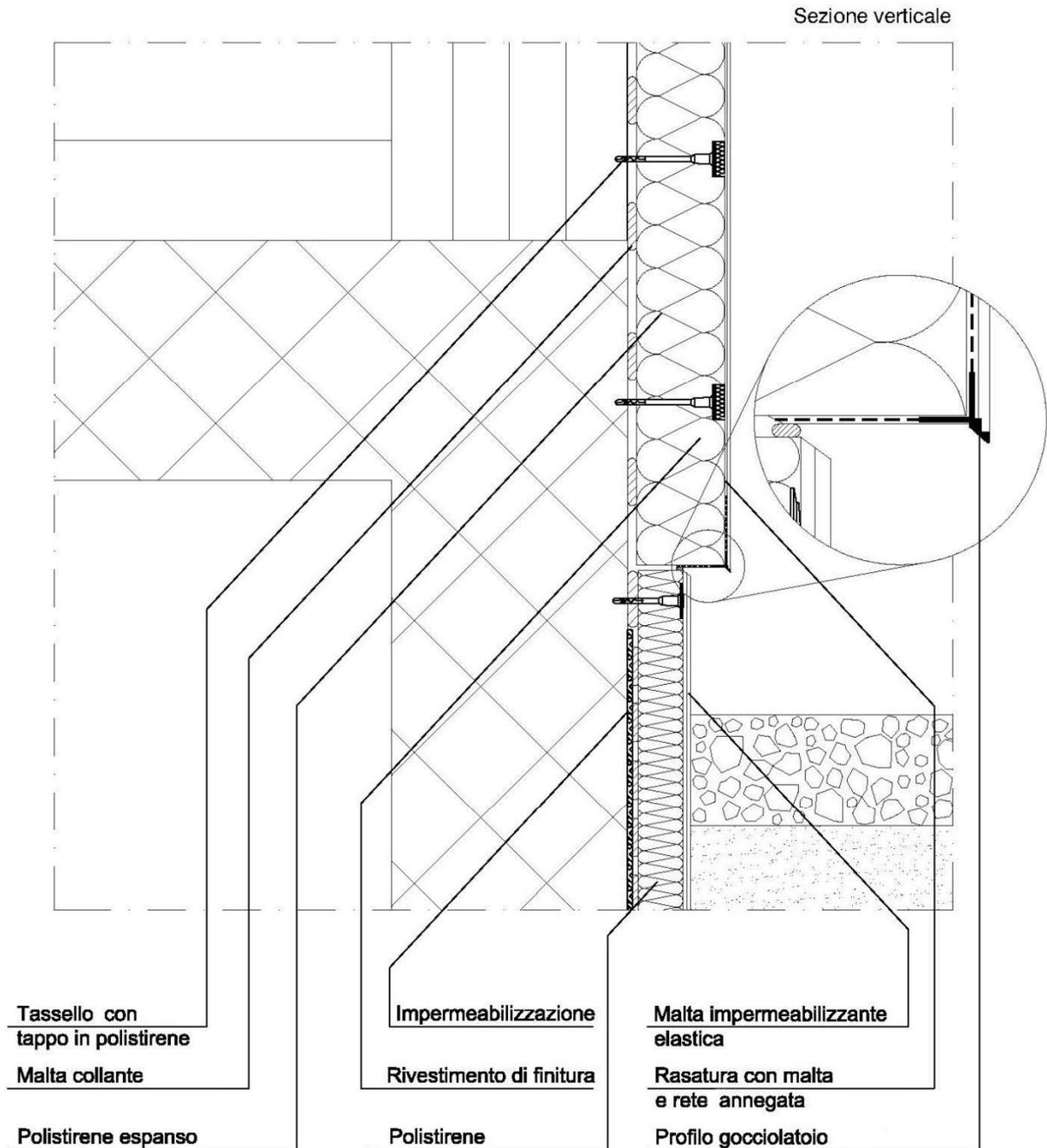
Raccordo cappotto a filo con isolamento controterra

Sezione verticale



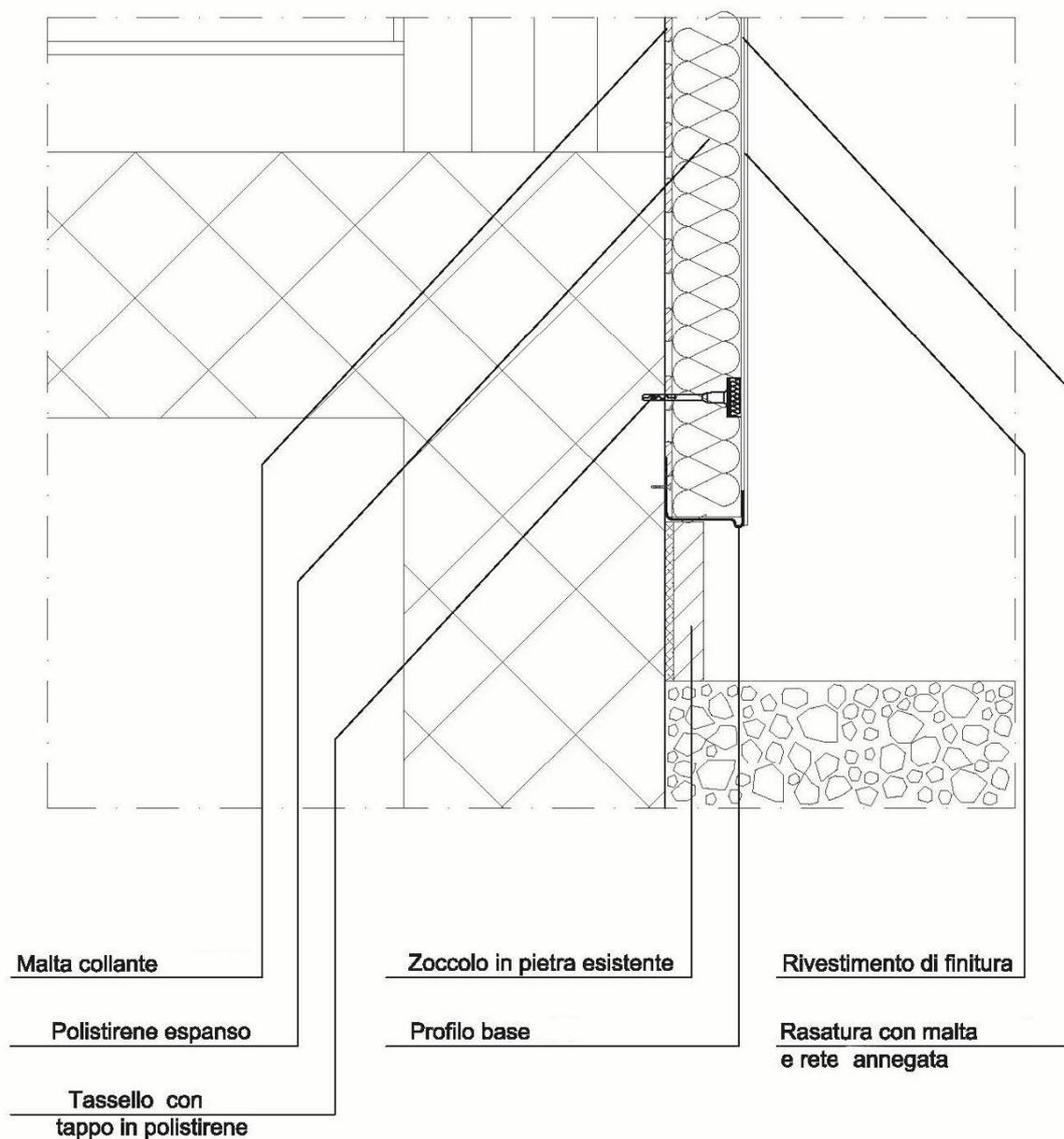


Raccordo cappotto con isolamento controterra rientrante



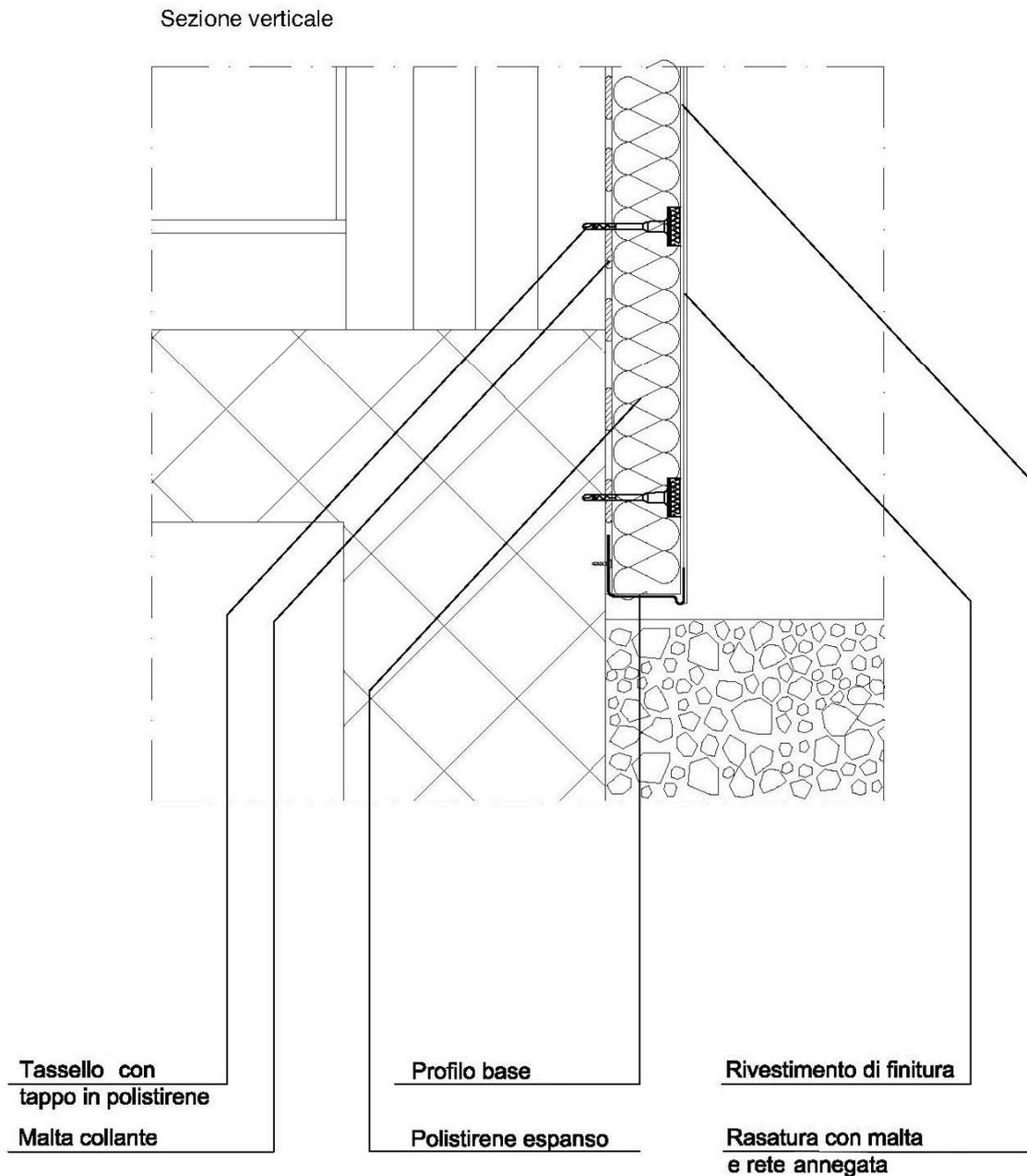
Cappotto con zoccolatura esistente

Sezione verticale



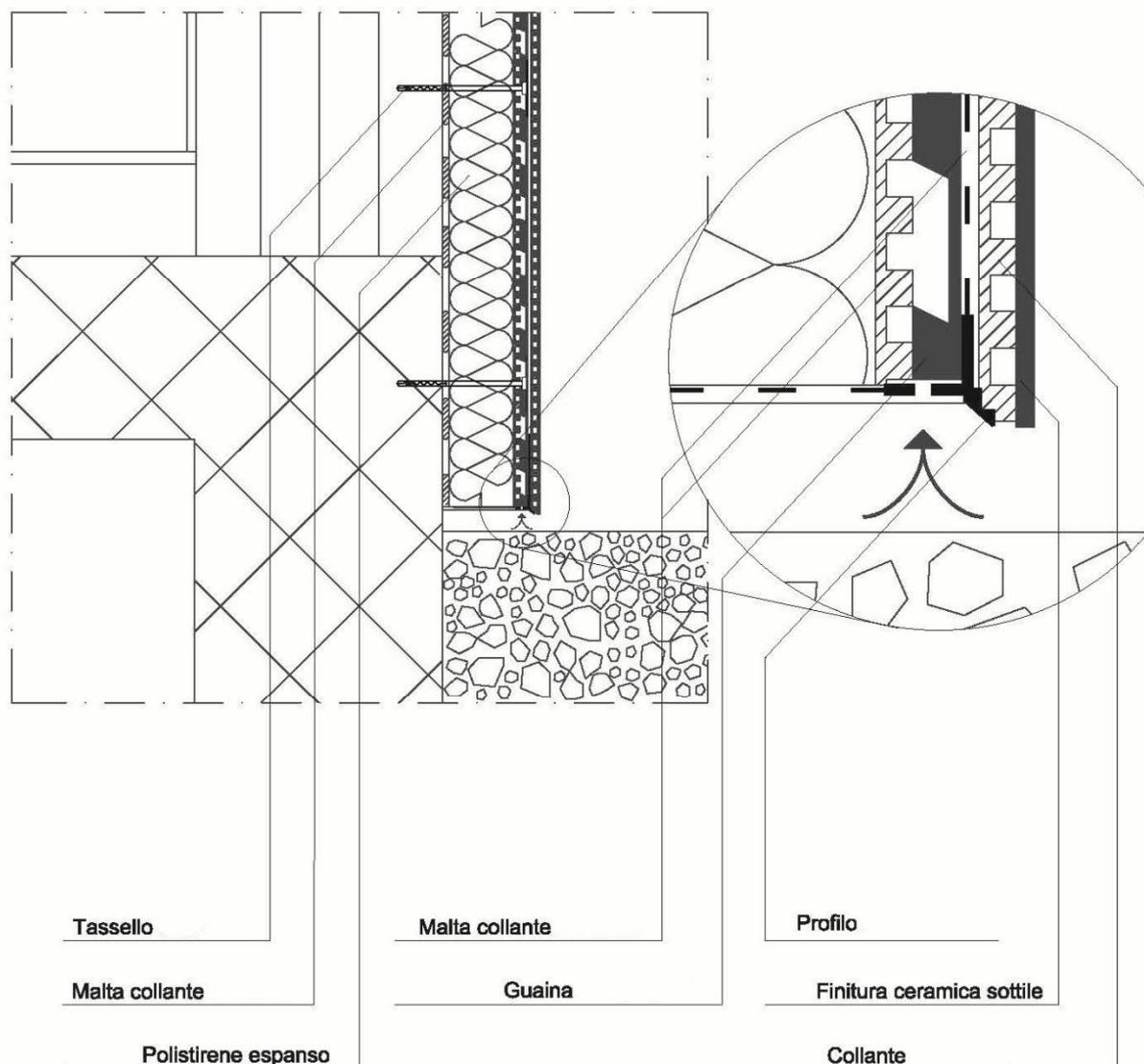


Cappotto con profilo di partenza



Cappotto con guaina di ventilazione

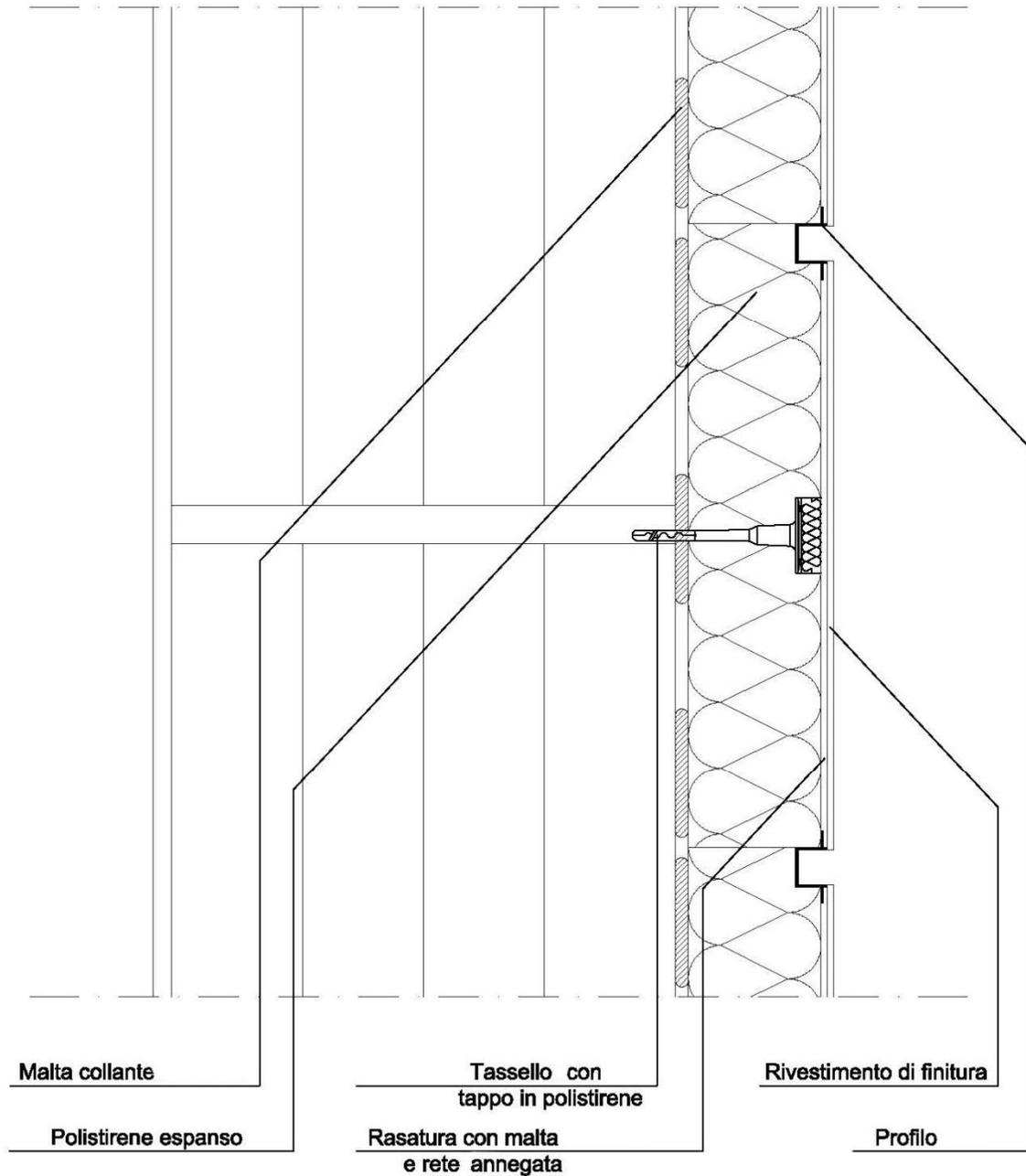
Sezione verticale





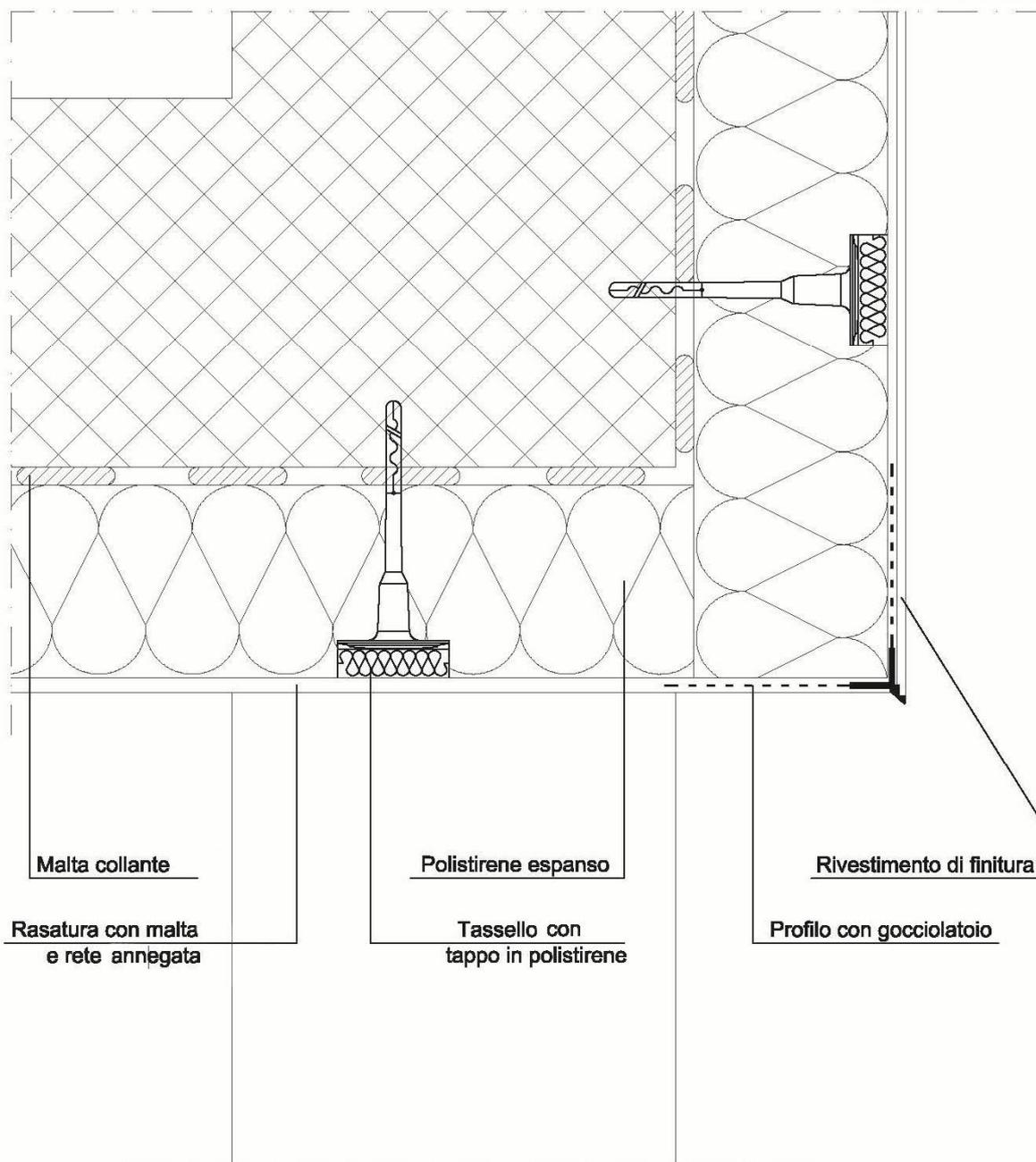
Cappotto con fasce

Sezione verticale



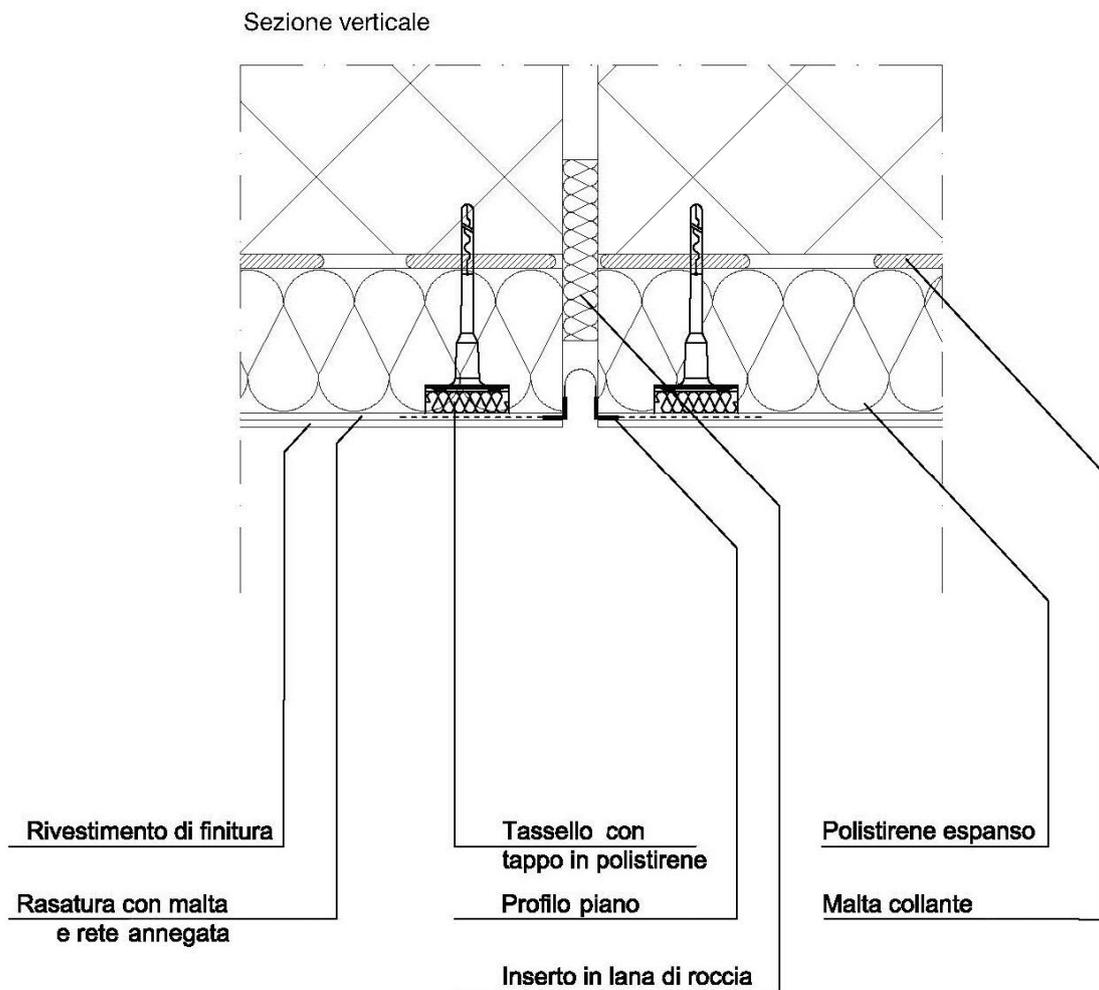
Raccordo cappotto a filo su piano pilotis

Sezione verticale



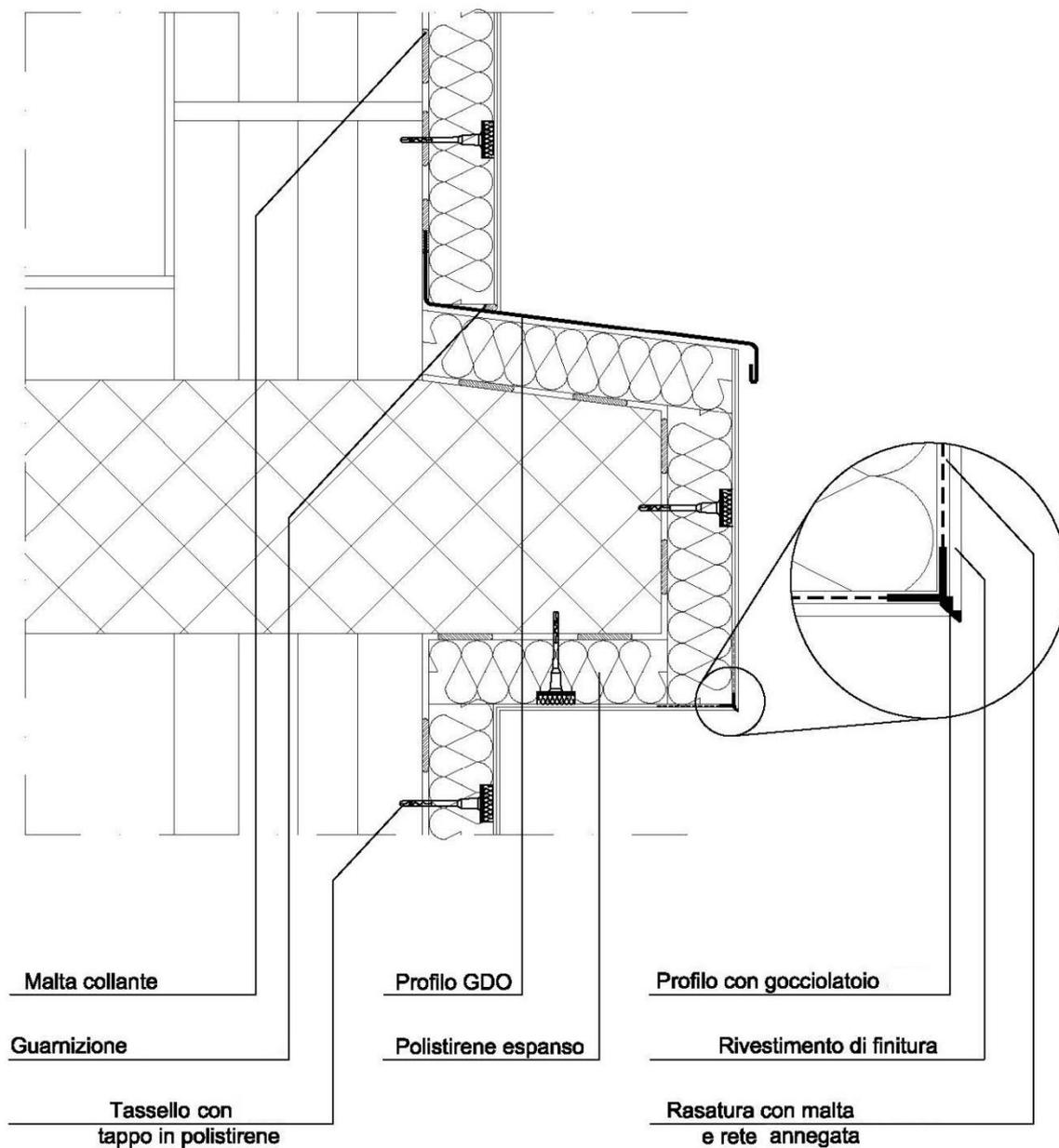


Cappotto su giunto di dilatazione



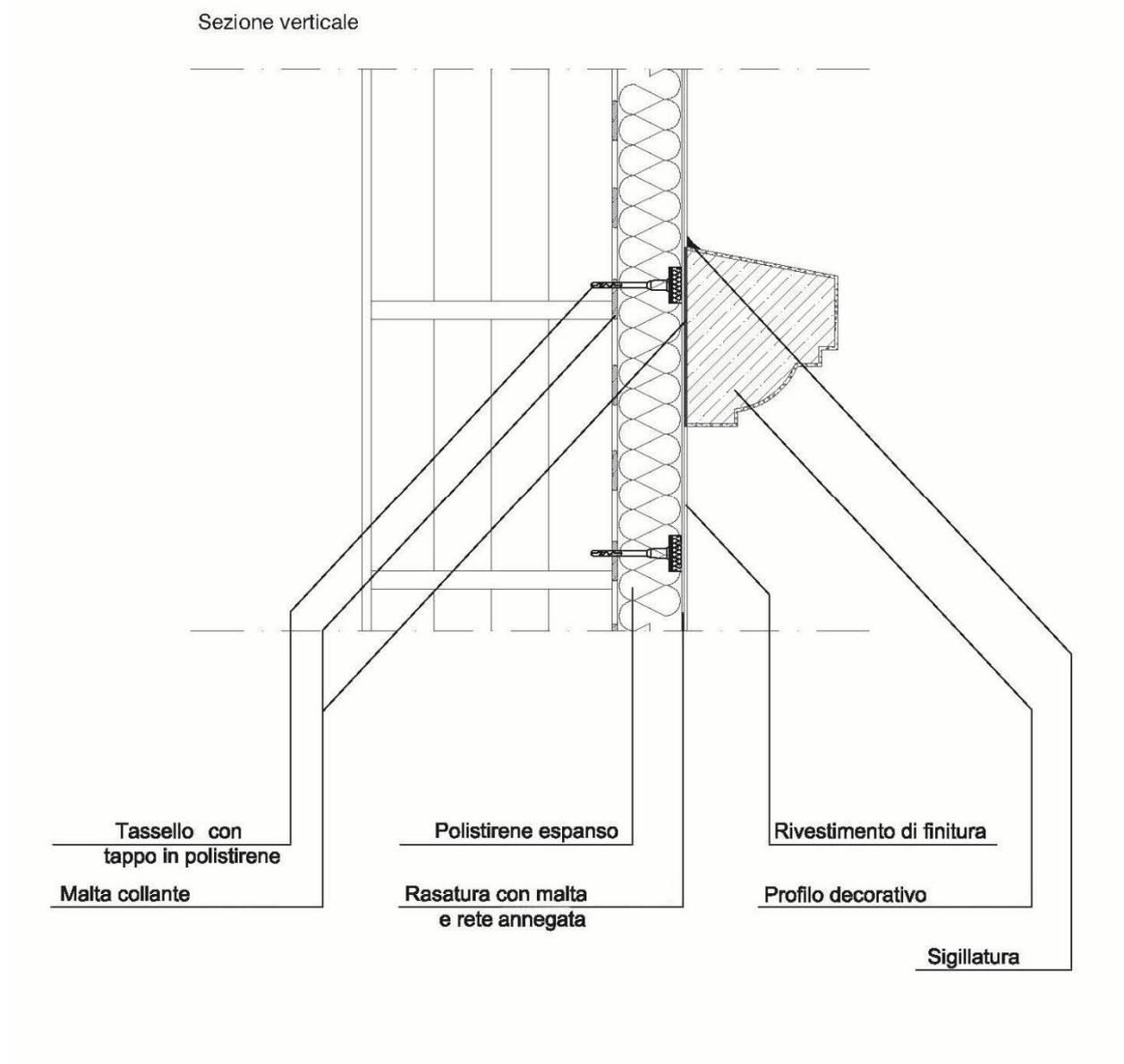
Cappotto con marcapiano in rilievo

Sezione verticale



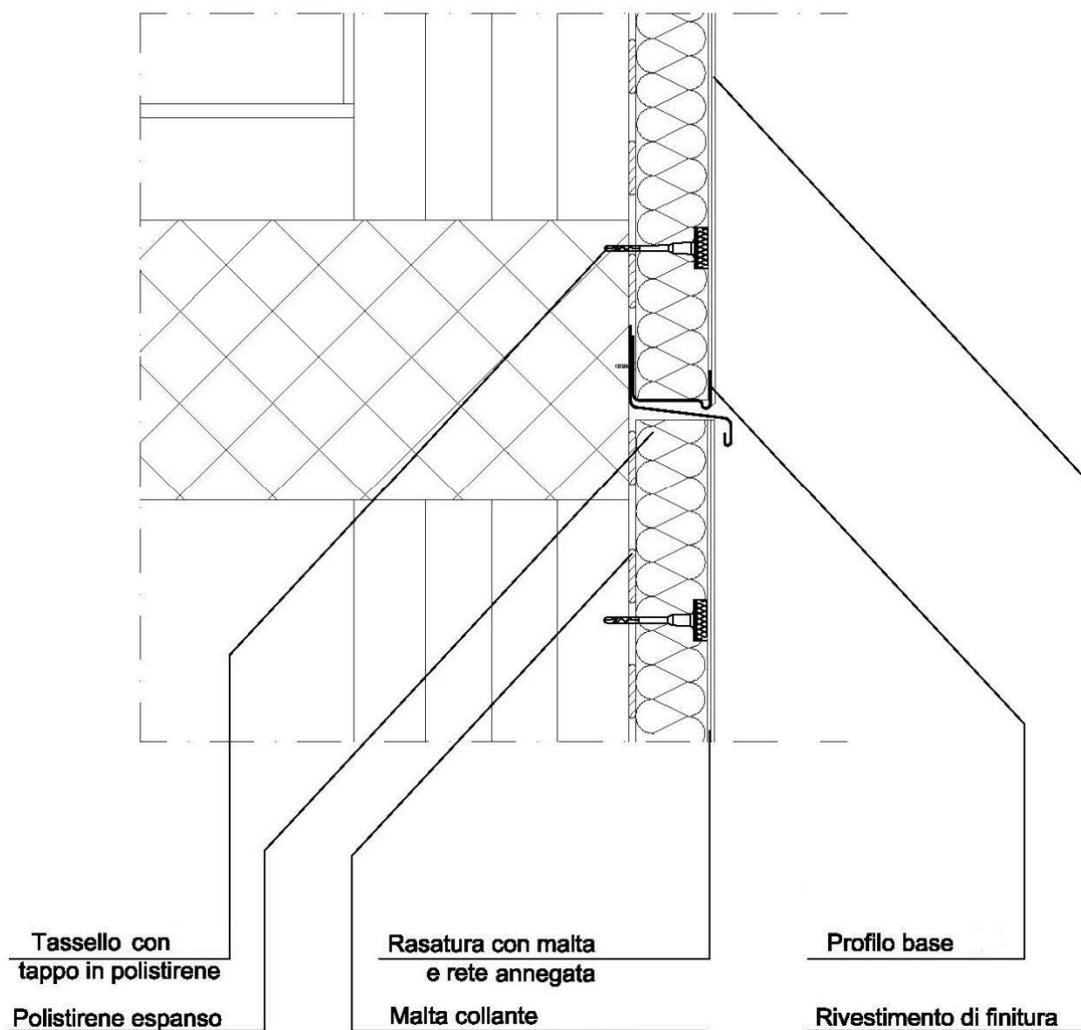


Cappotto con profilo decorativo



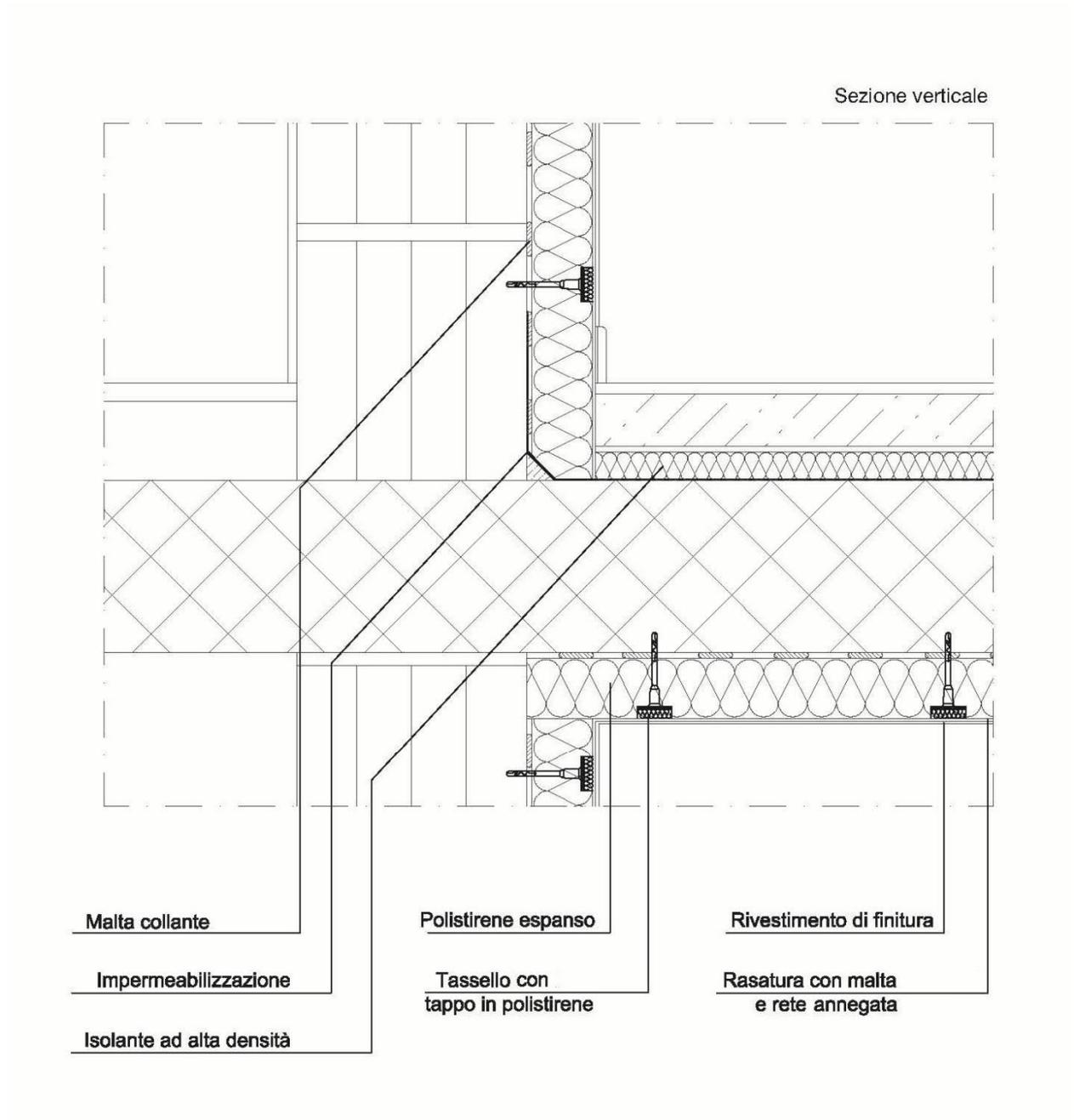
Cappotto con giunto orizzontale

Sezione verticale

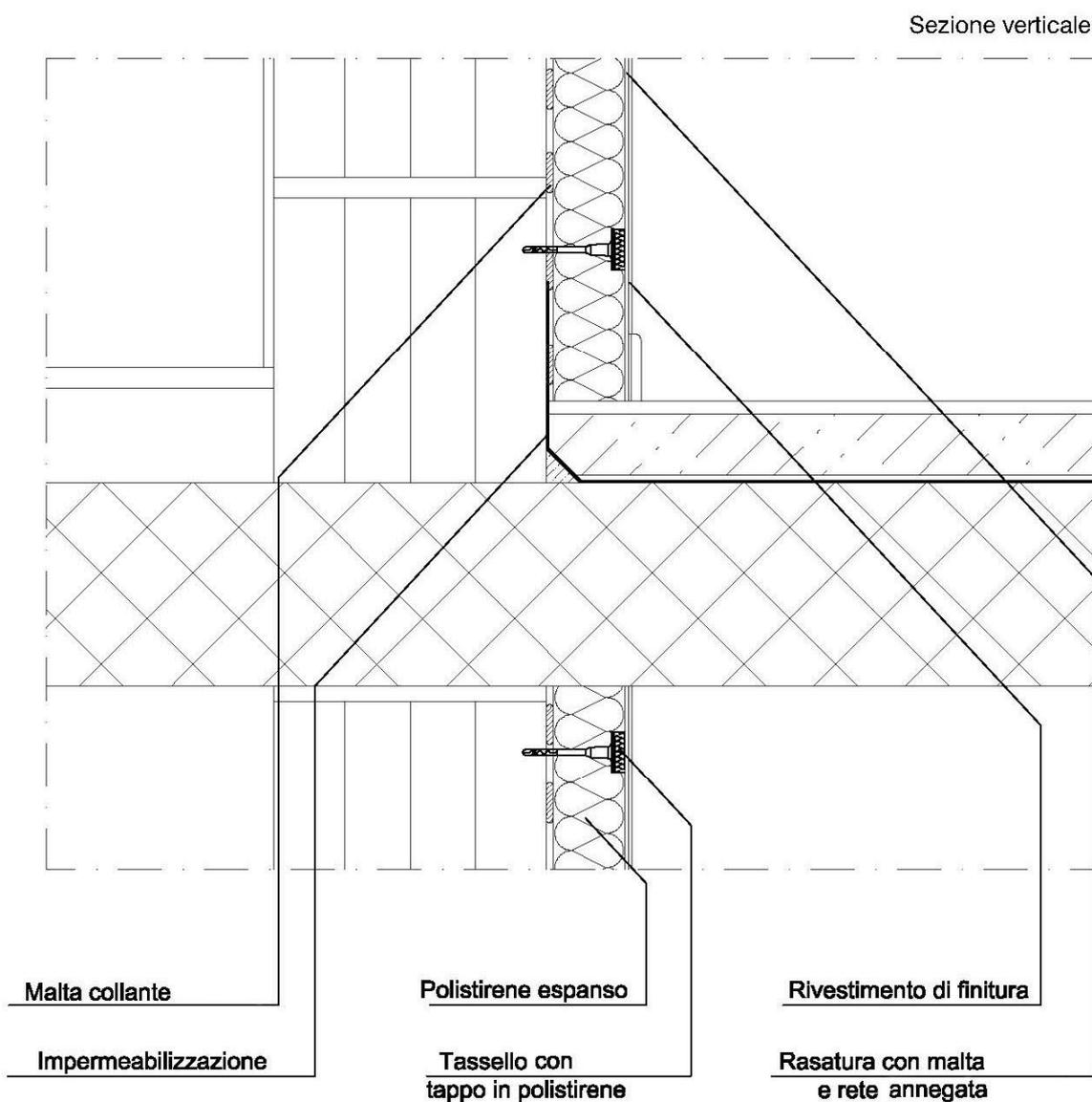




Cappotto in corrispondenza di balcone impermeabilizzato

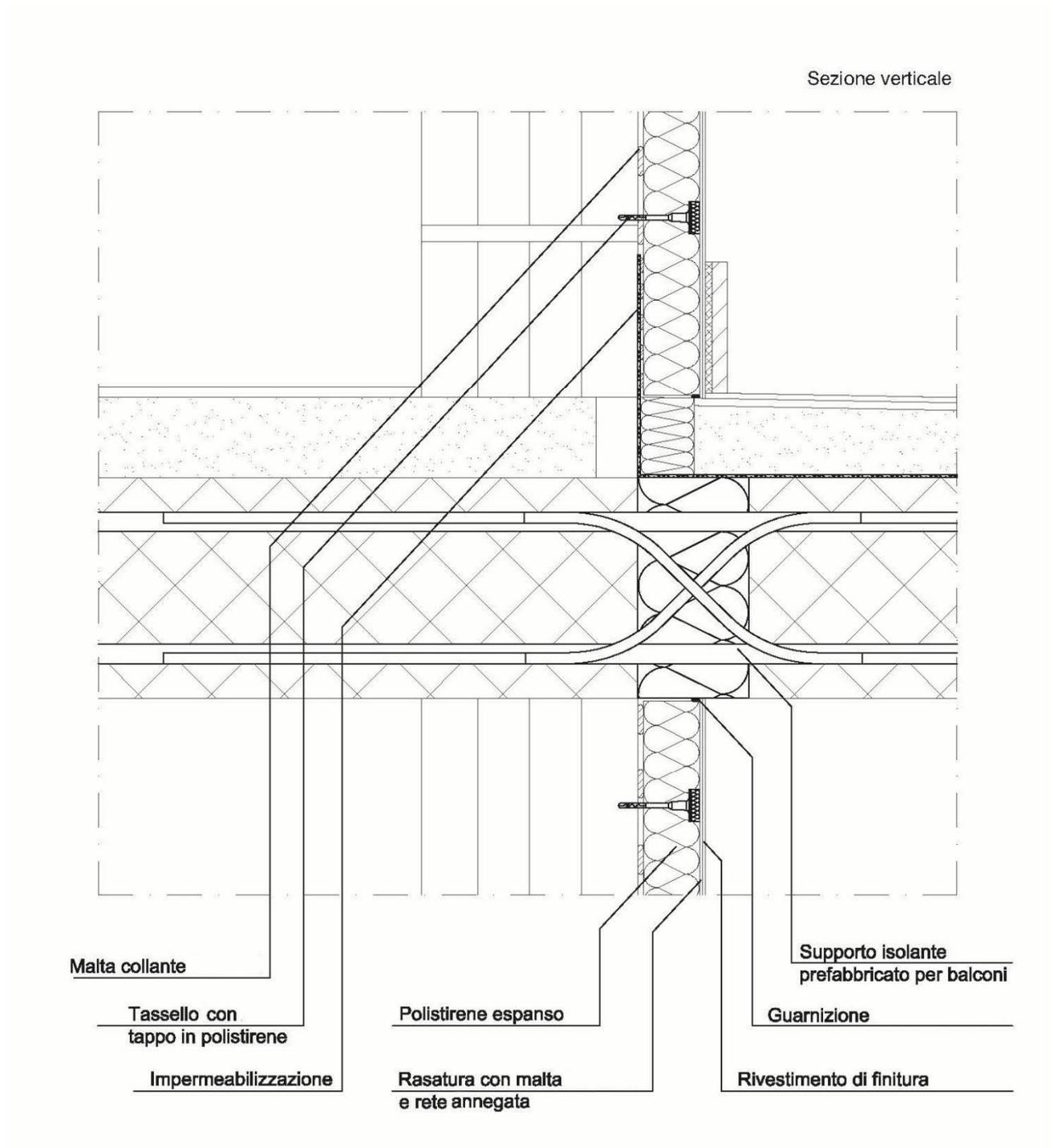


Cappotto in corrispondenza di balcone esistente

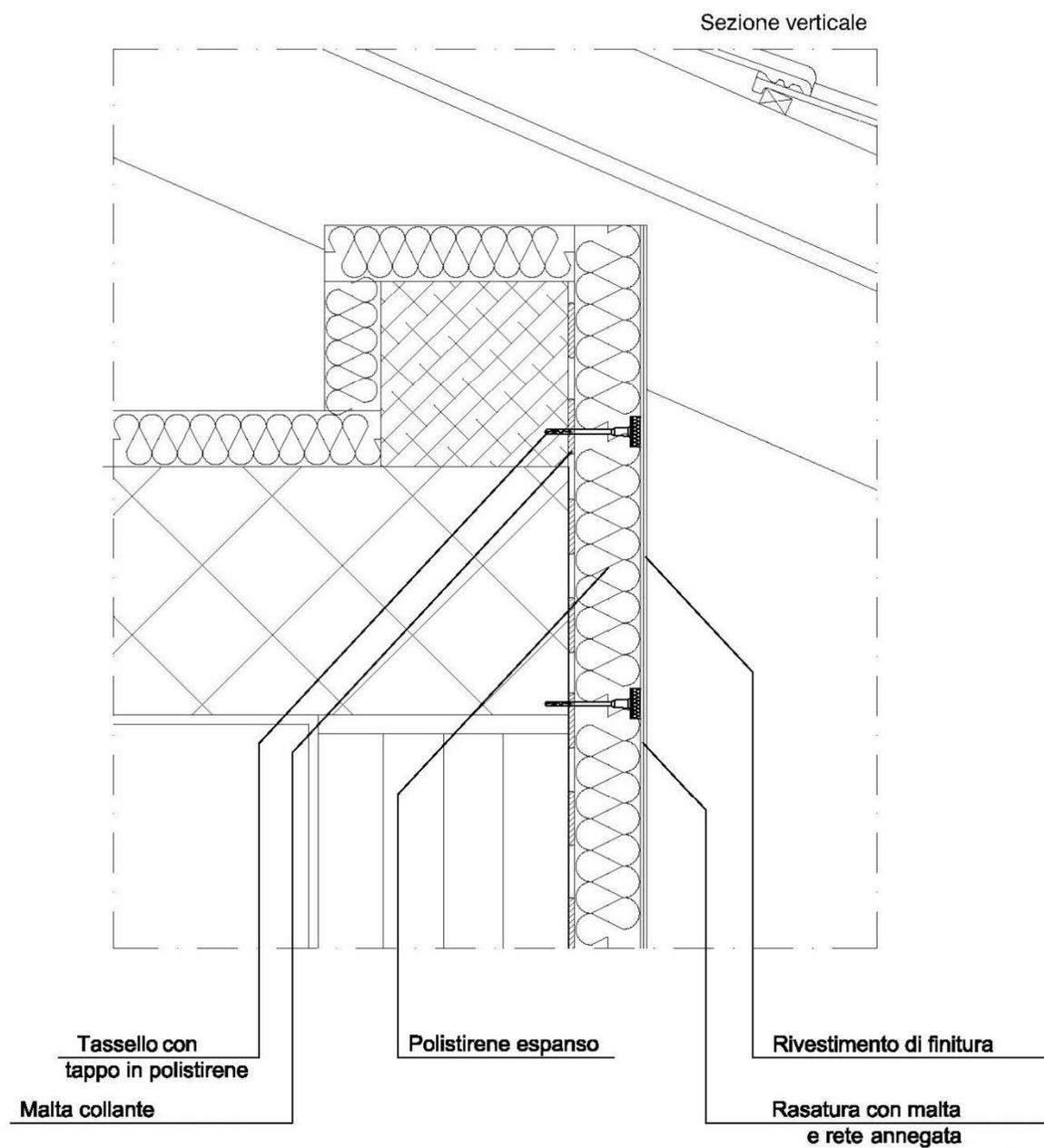




Cappotto in corrispondenza di balcone a taglio termico

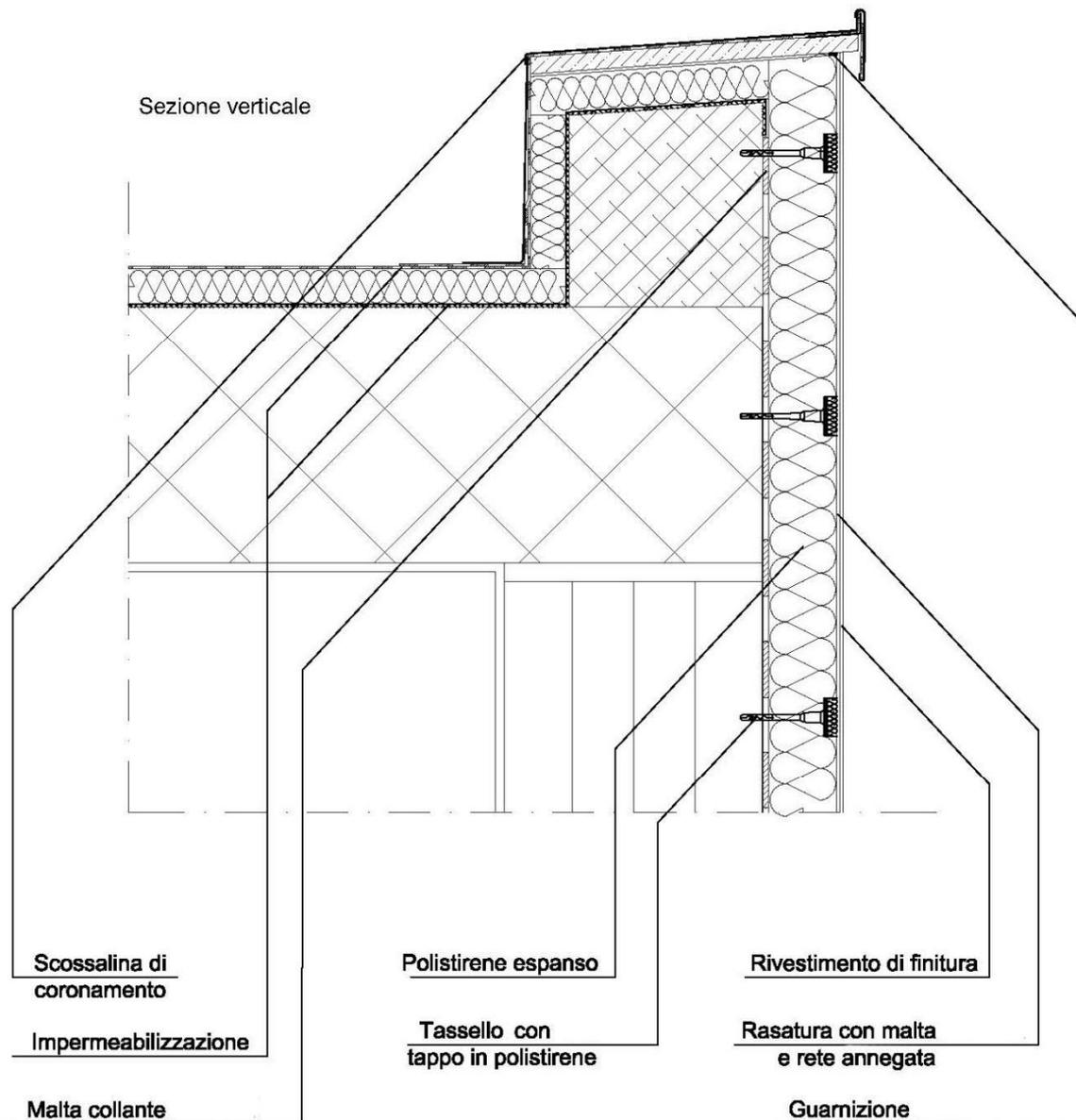


Raccordo cappotto con sottotetto freddo

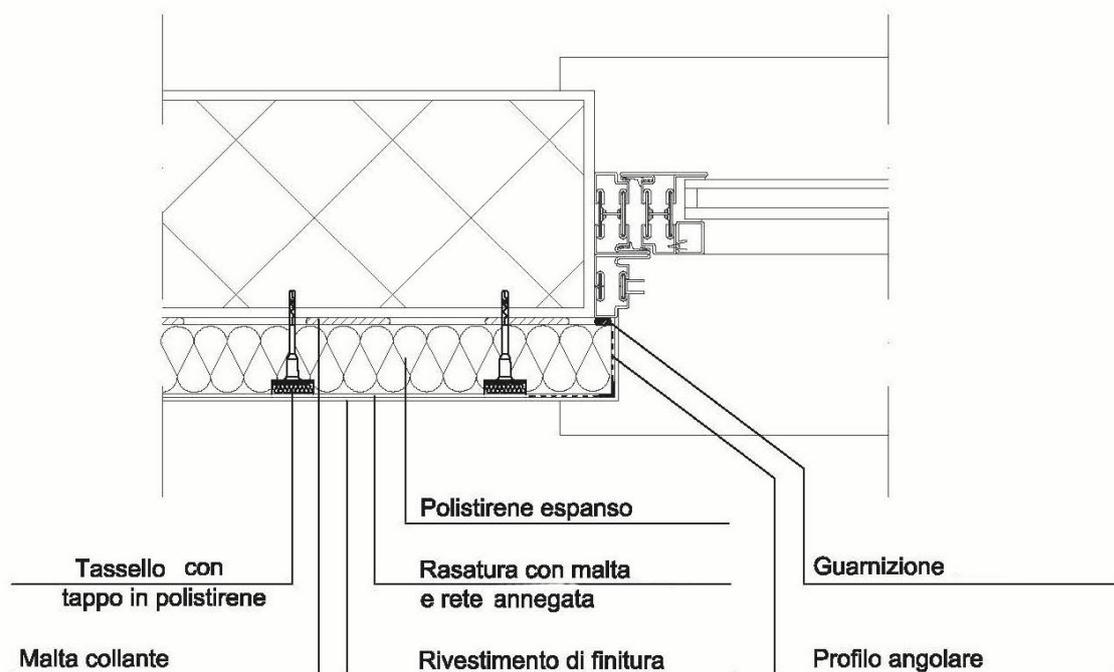
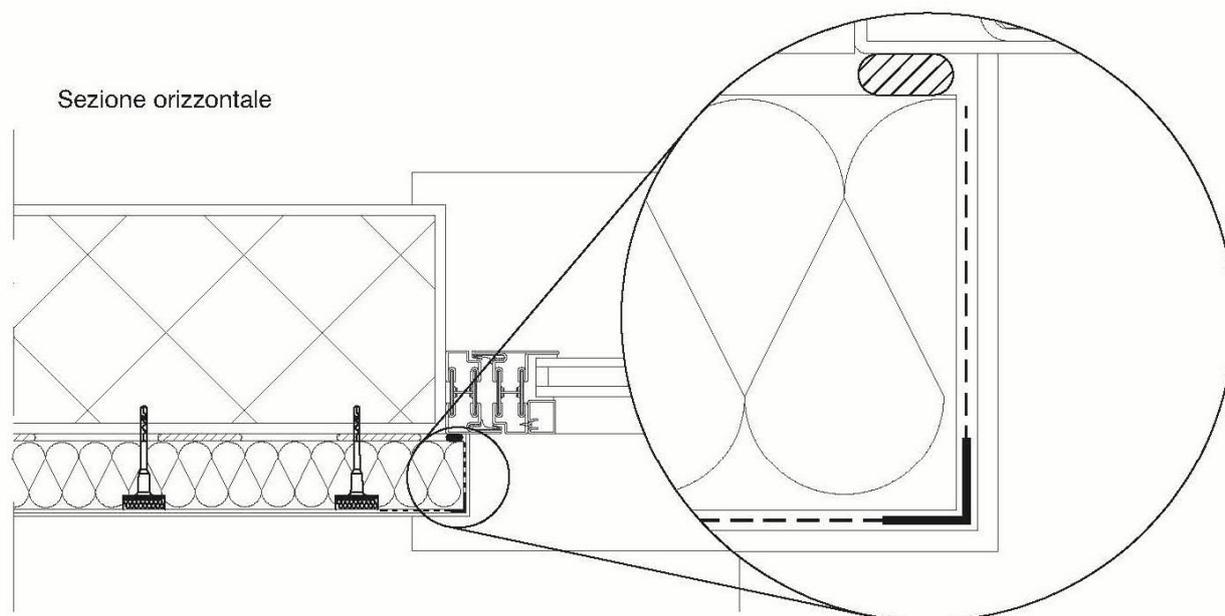




Cappotto su tetto piano

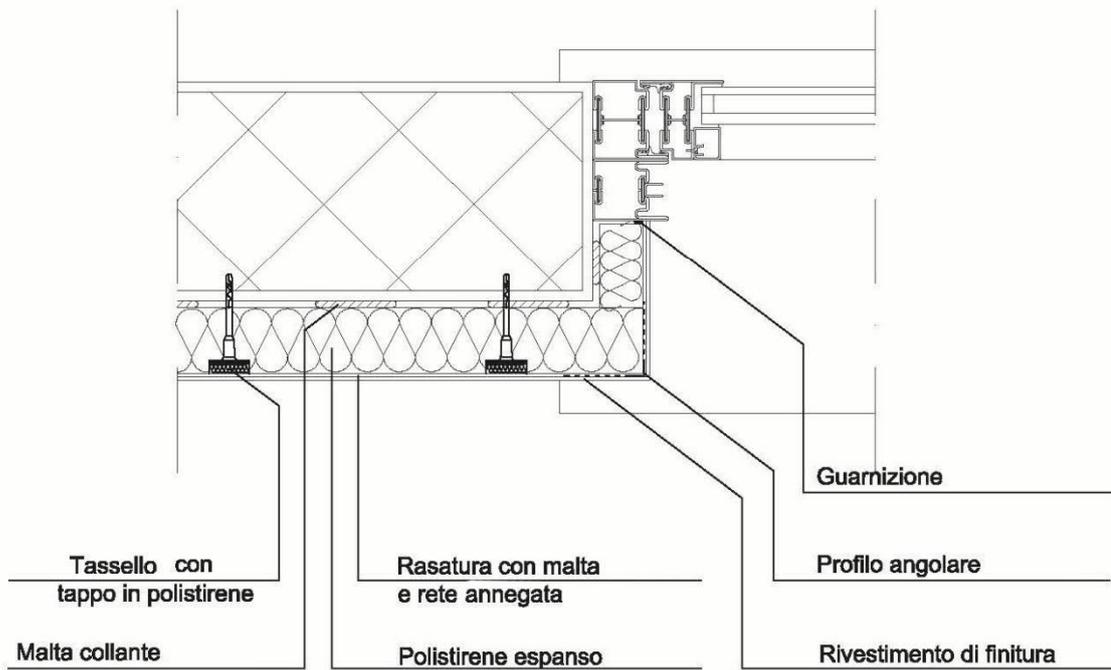
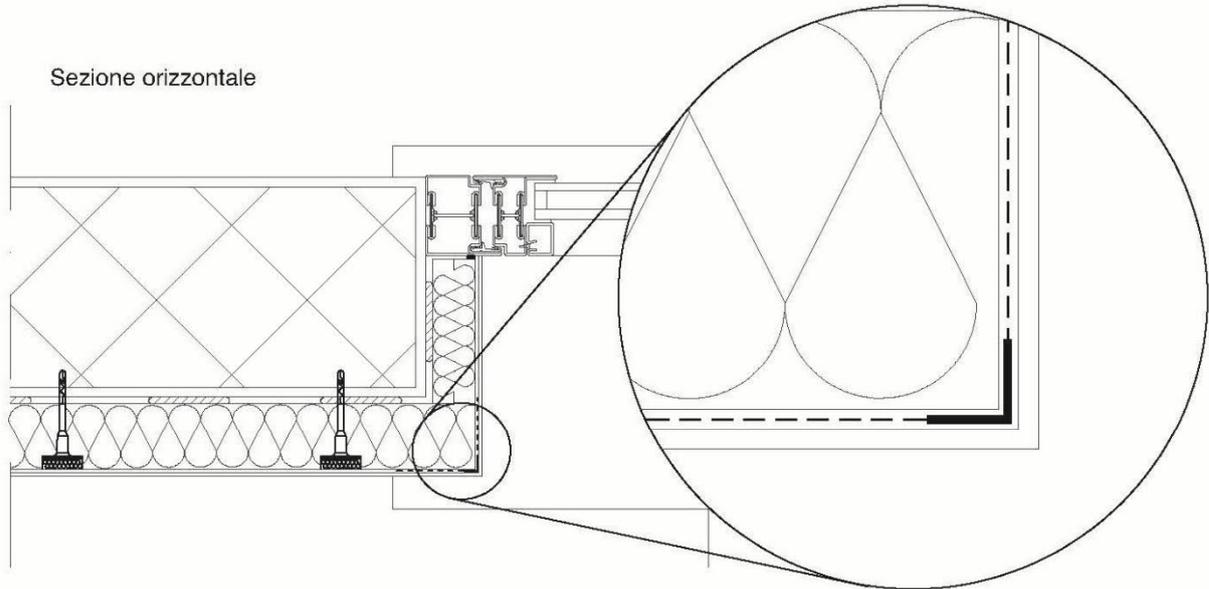


Spalla cappotto con serramento a filo esterno della muratura

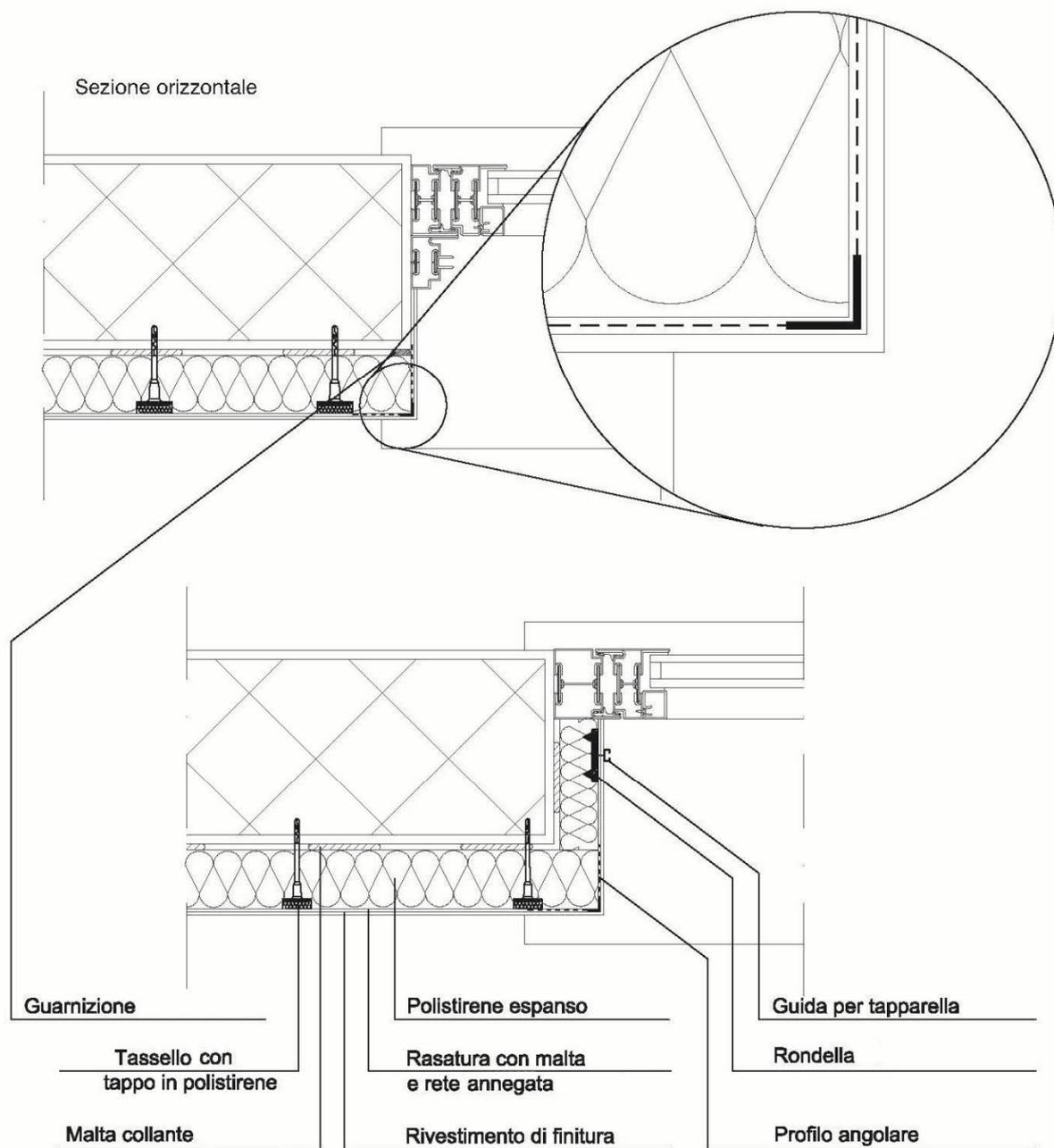




Spalla cappotto con serramento a filo interno della muratura

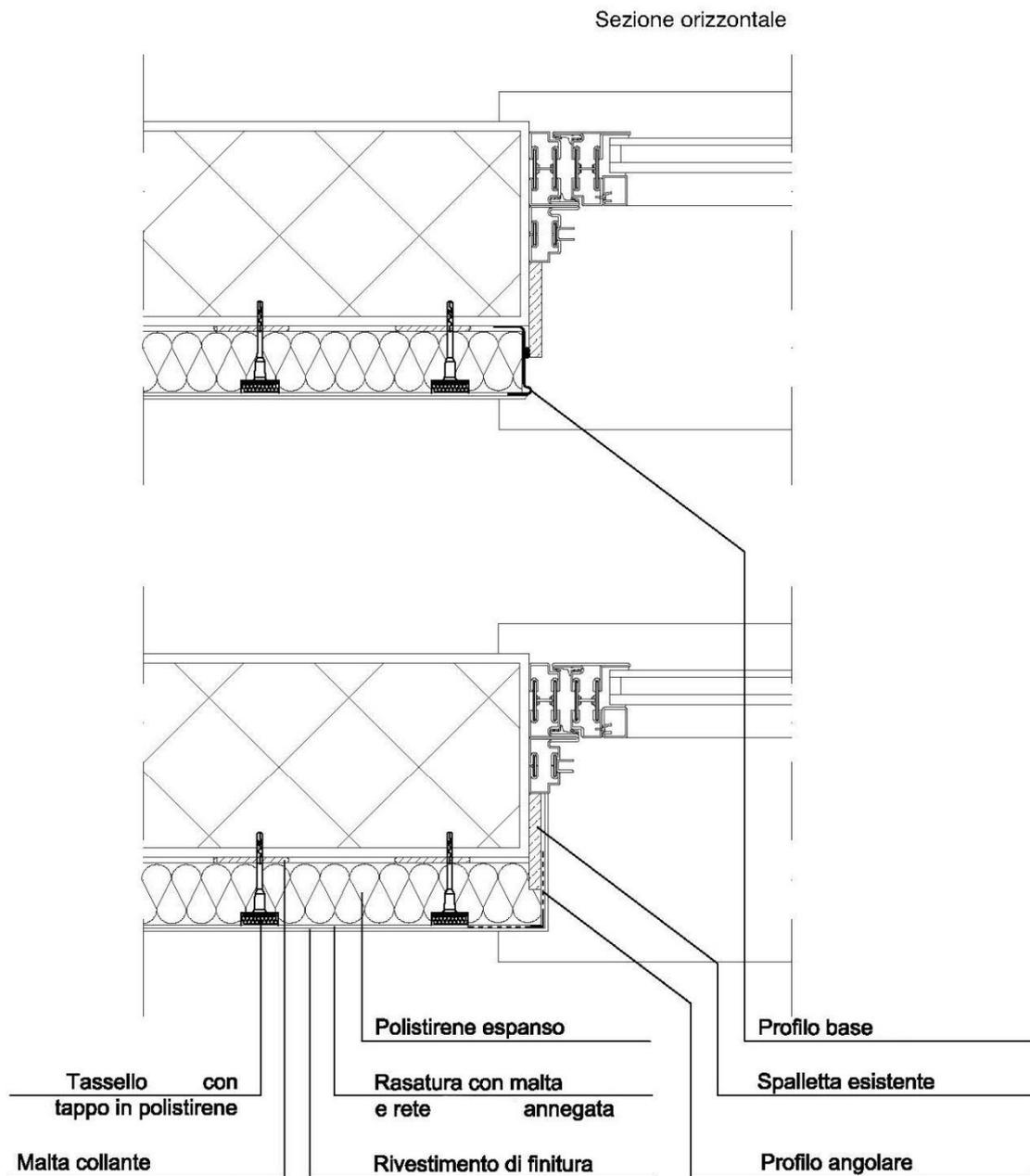


Spalla cappotto su serramento

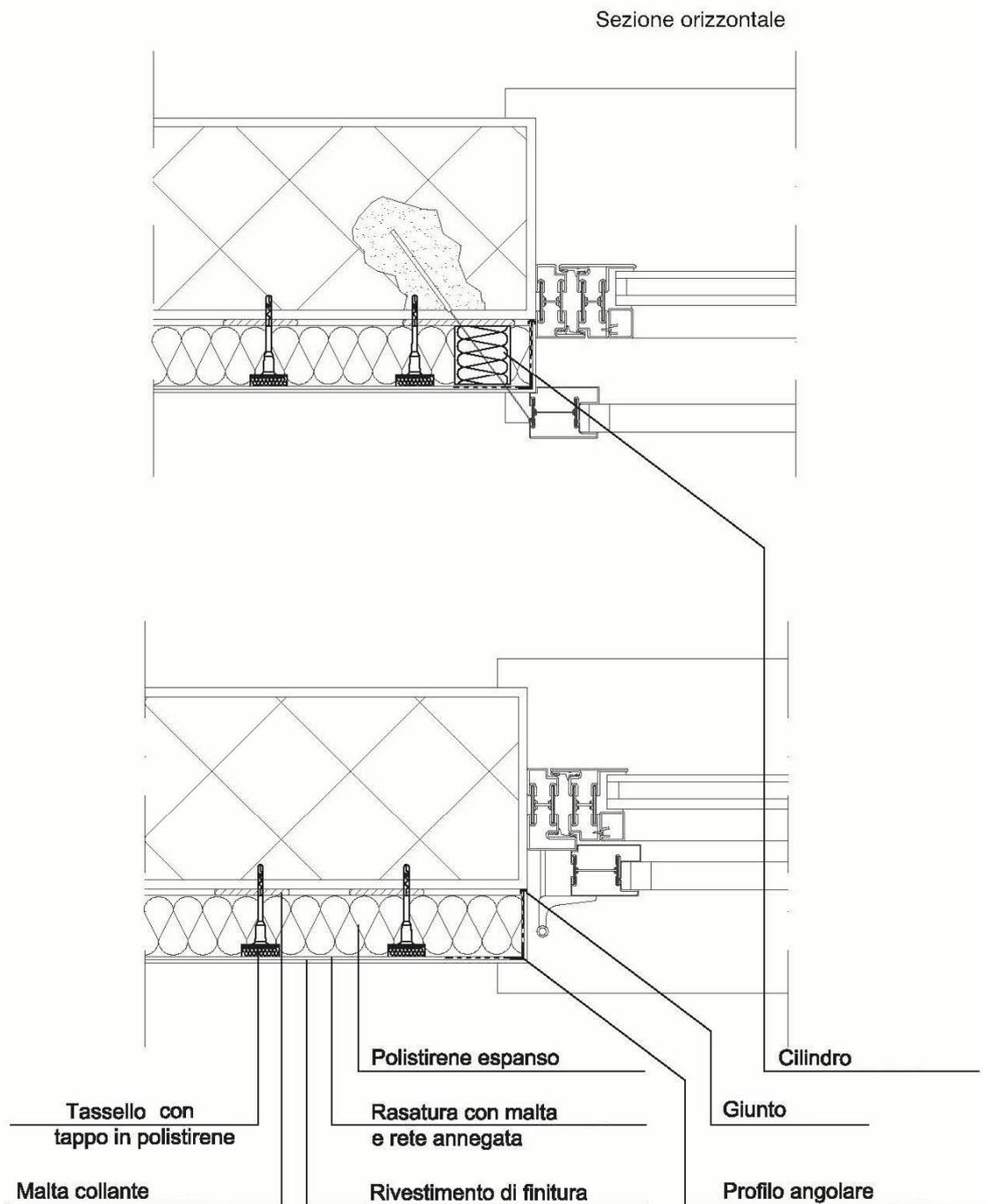




Spalla cappotto su serramento con spalletta esistente



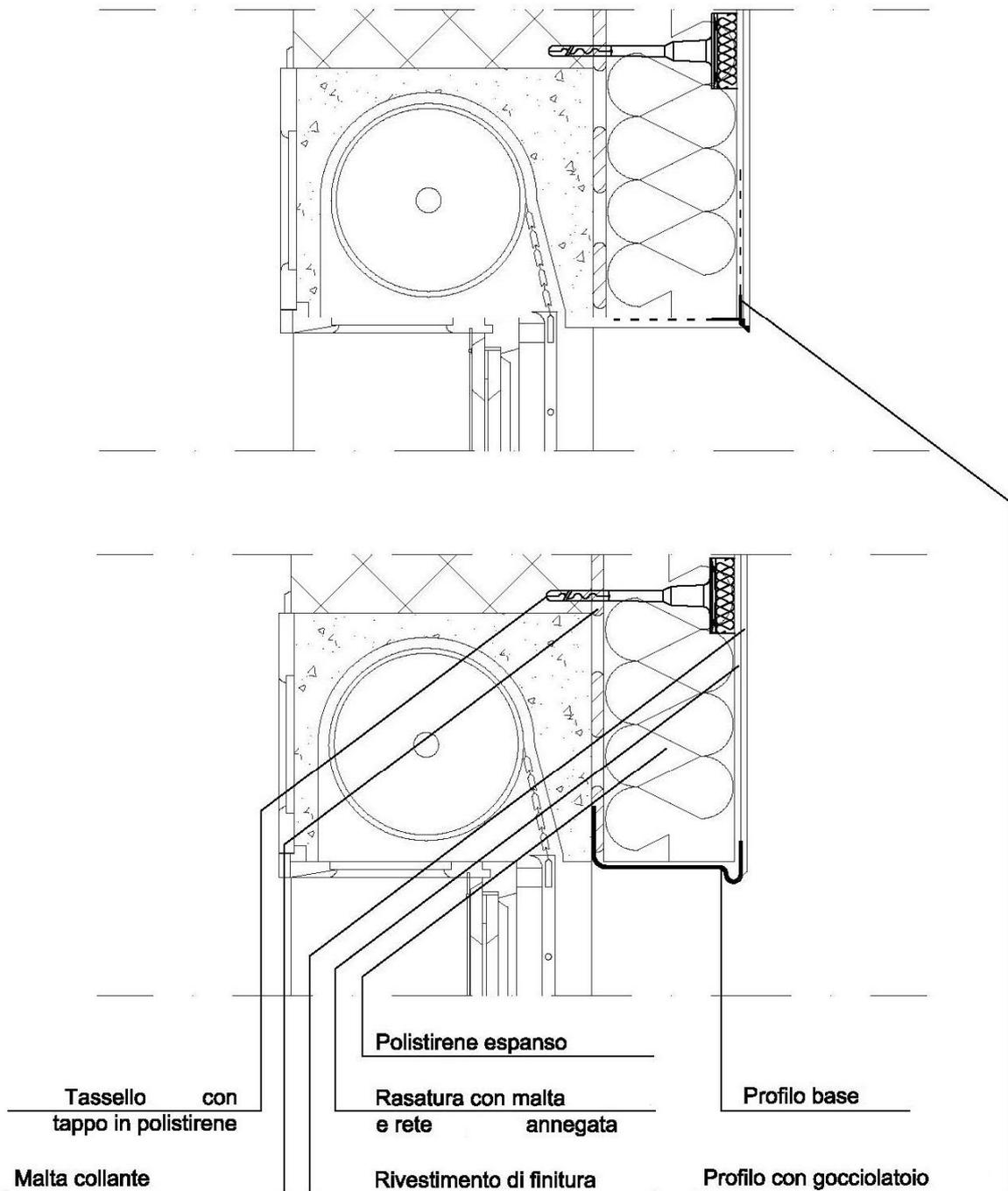
Spalla cappotto su serramento con persiana





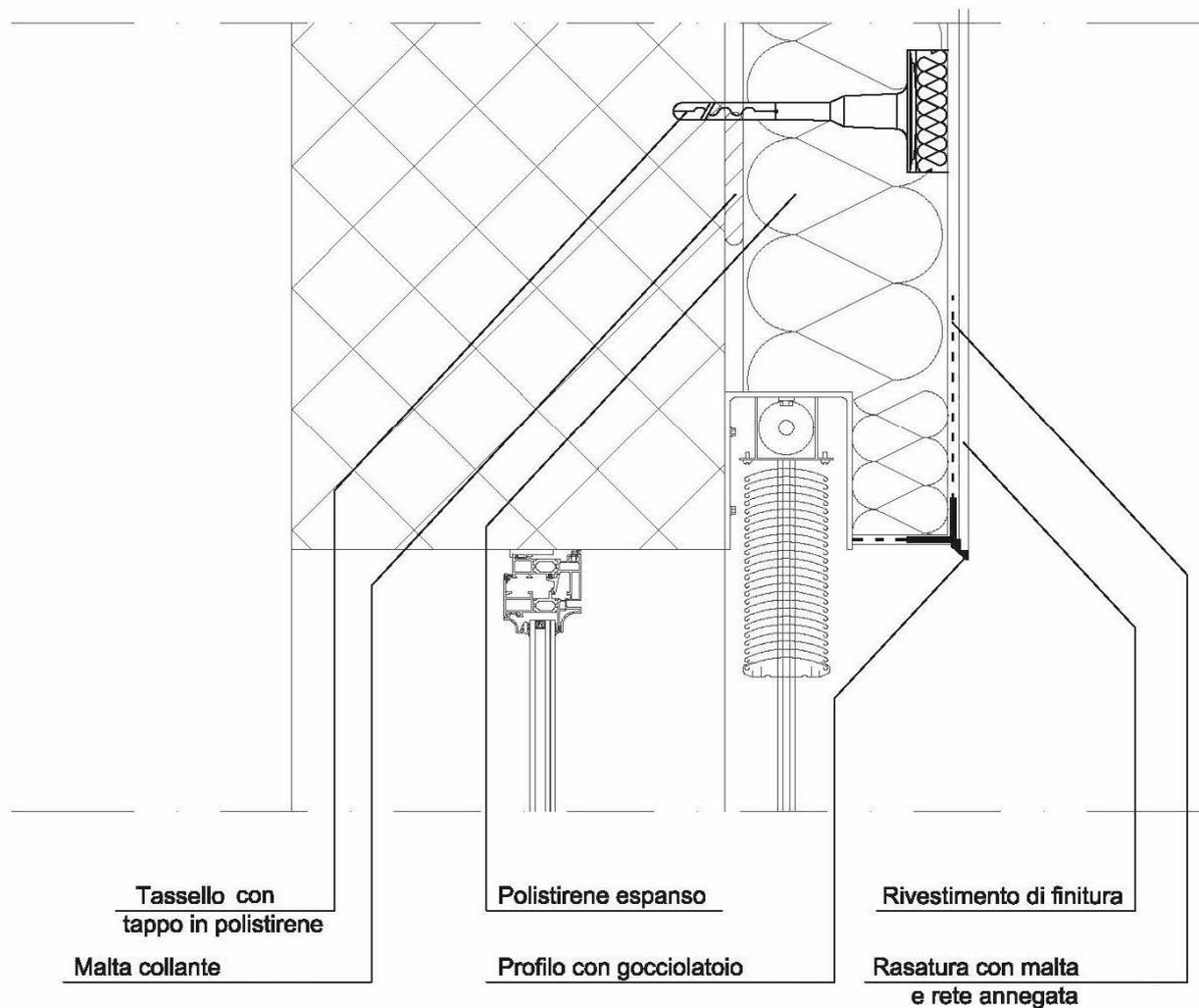
Cappotto su cassonetto non isolato

Sezione verticale



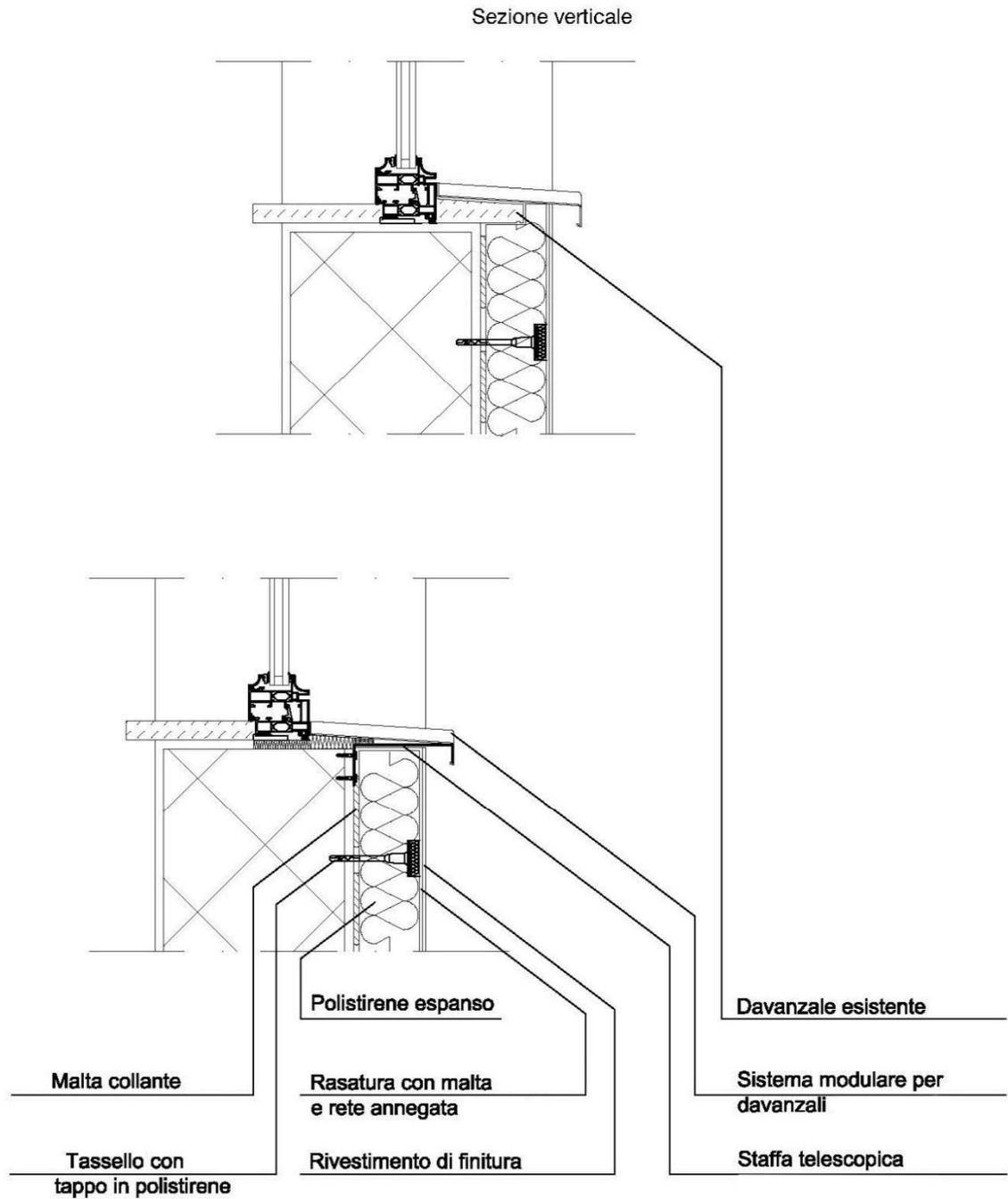
Cappotto su veneziana

Sezione verticale

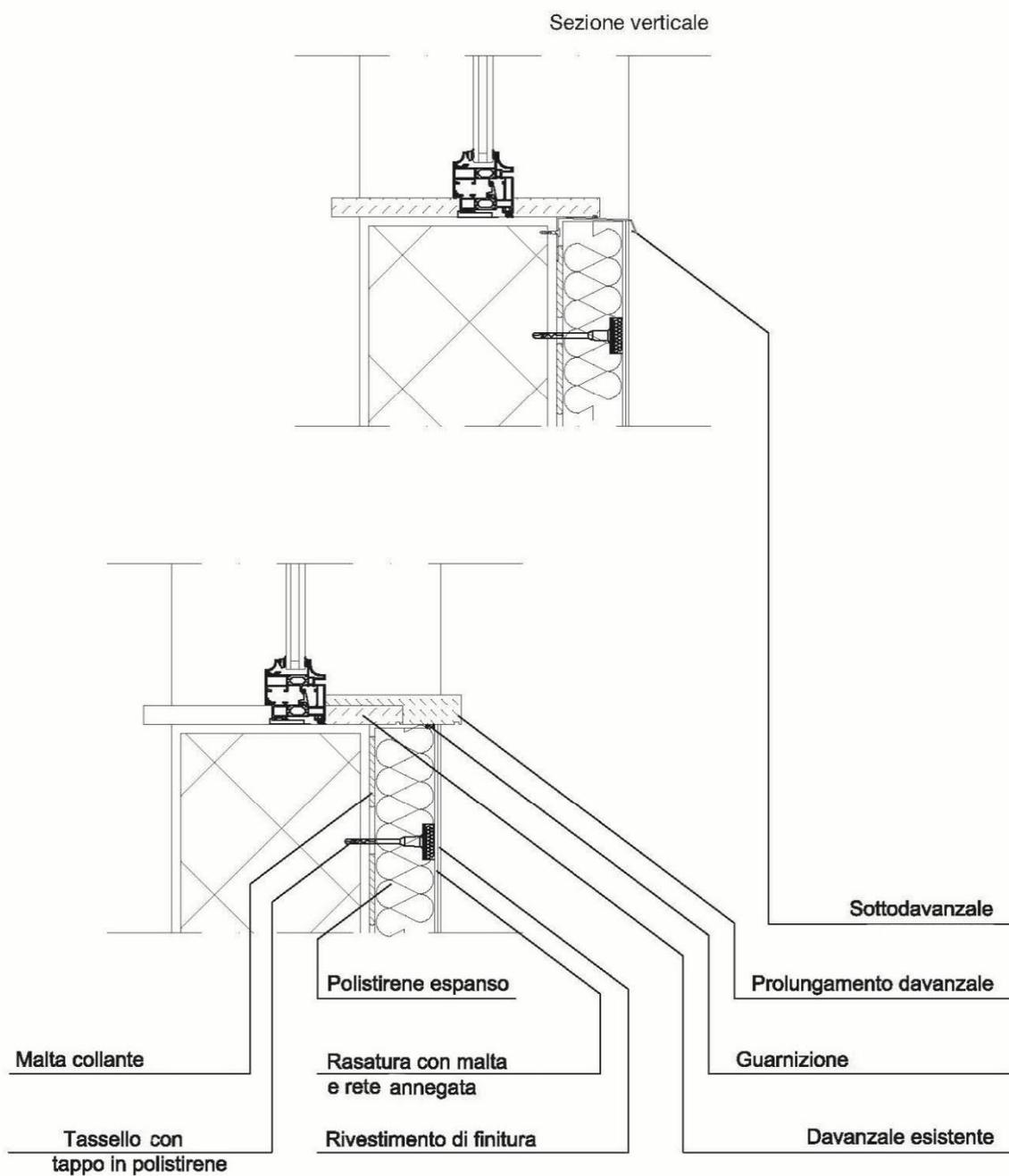




Raccordo con davanzale

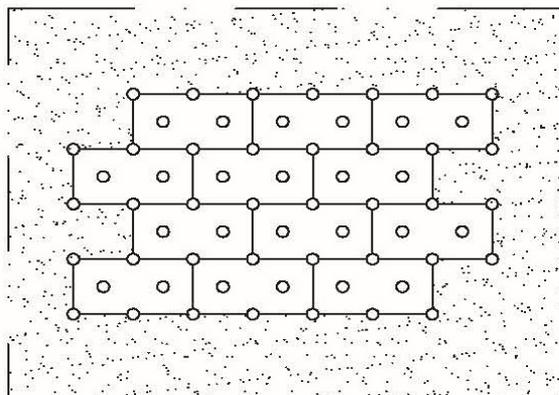
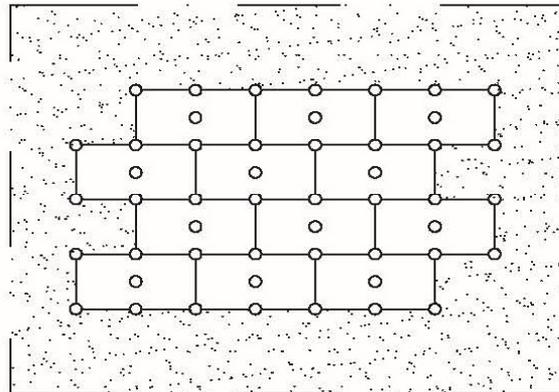
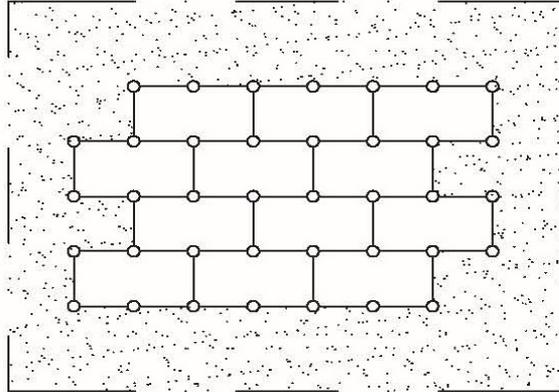


Cappotto con davanzale esistente

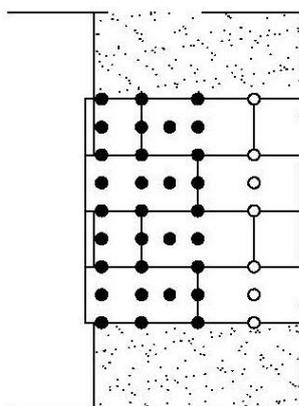
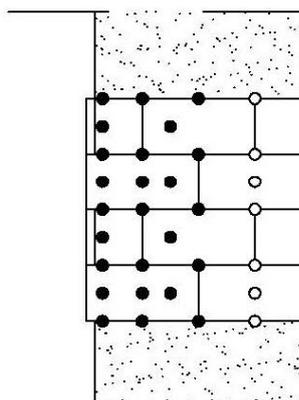
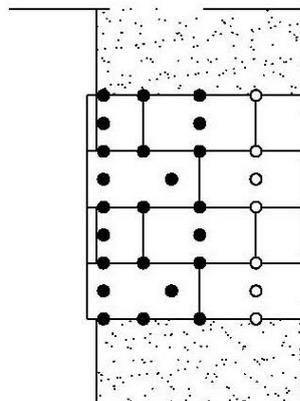




Tassellature per pannelli in EPS, sughero, lana di roccia a doppia densità

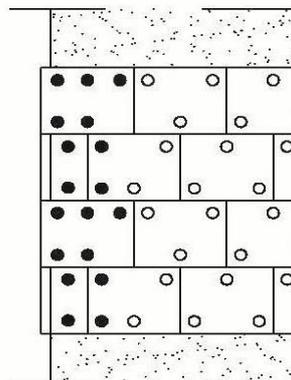
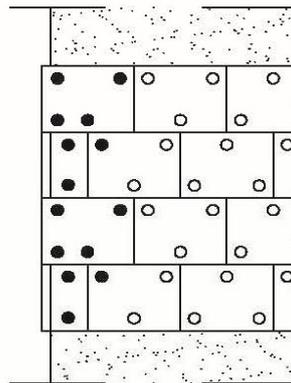
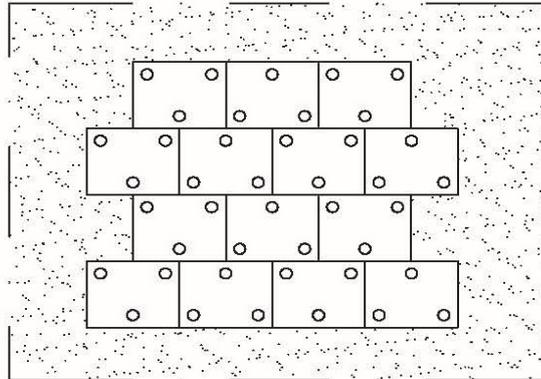


Tassellature per pannelli EPS, sughero lana di roccia a doppia densità (spigoli)

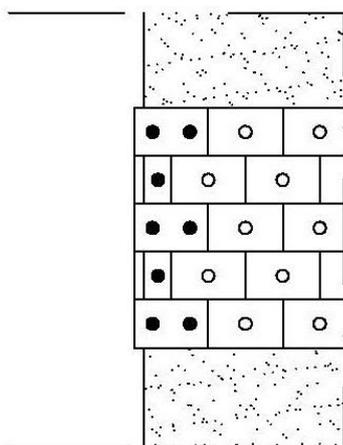
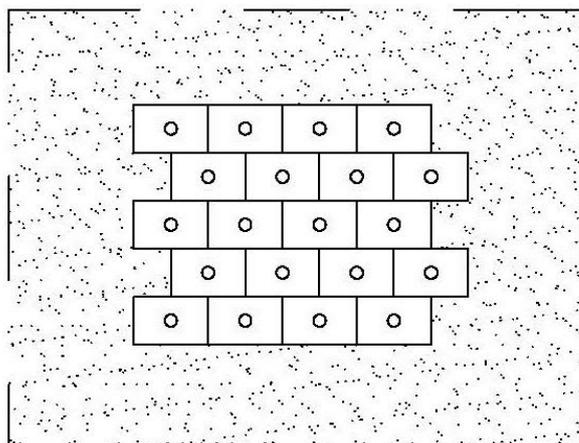




Tassellature per pannelli in lana di roccia

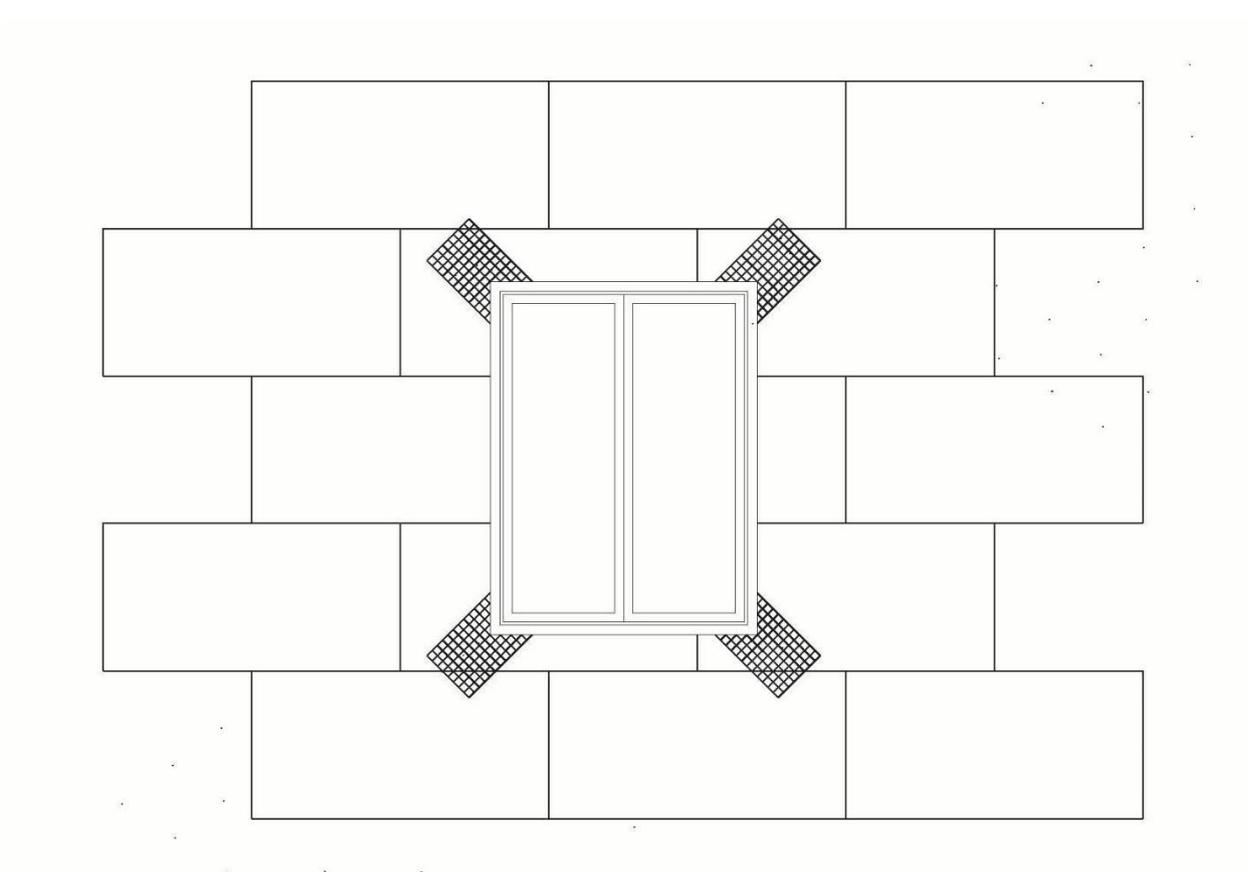


Tassellature per pannelli in idrati di silicati di calcio





Rinforzi in corrispondenza di aperture



Appendice C - TERMOGRAFIA APPLICATA ALLA DIAGNOSTICA

Sono molti i soggetti che hanno operato, nel rispetto delle proprie competenze, con lo scopo di sviscerare la problematica dell'indagine termografica sui cappotti ai fini della diagnostica e della verifica delle prestazioni del Sistema.

Caparol, insieme ad Flir Systems, ha prodotto i casi di studio di sistemi a cappotto da analizzare con indagini termografiche per mezzo di una campagna di misure che ha portato ad esempi positivi e negativi e rappresentativi delle diverse problematiche che si sono sviluppate nel corso degli anni.

L'obiettivo generale dello studio è stato quello di portare consapevolezza nel mondo edile, dalla produzione, alla progettazione, alla realizzazione e all'indagine IR, che il sistema a cappotto è un sistema da scegliere e posare con cura in accordo con le indicazioni del produttore del sistema. In questa sede si accenna solamente alla possibilità di utilizzare l'indagine termografica come mezzo per individuare le anomalie superficiali presenti su un caso di studio. In particolare, in relazione alla tipologia di posa del cappotto, è presumibile aspettarsi:

- la (termo) visione o meno dei tasselli,
- il riscontro della tecnica di posa dei tasselli con i suoi schemi (come per esempio la "tassellatura a T")
- l'assenza o presenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati dovuti a errori di posa.
- Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti

Da un'analisi dei termogrammi è possibile formulare alcune valutazioni sulla stato del sistema preso come oggetto di studio, in relazioni delle condizioni di esposizione:

- le pareti non soggette ad irraggiamento solare con esposizione nord e ovest e quindi con gradienti di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$ (sono raccomandate differenze di temperatura almeno di 15°C) non evidenziano la presenza dei tasselli (Fig. C1 e C2).



Fig. C1 – Cappotto posato correttamente

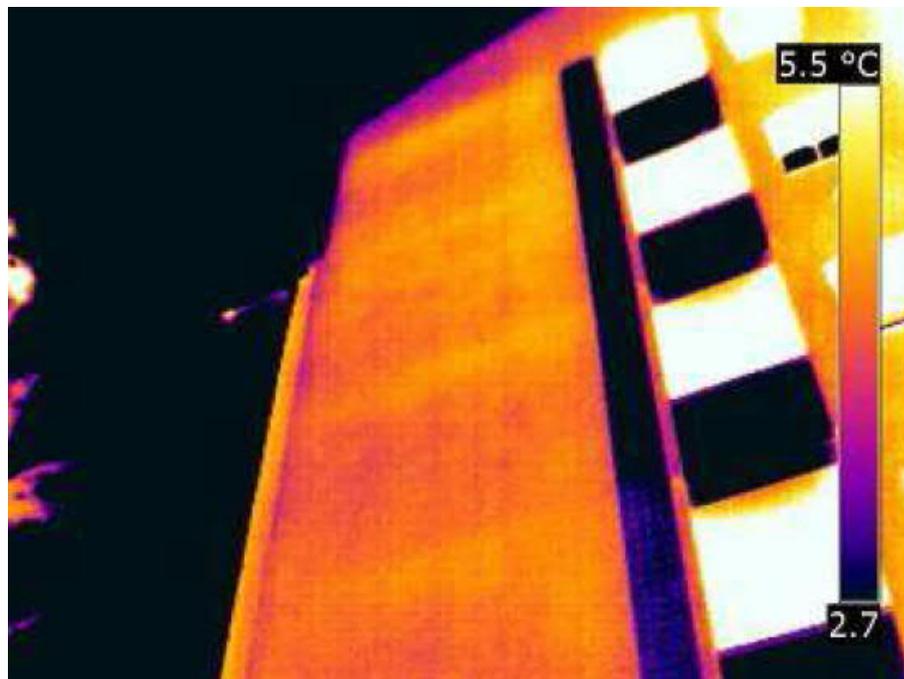


Fig. C2 – Cappotto posato correttamente

- in condizioni variabili ovvero di caricamento e scaricamento energetico della parete per effetto dell'irraggiamento solare (parete est e sud/est al mattino) la tassellatura appare evidente e indagabile (Fig. C3);
- in condizioni "stazionarie" di irraggiamento (il sole irradia in un lasso di tempo prolungato) i tasselli non sono termicamente visibili.

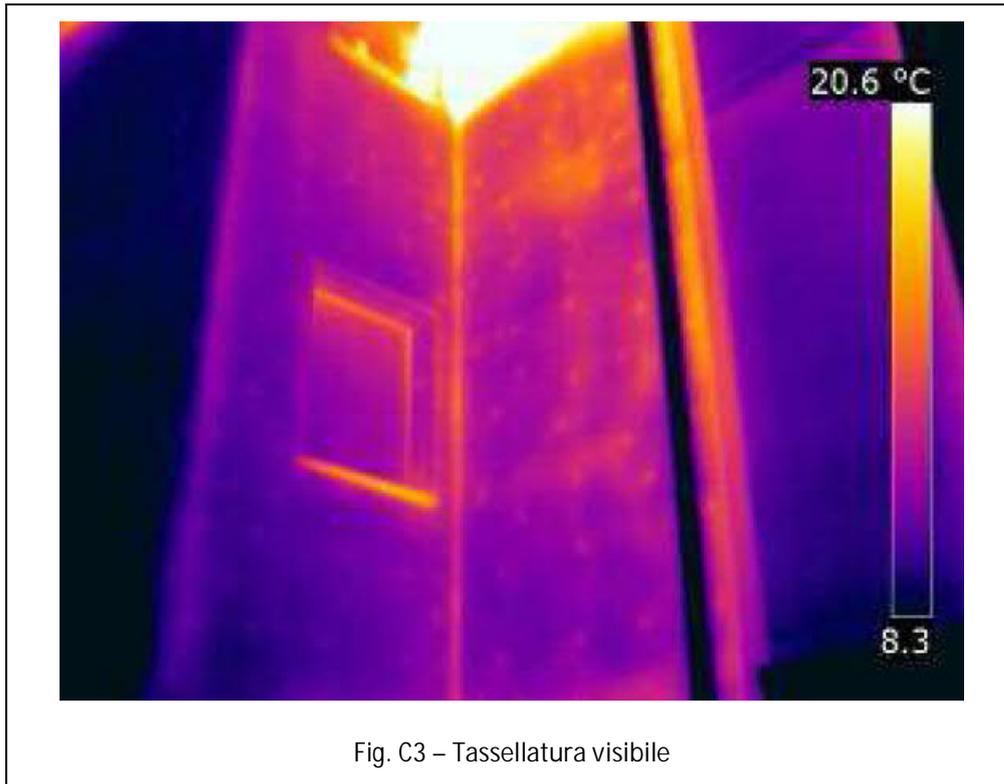


Fig. C3 – Tassellatura visibile

La visione dei tasselli è un'informazione estremamente preziosa poiché consente di valutare la qualità della posa dei pannelli. La collocazione dei tasselli può essere individuata e ricondotta o meno ad uno schema di posa in funzione del tipo di materiale del pannello.

Nella foto seguente (Fig. C4) è possibile individuare i tasselli che appaiono a una prima analisi disposti in maniera caotica (immagine a sx) mentre a seguito di un'analisi più approfondita è possibile individuare lo schema di posa T seguito dagli installatori (immagine a dx).

Lo schema di posa non è sempre di immediata lettura, per esempio a causa del riposizionamento dei tasselli mal fissati o dell'utilizzo di pannelli tagliati. E' necessario quindi che l'interpretazione delle immagini avvenga con il supporto di tecnici di cantiere che conoscano le problematiche che si sviluppano nella pratica della posa.

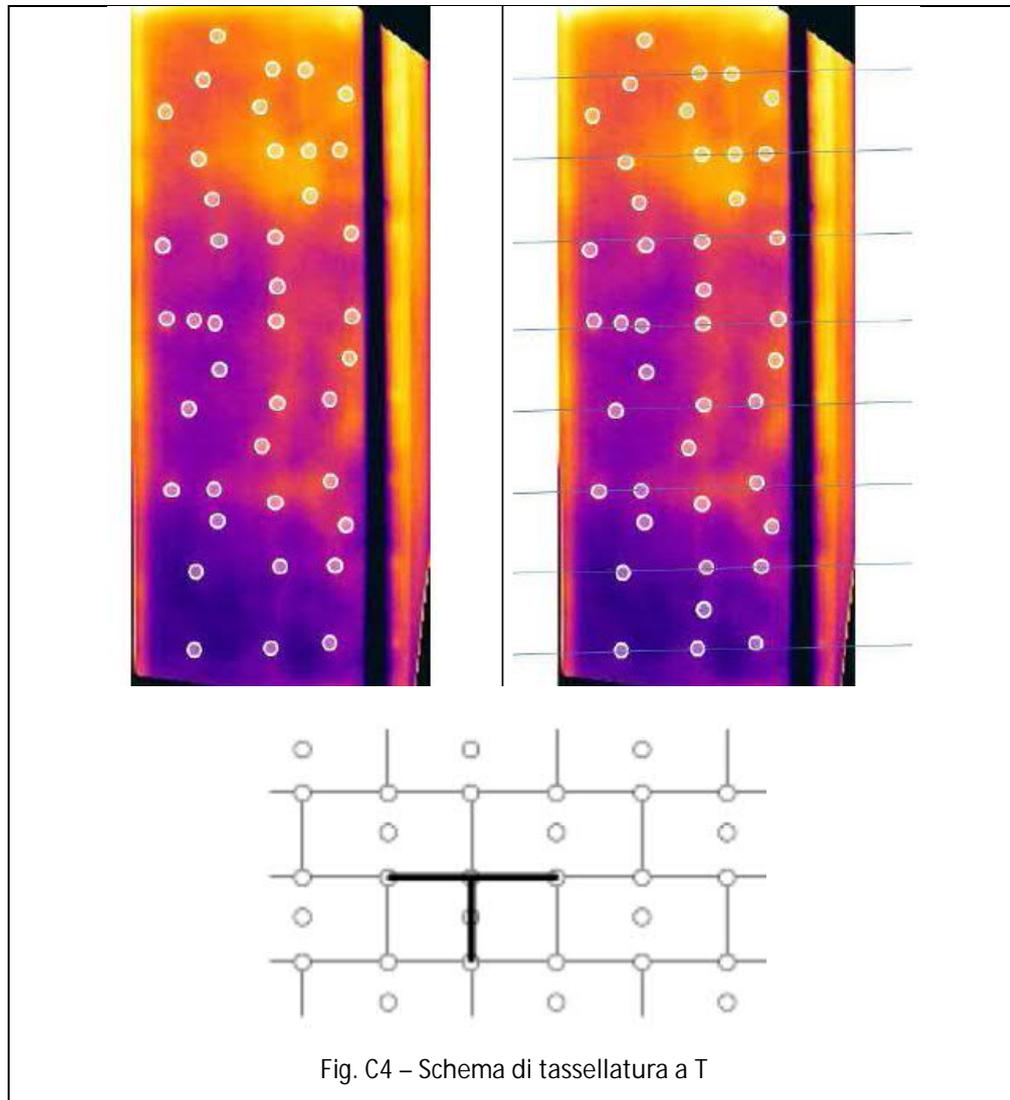
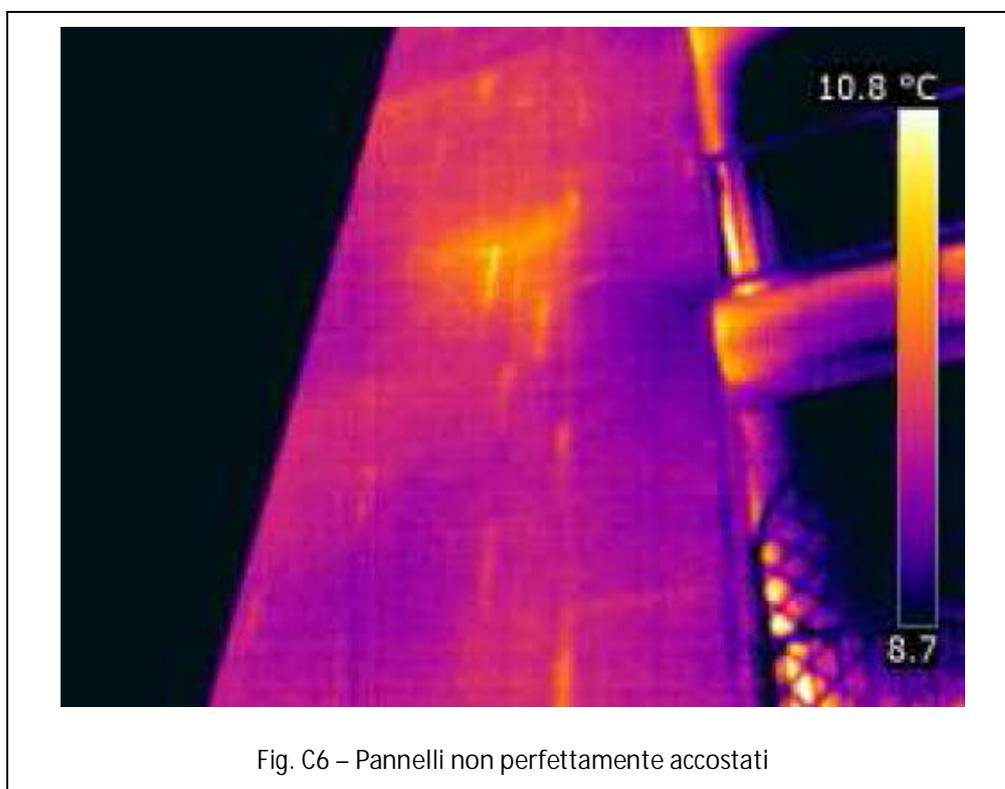
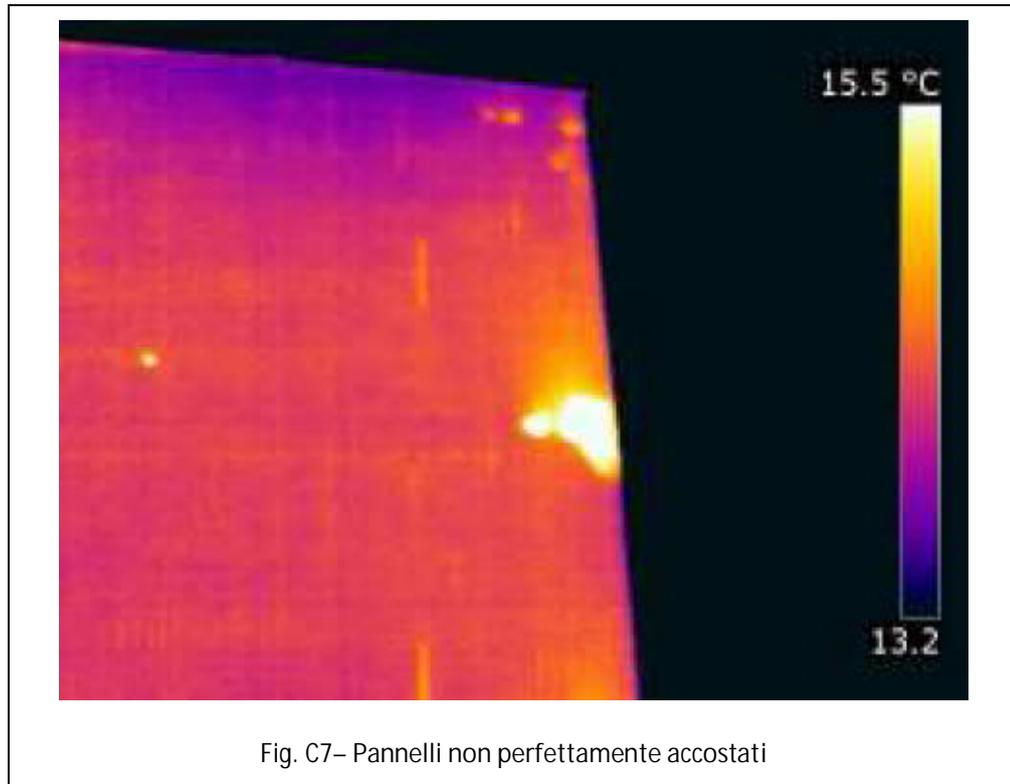


Fig. C4 – Schema di tassellatura a T

- per effetto del consistente irraggiamento solare possono emergere i sormonti della rete della rasatura esterna sopra il cappotto (Fig. C5)
- presenze di anomalie riconducibili a pannelli non perfettamente accostati in parete non oggetto di irraggiamento ma in fase di scaricamento (Fig. C6 e C7)





Appendice D - IL CONSORZIO CORTEXA

Generalità e visione

Il Consorzio Cortexa è un progetto associativo nato nel 2007 che riunisce le più importanti aziende specializzate nel settore dell'Isolamento Termico a Cappotto in Italia, aziende che hanno creduto nella forza di un percorso comune e che condividono la stessa filosofia di attenzione e priorità per la qualità del costruire, nel rispetto dell'ambiente.

Da oltre dodici anni i consorziati Cortexa condividono le conoscenze e la propria esperienza maturate da protagonisti nel settore del cappotto termico, sviluppando progetti e iniziative di informazione e formazione orientate a veicolare, diffondere e condividere la cultura dell'isolamento a cappotto e dell'edilizia di qualità.

Aderiscono al Consorzio Cortexa in qualità di soci le aziende: Alligator Italia, Baumit Italia, Boero, Caparol, Ivas, Licata, Mapei, Röfix, Saint-Gobain, Settef, Sigma Coatings, Sikkens, Sto Italia, Univer, Viero e Waler.

Aderiscono inoltre a Consorzio Cortexa come Main Partner le aziende: Alpac, BASF Italia con il marchio Neopor, Dosteba, Eni Versalis, EJOT, Isolconfort, Soprema e Stiferite.

Le associazioni AIPE, ANFIT, Anvides e FIVRA sono infine Partner Tecnici del Consorzio.

Consorzio Cortexa è inoltre socio fondatore di EAE Associazione Europea di Produttori di Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto. Rappresentanti di Cortexa sono membri del Comitato Tecnico e del Comitato Marketing Europei di EAE.

Il Consorzio Cortexa intende essere il punto di riferimento per tutti coloro che desiderano informarsi correttamente sui Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto, sulle azioni di efficientamento energetico in edilizia e sull'abitare sostenibile. In linea con questa visione, Cortexa investe costantemente nell'individuazione e diffusione delle migliori pratiche e conoscenze disponibili per l'efficienza energetica in edilizia, proponendo contenuti e corsi di formazione e stringendo alleanze con associazioni impegnate nella tutela dell'ambiente, dei consumatori e della diffusione di un'edilizia di qualità.

La missione della diffusione delle conoscenze sul cappotto di qualità

Il Manuale di Applicazione del Sistema di Isolamento Termico a Cappotto Cortexa è stato per



anni l'unico riferimento in Italia per la corretta posa e applicazione del cappotto termico. In questi anni il Consorzio ha investito importanti risorse nella formazione di progettisti e applicatori, arrivando a creare una community di oltre 30.000 professionisti che seguono regolarmente le attività del Consorzio.

Grazie ad una iniziativa di Cortexa, il 21 giugno 2018 sono state finalmente pubblicate due importantissime norme nazionali dedicate al Sistema di Isolamento Termico a Cappotto: la norma UNI/TR 11715:2018 e la norma UNI 11716:2018, relative rispettivamente alla progettazione e posa del Sistema a Cappotto e alla certificazione professionale degli applicatori di cappotto termico. Consorzio Cortexa è stato, infatti, sin dal principio, il promotore di tali norme allo scopo di diffondere sempre più capillarmente la cultura del Sistema a Cappotto di qualità, mettendo a disposizione la propria esperienza e i propri strumenti, in particolare il "Manuale di Applicazione del Sistema a Cappotto", che ha costituito a tutti gli effetti la base della norma UNI per la posa e la progettazione. Questo percorso ha permesso il passaggio da una procedura di carattere volontario, quali sono le indicazioni e prescrizioni contenute nel Manuale Cortexa, alla normazione da parte di un ente riconosciuto dallo Stato e dall'Unione Europea, quale organismo nazionale di normazione.

I soci del consorzio Cortexa

CAPAROL

Caparol, con un'esperienza nelle soluzioni per l'edilizia di oltre 120 anni, è un'azienda che propone un vasto assortimento di soluzioni tecnologiche per le facciate, vernici e pitture professionali per l'edilizia. Curiosa è l'origine del nome del brand, che deriva dall'acronimo di tre ingredienti base che costituivano, nel lontano 1928, il "legante" per miscelare i colori: caseina, paraffina ed oleina.

In Italia il brand inizia il suo cammino commerciale a Roma nel 1969. Nel 1976 il marchio inaugura la produzione a Gaggiano (Milano) a seguito del trasferimento di Caparol da Roma a Milano. Caparol cresce costantemente nei decenni successivi e nel 2001 inaugura la nuova sede di



Vermezzo (MI).

A partire dal 1° gennaio 2013 anche in Italia, come negli altri paesi in cui opera l'azienda, il brand Caparol viene impiegato come brand di prodotto mentre la filiale italiana viene chiamata DAW Italia GmbH & Co KG, storico nome dell'azienda, di cui Caparol Italia è una divisione.

Caparol opera con impegno nel settore dell'innovazione tecnologica applicata all'edilizia professionale, dando vita a prodotti e soluzioni capaci di garantire il massimo standard qualitativo e contribuendo così al risparmio energetico, alla salvaguardia dell'ambiente e al miglioramento del comfort abitativo.

L'azienda dispone di soluzioni d'intervento per ogni problematica muraria grazie ad una vasta gamma di prodotti che includono pitture, rivestimenti e finiture di elevata qualità, prodotti decorativi, cicli per l'isolamento termico a cappotto e per il risanamento murario, sistemi destinati al risanamento e alla protezione del cemento armato.

Tra la vasta gamma di soluzioni per l'isolamento a cappotto, il brand propone il sistema termoisolante esterno Capatect e i termoisolanti della gamma Dalmatiner.

Oltre a disporre di un'ampia offerta di soluzioni, il marchio presenta una gamma completa di servizi per supportare e facilitare il lavoro di imprese, progettisti e rivenditori.

I servizi offerti dall'azienda comprendono: l'assistenza in cantiere per applicatori e imprese edili, l'assistenza ai progettisti nelle varie fasi di sviluppo e realizzazione del progetto, la consulenza colore e lo sviluppo di interi piani colore, il supporto al rivenditore nella fidelizzazione del cliente. presso la sede di Vermezzo è dislocata Caparol Akademie, che offre formazione professionale specifica per il colore e il cappotto termico a progettisti, imprese e applicatori.

ALLIGATOR

Alligator è un marchio del Gruppo DAW, nasce nel 1959 in Germania e si configura oggi come uno dei produttori leader nel settore dei rivestimenti edili e dell'edilizia professionale.

Partendo dalla grande tradizione tedesca, il brand offre oggi anche in Italia una vasta gamma di soluzioni, accompagnati da servizi e supporto per l'applicatore professionale. Qualità ed individualità sono i punti di forza della proposta commerciale di Alligator. La media dimensione dell'azienda ed una cultura aziendale basata sulla responsabilità, fanno di

The logo for Alligator features the word "ALLIGATOR" in a bold, sans-serif font. Each letter is a different color: 'A' is green, 'L' is yellow, 'L' is orange, 'I' is red, 'G' is purple, 'A' is blue, 'T' is dark blue, 'O' is light blue, and 'R' is dark blue.



Alligator un interlocutore affidabile e presente, particolarmente apprezzato sia dalla distribuzione che dagli utilizzatori professionali.

Gli esordi nell'investimento in prodotti ecosostenibili e in una produzione ecologica sono datati 1996, anno in cui Alligator Italia si configura come prima azienda del settore a ricevere i certificati ISO 9001 e 14001 per la gestione di qualità e la gestione ecologica.

Il brand Alligator Italia si rivolge in maniera specifica al target degli utilizzatori professionali del mondo dell'edilizia, con prodotti di elevata qualità. Oltre ad una gamma completa di cicli applicativi per la facciata, Alligator propone una vasta scelta di differenti sistemi di isolamento termico a cappotto con il marchio Allfatherm, oltre a fondi e fissativi, smalti, finiture per interni ed esterni, prodotti decorativi e soluzioni vernicianti specifiche per la protezione del legno.

Da sempre Alligator Italia si caratterizza per consulenza competente e ottimo servizio.

Alla commercializzazione dei prodotti si affianca una grande attenzione per il cliente, finalizzata a comprenderne le esigenze e trasformarle in soluzioni. Una squadra tecnica dedicata garantisce al cliente assistenza tecnica e progettuale così come attività di formazione sul corretto impiego delle soluzioni e dei cicli Alligator

BAUMIT

Baumit nasce nel 1988 dalla collaborazione di due aziende austriache leader nel mercato dei materiali da costruzione: la Wopfinger Baustoffe e il gruppo Wieterdorfer. Dal 2002 il marchio è presente in Italia grazie alla costituzione della filiale Baumit Italia SpA con sede a San



Vito al Tagliamento (PN). Nel 2008 viene aperta un'unità locale quale centro di distribuzione per il Nord Ovest con una filiale a San Pietro Mosezzo (NO) e nel 2010, per incrementare la presenza del marchio sul territorio, nasce a Serravalle (RSM) la nuova realtà per il Centro-Sud Italia: Baumit San Marino Srl.

Da sempre Baumit si impegna nello sviluppo di prodotti di alta qualità che sappiano rispondere alle sempre maggiori esigenze del Sistema Casa. La gamma di prodotti è molto vasta e spazia dalle finiture e pitture, ai sistemi di isolamento termico a cappotto ai componenti del sistema a cappotto stesso, dai prodotti di risanamento e restauro agli intonaci.

I sistemi e le singole soluzioni del brand, consentono e garantiscono un'eccellente qualità e

durabilità, aiutando una corretta e precisa messa in opera, oltre a fornire sempre la più appropriata soluzione alle necessità e alle problematiche oggettive.

Baumit produce e commercializza da oltre due decenni prodotti specifici e all'avanguardia per i Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto. La continua ricerca, unita ad un forte spirito innovativo, ha contribuito alla nascita di una nuova generazione di prodotti termoisolanti, adatti alle diverse tipologie di sottofondi, tutti certificati ETA e dotati di marcatura CE di sistema che uniscono benessere naturale, traspirabilità, risparmio energetico ed eco sostenibilità.

Alla qualità dei prodotti si affianca un'ampia varietà di servizi per il cliente, dall'assistenza progettuale a quella tecnica, da workshop di formazione ed aggiornamento a tutto ciò possa contribuire alla realizzazione della costruzione a regola d'arte.

La gestione rapida e puntuale di ciascun servizio garantisce al marchio un ottimo livello di soddisfazione della clientela.

BOERO

Fondata a Genova nel 1831 e quotata in Borsa Italiana dal 1982, Boero Bartolomeo S.p.A. è una holding industriale che formula, produce e distribuisce prodotti vernicianti per tre settori strategici: edilizia, yatching e navale. Leader italiana all'interno del mercato



dei prodotti vernicianti, Boero è punto di riferimento per architetti e professionisti del colore. Oltre 185 anni di storia, costruiti sulla valorizzazione del fattore umano e su un principio guida: superare il concetto di azienda-prodotto, proponendosi come impresa che sviluppa le proprie strategie attraverso la ricerca, l'innovazione scientifica, la produzione di qualità, la distribuzione, l'assistenza professionale e l'estrema attenzione all'utilizzatore finale e all'ambiente.

La filosofia di sviluppo Boero da sempre si fonda sul rispetto e la salvaguardia dell'ambiente e sull'armonia con il territorio di riferimento. L'attenzione al ridotto impatto ambientale caratterizza infatti le diverse fasi del ciclo produttivo e distribuivo, dalla scelta delle materie prime alla lavorazione, dal trasporto al recupero e allo smaltimento.

Ampiezza, profondità di gamma ed elevata riconoscibilità del marchio contraddistinguono l'offerta dell'azienda. Il costante impiego di investimenti e risorse nella ricerca e sviluppo rende innovative le sue soluzioni per l'edilizia professionale.



I MECCANISMI DI ALTERAZIONE E LA DURATA DEI SISTEMI A CAPPOTTO

La proposta prodotto, oltre a vantare le classiche finiture per interni, gli smalti, le vernici per il legno e i prodotti decorativi, esprime al meglio la propria qualità con le linee di prodotti fotocatalitici e autopulenti e attraverso il sistema d'isolamento termico a cappotto Boerotherm. La gamma Boerotherm è un'ottima soluzione alla sempre più sentita esigenza di efficienza energetica e comfort degli edifici, sia per quanto riguarda la stagione estiva che quella invernale.

La qualità è obiettivo primario di Boero. Da qui la decisione di dotarsi di Sistema di Gestione Integrato certificato ISO 9001, ISO 14001 E OHSAS 18001, che permette di garantire determinati standard qualitativi nelle diverse fasi dei cicli di Ricerca, Produzione e Commercializzazione dei prodotti. Lo scopo è quello di perpetuare il miglioramento dell'organizzazione e dell'efficacia dell'azienda, per assicurare al cliente un servizio di massimo livello.

Ai professionisti dell'edilizia Boero propone una assistenza tecnica, progettuale e di cantiere completa, oltre a corsi di formazione specifici per la corretta progettazione e posa delle proprie soluzioni.

IVAS

Ivas nasce nel 1953, evolvendo velocemente da piccola impresa artigiana in azienda strutturata e specializzata nella produzione di pitture e vernici. Nel 1971 Ivas compie un passo importante, diventando ufficialmente Ivas Industria Vernici S.p.A. Il cambio di secolo segna un'ul-



teriore svolta: nel 1999 l'azienda riunisce tutte le sue società in nucleo centrale coordinato e nasce così Gruppo Ivas, con l'intento di ridefinire confini e contenuti nelle finiture in edilizia. Un moderno laboratorio formula e collauda costantemente prodotti vernicianti e cicli innovativi, con una particolare attenzione all'impatto ambientale.

IVAS è oggi una realtà di livello internazionale che opera da oltre mezzo secolo nell'ambito delle finiture edilizie, offrendo prodotti, soluzioni, sistemi, tecnologie integrate ideali per soddisfare le più complesse necessità progettuali e costruttive. Il desiderio di riuscire ad aggiungere valore all'edilizia è il concetto guida che ha portato il Gruppo a conquistare una posizione di rilievo nel mercato delle costruzioni.

Ivas, grazie all'esperienza acquisita nel campo delle finiture edilizie, propone una vasta gamma di prodotti apprezzati e diffusi in tutto il mondo. L'attenzione costante al tema innovazione è

ciò che ha permesso all'azienda di precorrere i tempi e creare prodotti e soluzioni tecnologiche a basso impatto ambientale, promuovendo così la cultura del risparmio energetico.

Tra la vasta gamma di prodotti, Ivas propone TERMOK8®, il sistema di isolamento termico a cappotto, risanamento e qualificazione energetica grazie al quale si distingue a livello nazionale. TERMOK8® è la soluzione ideale per ottemperare alle disposizioni in materia di efficienza energetica, assicurando tutti i vantaggi di un rivestimento a cappotto di qualità in sede di costruzione e manutenzione.

La filosofia aziendale del Gruppo Ivas si focalizza su un semplice concetto: l'alta qualità come punto di riferimento. Per questo motivo, allo sviluppo di prodotti di alta gamma si affianca una serie di servizi pensati per il cliente, tra cui spiccano i corsi di formazione tecnica e pratica, l'assistenza tecnica e la consulenza progettuale e di cantiere.

LICATA

Gli esordi di Licata risalgono alla fine degli anni '60, in Svizzera, paese in cui il fondatore dell'azienda matura esperienza nel settore dei rivestimenti in pasta e in polvere e dei sistemi di isolamento termico a cappotto. Sulla scia dell'esperienza svizzera, gli anni '80 vedono lo sviluppo in Italia, più precisamente nell'entroterra siciliano, della Licata+Greutol, realtà che con il tempo si afferma grazie alla qualità dei suoi prodotti. L'inizio del nuovo secolo segna il punto di partenza di un percorso che ha come minimo comune denominatore l'innovazione, grazie alla nascita di Licata S.p.A..



Nel 2008 viene inaugurato lo stabilimento di Pognano, in provincia di Bergamo, e diversi punti vendita e società in Europa.

Per la realizzazione di prodotti che rispettino i criteri di qualità aziendale, Licata opera una scelta accurata delle materie prime, unita all'utilizzo di tecnologie all'avanguardia. Enti di certificazione nazionale ed europea vengono infatti chiamati in scena per l'ultimo importantissimo atto: la certificazione della qualità del prodotto secondo le più recenti normative in materia, garantendo così al cliente affidabilità e credibilità del marchio.

Nell'ambito dell'isolamento, il brand propone il sistema a cappotto termico LicataTherm, una



gamma completa di soluzioni create appositamente per assicurare all'utente finale tutti i vantaggi legati efficienza energetica e al comfort abitativo.

Forte del passato ma con lo sguardo sempre puntato verso l'innovazione, la filosofia aziendale di Licata è: costruire, ricostruire, recuperare.

L'azienda opera con impegno costante in ricerca e sviluppo, investendo in tecnologie innovative e in personale sempre aggiornato e specializzato. I laboratori del marchio elaborano infatti soluzioni al passo con i tempi e che rispondono all'esigenza, sempre più impellente, di scelte sostenibili che sappiano integrare funzionalità e risparmio economico/energetico alla tutela dell'ambiente. L'utilizzo da parte del marchio di impianti all'avanguardia assicura rapidità ed efficienza all'intera filiera produttiva.

MAPEI

Fondata nel 1937 da Rodolfo Squinzi a Milano, dove ha tuttora il quartier generale, Mapei è oggi uno tra i maggiori produttori mondiali di prodotti chimici per l'edilizia e ha contribuito alla realizzazione di alcune tra le più importanti opere



architettoniche e infrastrutturali a livello globale. Mapei sviluppa, produce e distribuisce prodotti e soluzioni per l'edilizia in grado di rispondere a qualsiasi tipo di necessità del mondo delle costruzioni, dal residenziale alle grandi opere infrastrutturali, dalle più moderne strutture architettoniche agli interventi di ripristino.

A questo ampio livello di specializzazione si aggiunge una strategia di internazionalizzazione che consente al Gruppo di essere vicino alle esigenze locali, con sedi produttive e commerciali, e un'intensa attività di Ricerca & Sviluppo, realizzata nei 31 laboratori in tutto il mondo e in collaborazione con le Università e gli Istituti di Ricerca scientifica e industriale.

Mapei è presente sul mercato dell'edilizia con un'offerta completa composta da 20 linee di prodotto che intervengono in tutti gli ambiti, dalla posa di ceramica a quella dei resilianti, dagli additivi per calcestruzzo ai sistemi di isolamento termico e acustico, dalle soluzioni per il rinforzo strutturale a quelle per il recupero fino ad arrivare ai prodotti per nicchie di mercato quali gli additivi di macinazione per le cementerie, i sistemi per le gallerie e le opere in sotterraneo, le soluzioni per l'industria navale.

Mapetherm è il Sistema a Cappotto a marchio Mapei ed è frutto di un attento studio di tutte le componenti tipiche del cappotto e delle variabili che influiscono sulle sue performance. Si distingue infatti per l'attenzione posta sulla prestazione dell'adesivo, il componente chiave che rende il sistema efficace e duraturo nel tempo e in cui Mapei vanta un'esperienza mondiale.

Nella convinzione che la sostenibilità sia non solo una responsabilità condivisa ma un asset fondamentale per l'azienda, i prodotti e le soluzioni Mapei sono formulati con materiali che salvaguardano l'ambiente e la salute degli applicatori e degli utilizzatori e sono sviluppati per ridurre i consumi energetici.

Mapei mette a disposizione dei propri clienti un servizio di assistenza tecnica continua e qualificata, per garantire il corretto supporto dalle fasi preliminari del progetto, fino alla fase di realizzazione in cantiere. Per garantire un'assistenza accurata a progettisti e professionisti della posa, Mapei dispone di uno staff tecnico distribuito in maniera capillare sul territorio, con 15 specialisti di linea dedicati alle finiture murali e ai Sistemi di Isolamento Termico a Cappotto, che possono inoltre contare sulle competenze sinergiche della rete di specialisti per le altre linee di prodotto a marchio Mapei.

Da sempre la formazione in presenza è una priorità dell'azienda, che attraverso Mapei Academy effettua oltre 500 corsi l'anno in Italia, presso le proprie sedi o in strutture sul territorio. Mapei propone infine corsi di formazione online rivolti ai professionisti.

RÖFIX

Nata in Austria nel 1888, oggi Röfix è un gruppo industriale internazionale leader nello sviluppo di materiali e tecnologie edilizie di qualità, in grado di offrire un assortimento completo di prodotti che soddisfano anche i più severi requisiti tecnici, ecologici ed economici per applicatori e clienti professionali nel settore dell'edilizia. L'azienda è presente in Italia con 6 sedi: la sede centrale di Parcines, nelle vicinanze di Merano, e gli stabilimenti di Fontanafredda (PN), Prevalle (BS), Comabbio (VA), Villanova Mondovì (CN) e Oricola (AQ).



Röfix propone un ampio assortimento di prodotti e sistemi di qualità collaudata: dai sistemi di intonaco classici ai sistemi di isolamento termico a cappotto, ai prodotti per il risanamento ed il restauro (con un'attenzione costante per la bioedilizia), ai calcestruzzi ed ai massetti o alle



pitture moderne.

Nella progettazione di facciate termoisolate, entrano in gioco alcuni fattori determinanti da tenere in considerazione al fine di ottenere risultati sia in termini di risparmio economico ed energetico che di comfort: i sistemi di isolamento a cappotto marchiati Röfix vengono studiati per garantirli entrambi.

L'innata sensibilità nei confronti dell'ambiente e del risparmio energetico in edilizia ha portato l'azienda ad ottenere, nel 2007, il riconoscimento ufficiale CasaClima. "Coniugare un comportamento ecologico con una mentalità economica" è l'obiettivo comune che unisce l'agenzia CasaClima ai suoi partner certificati: Röfix è l'unica azienda produttrice di sistemi di isolamento termico a cappotto che ha ottenuto il certificato CasaClima, superando i più severi controlli.

La qualità è uno dei principali obiettivi di Röfix e per questa ragione nel corso degli anni, oltre alla creazione di una vasta gamma di soluzioni e tecnologie per l'edilizia, ha sviluppato un forte orientamento al cliente, proponendo servizi di assistenza tecnica, progettuale e di formazione specifici per applicatori, architetti, imprese di costruzione e clienti finali.

SAINT-GOBAIN

Saint-Gobain progetta, produce e distribuisce materiali per la sicurezza e il comfort abitativo, che si trovano in tutti gli spazi di vita: edifici, trasporti, infrastrutture e molte applicazioni industriali.

Grazie a soluzioni pensate per costruire edifici più efficienti dal punto di vista energetico e ridurre consumi ed emissioni inquinanti, si propone come polo tecnologico di riferimento nel settore della costruzione sostenibile e punto di riferimento globale nell'utilizzo efficiente delle risorse naturali.

L'ampia offerta di Saint-Gobain comprende materiali prodotti per il 90% in Italia, tra i quali vetro piano, sistemi a secco e intonaci a base gesso, isolanti termo-acustici e impermeabilizzanti, sistemi a base premiscelati per varie applicazioni – ad esempio soluzioni per la facciata e cappotto –, intonaci e rasanti, pitture, impermeabilizzanti, massetti, colle.

Il Gruppo, nato nel 1665, è presente oggi in 70 Paesi con circa 170.000 dipendenti e un fatturato 2019 di 42,6 Mld€.

Saint-Gobain Italia offre diverse soluzioni per l'isolamento termico di coperture, solai e



pavimenti rivolti verso ambienti freddi, oltre alla più nota soluzione per le facciate degli edifici: ETICS, più comunemente conosciuto come "Sistema a Cappotto", che consiste nell'installazione di pannelli isolanti, seguendo una precisa stratigrafia ed impiegando specifici prodotti con una adeguata posa.

Dell'ampia gamma studiata per ogni esigenza e tipologia di intervento, webertherm robusto universal rappresenta un eccellente esempio. Oltre ai più comuni vantaggi che un cappotto offre – riduzione della dispersione termica dell'involucro dall'interno verso l'esterno per tutto l'arco dell'anno; eliminazione dei ponti termici, che impedisce la formazione di condensa e muffe sulle pareti interne, rendendo gli ambienti più salubri; migliore prestazione energetica dell'immobile e relativa valorizzazione – questo sistema consente l'applicazione di ogni tipo di rivestimento in facciata: dalla più semplice pittura, fino all'installazione di elementi pesanti, quali materiali lapidei naturali o ricostruiti, e ceramiche di grandi formati.

Webertherm robusto universal è abbinabile a diversi materiali isolanti, tutti conformi ai CAM – Criteri Ambientali Minimi – e di conseguenza ai requisiti richiesti dal Superbonus 110%.

A seconda della scelta dell'isolante, si possono ottenere ulteriori prestazioni. Un cenno particolare al pannello in lana di vetro Isover Klima34 G3, composto da oltre il 75% di materiale riciclato, che conferisce al sistema un eccellente isolamento termo-acustico, un'elevata traspirabilità ed il migliore comportamento in caso di incendio.

Tra i vari servizi proposti da Saint-Gobain Italia rientra un'ampia e specifica offerta di attività di formazione in aula e online.

Saint-Gobain Academy vanta un ampio elenco di corsi di formazione e aggiornamento professionale, pensati e realizzati appositamente per chi progetta e chi costruisce. Saint-Gobain garantisce inoltre una assistenza progettuale e di cantiere completa.

SETTEF

Settef viene fondata nel 1957 da sette fratelli imprenditori del nord-est italiano, che vengono ricordati dal marchio aziendale. Negli anni '70 il brand inizia a svilupparsi in tutto il segmento del mercato professionale dell'edilizia, con una gamma completa e di alta qualità.



Acquisisce popolarità specialmente grazie al sistema certificato Thermophon, sistema di



I MECCANISMI DI ALTERAZIONE E LA DURATA DEI SISTEMI A CAPPOTTO

isolamento termico a cappotto, da applicare alle facciate di edifici nuovi o esistenti per garantire l'efficienza energetica e il massimo comfort abitativo.

Oggi Settef è un marchio di Cromology Italia, società del Gruppo Cromology, azienda leader di mercato in Italia nel settore delle soluzioni vernicianti.

In oltre 60 anni di storia Settef è cresciuta e con essa le sue competenze, fino ad arrivare a distinguersi come uno dei principali player nel mondo dei prodotti per l'edilizia professionale, proponendo una vasta gamma di soluzioni nell'ambito dei sistemi di isolamento a cappotto, prodotti per il risanamento e l'efficientamento energetico, soluzioni tecniche, pitture e rivestimenti per la facciata e finiture per interni.

Fiore all'occhiello dell'isolamento termico a marchio Settef è Thermophon, la gamma di cappotti termici che risponde a esigenze di isolamento termico estivo e invernale. I sistemi di isolamento termico a cappotto Thermophon vengono proposti con un'ampia varietà di materiali isolanti: pannelli in EPS, lana di roccia, poliuretano espanso, sughero e fibra di legno. Settef propone inoltre sistemi specifici per l'isolamento di case in legno e per il raddoppio del cappotto, necessario nei casi in cui si desidera ottenere un'efficienza energetica maggiore o nei casi in cui l'edificio non rispetti più i requisiti energetici richiesti dalla normativa vigente.

Settef si impegna costantemente per garantire la massima qualità sia a livello di soluzioni che di servizi.

Grazie all'appartenenza al Gruppo Cromology, l'azienda è in grado di offrire una costante innovazione di prodotto così come un ampio ventaglio di servizi dedicati ai propri partner commerciali, ad applicatori, imprese e progettisti. Tra questi rientrano la consulenza progettuale e di cantiere, l'attività di formazione sia in aula che online.

SIGMA COATINGS

Le origini di Sigma Coatings risalgono al 1722, anno di fondazione della prima attività di produzione di pitture per l'edilizia nei Paesi Bassi. Presente sul mercato italiano fin dagli anni '50, il marchio si dedica con impegno al mondo dell'edilizia professionale e opera

con una gamma completa di prodotti specifici per differenti categorie: dalle finiture per facciate alle pitture murali, dal cappotto termico agli smalti ai prodotti per il legno.



Con il trascorrere del tempo l'azienda ha acquisito sempre maggior rilevanza, fino a diventare un marchio internazionale, simbolo riconosciuto di qualità in tutto il mondo.

Sigma Coatings oggi è un marchio di PPG Industries, gruppo multinazionale americano che opera nei settori delle pitture, del vetro e dei prodotti chimici. Le sinergie del gruppo permettono di creare una vera catena del valore: risorse umane e finanziarie, materie prime, ricerca e sviluppo, produzione e logistica integrata, rete di distributori, servizi e assistenza tecnica.

Sigma Coatings propone una vasta gamma di prodotti, tutti all'avanguardia nella loro categoria. Dalle finiture per facciate antinquinamento e autopulenti, alle pitture murali per interni immunizzanti a basso impatto ambientale, dagli smalti particolarmente versatili, ai prodotti per legno, fino ai sistemi di isolamento termico a cappotto.

La gamma di soluzioni per l'isolamento termico degli edifici prende il nome di Sigmalsol: sistemi di rivestimento a cappotto disponibili in diverse varianti, attraverso una gamma di soluzioni completa e idonea per ogni tipologia di intervento.

Il brand Sigma Coatings presta particolare attenzione alle esigenze reali dei professionisti, mettendo a loro disposizione una rete di tecnici e commerciali altamente qualificati, disposti a fornire assistenza sul cantiere e assistenza colorimetrica.

Per il marchio la ricerca dell'eccellenza passa anche attraverso le attività di formazione Sigma-Class, programma di seminari tecnico/formativi tra gruppi di applicatori, rivenditori, architetti e committenti.

SIKKENS

Sikkens è un marchio del gruppo AkzoNobel, leader mondiale nel settore delle vernici e della chimica. Da oltre 60 anni in Italia, Sikkens è specializzata in prodotti e sistemi vernicianti per l'edilizia. I prodotti del marchio sono il frutto di una costante attività di ricerca e sviluppo, di una solida esperienza nel mercato, di un continuo studio estetico, oltre che di una cura meticolosa verso i materiali.

Il brand Sikkens rappresenta l'esperienza di un grande marchio con la solidità del gruppo AkzoNobel. Da più di 200 anni ha sempre puntato all'eccellenza, grazie a cultura e professionalità, per offrire un contributo positivo e innovativo nel mercato professionale delle pitture e





vernici.

In sintonia con questo approccio all'avanguardia e sostenibile, l'azienda ha intrapreso la collaborazione con BASF, sinergia nata per creare il Sistema di Isolamento Termico a Cappotto dalla qualità e prestazioni superiori: Sikkens Renovatherm. Il brand, con il suo know-how in fatto di colore e finiture esterne murali, più l'esperienza e la qualità dei prodotti polistirenici di BASF che permettono la creazione di pannelli isolanti EPS ad alte prestazioni, insieme hanno realizzato una gamma completa di prodotti e componenti all'avanguardia per isolare gli edifici nel totale rispetto dell'ambiente.

A supporto di un'ampia offerta di soluzioni, l'azienda propone una gamma completa di servizi per supportare e facilitare il lavoro di imprese, progettisti e rivenditori.

Tra i principali servizi, da citare: un servizio tecnico gratuito con assistenza in cantiere durante tutte le fasi del progetto, a disposizione delle imprese di applicazione, dei professionisti e della committenza privata e pubblica; la consulenza al colore e lo sviluppo di tinte al campione; Sikkens Accademia un servizio di formazione specializzato rivolto ad applicatori e progettisti, per apprendere o approfondire i principali temi e le diverse soluzioni applicative dei prodotti; una piattaforma digitale a servizio del professionista per individuare i cicli idonei e sviluppare preventivi immediati.

STO

Sto nasce nel 1835 a Weizen, in Germania, espandendo successivamente i propri confini dapprima in Europa e poi in tutto il mondo.

Nell'ambito del processo di consolidamento della presenza di Sto sul territorio europeo, nel 2005 viene costituita Sto Italia Srl, con sede

a Empoli (FI). Affidabilità, esperienza, attenzione all'innovazione e alla produzione sostenibile sono le caratteristiche di un'azienda che produce e sviluppa prodotti e sistemi per l'isolamento termico e soluzioni innovative per edifici ad elevato risparmio energetico, realizzati secondo i più eccellenti standard costruttivi.

La missione dichiarata del marchio è sintetizzata nella frase "Costruire con coscienza", che si traduce nel principio-guida dell'operato aziendale.

Il rispetto per l'ambiente è il cuore della filosofia aziendale di Sto, che si riflette nelle costanti



innovazioni di prodotto e, più in generale, in tutta la produzione. Il marchio di qualità Nature-plus® conferito ad alcuni prodotti e sistemi del brand è garanzia dell'utilizzo di materie prime riciclabili, a basso impatto ambientale e di processi produttivi eco-compatibili.

I Sistemi di Protezione Termica Integrale del marchio offrono prestazioni eccellenti garantite dalla combinazione ottimale e dall'integrazione sinergica di tutti i componenti. Molti prodotti e Sistemi del brand si fregiano di omologazioni e certificazioni rilasciate da prestigiosi Istituti a livello europeo.

La gamma Sto è suddivisa in tre aree di attività integrate: prodotti e sistemi per esterni, soluzioni per interni e per il risanamento del calcestruzzo.

Per la realizzazione di sistemi di isolamento termico a cappotto, Sto si avvale di pannelli isolanti in EPS, lana di roccia, schiuma minerale, fibra di legno.

Con l'obiettivo di creare spazi vitali a misura d'uomo che rispettino gli standard di sostenibilità ambientale, Sto ricerca, produce ed offre soluzioni integrate di prodotti e servizi destinati alla protezione termica e al mantenimento del valore degli edifici.

Il brand offre a progettisti ed operatori specializzati servizi di assistenza tecnica qualificata e servizi di consulenza dei centri StoDesign, per la progettazione di soluzioni estetiche degli edifici in tema di colore e superfici.

UNIVER

Dal 1978 Univer lavora con impegno costante nella ricerca, sviluppo e produzione di sistemi di isolamento termico a cappotto, rivestimenti per il settore dell'edilizia, industria ed anticorrosione, proponendo una gamma completa di prodotti vernicianti e cicli d'intervento in grado di soddisfare le richieste tecniche ed estetiche di una clientela professionale sempre più evoluta ed esigente.

La linea edilizia del marchio vanta una ricca varietà di prodotti per interni e facciate, smalti, pitture per legno e pavimenti. Grazie alla sinergia con i laboratori PPG, leader mondiale nei prodotti vernicianti presente in oltre 70 Paesi, la formulazione dei prodotti del marchio si avvale dei pigmenti e delle materie prime più performanti, per garantire un'ottima finitura estetica adatta a tutti gli ambienti.



UNIVER
UNA MANO AL TUO LAVORO.



Relativamente ai rivestimenti edili, Univer propone il sistema per l'isolamento termico a cappotto Univercap, comprensivo di una vasta gamma di prodotti termoisolanti e accessori necessari alla realizzazione di un sistema affidabile e altamente qualitativo che rappresenti un reale investimento contro le dispersioni di calore e l'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti.

Da sempre il brand opera al fine di riuscire a coniugare efficienza, tecnologia e servizi di qualità. Univer propone oggi un'ampia gamma di prodotti pensati e sviluppati per ogni esigenza nel campo delle soluzioni vernicianti per l'edilizia e l'isolamento termico: linee professionali per grandi e piccoli cantieri, una linea marchiata ECO attenta alla sostenibilità, prodotti per interno e facciate, smalti, pitture per legno e pavimenti.

Oltre allo studio e allo sviluppo di prodotti innovativi pensati per anticipare le esigenze del mercato e del cliente, Univer offre una serie di servizi quali l'assistenza tecnica in cantiere, corsi di formazione e di aggiornamento tecnico-commerciale ed un innovativo sistema tintometrico.

L'offerta formativa di Univer si articola in percorsi specifici destinati al distributore di materiali edili così come all'applicatore specializzato, che può accedere a corsi relativi alla progettazione del colore così come alla realizzazione a regola d'arte di isolamento termico a cappotto.

VIERO

Viero è un brand di Cromology Italia, azienda leader nella produzione e commercializzazione di pitture per edilizia e soluzioni per la facciata nei segmenti della clientela professionale e privata.

Il marchio Viero porta con sé oltre 40 anni di esperienza in ambito cantieristico sia in Italia che all'estero, con una specifica specializzazione nel cappotto termico e nei cicli tecnici e soluzioni vernicianti per la facciata. Progettisti, imprese e applicatori specializzati trovano in questo storico marchio Cromology soluzioni in grado di rispondere alle esigenze di tutti gli stili architettonici e alle diverse situazioni climatiche.

Con più di 40 anni di esperienza al servizio dell'edilizia professionale e una serie di laboratori che lavorano a livello internazionale alla ricerca e sviluppo di prodotti che rispondano alle esigenze e alle continue evoluzioni del mercato, Viero propone una vasta gamma di soluzioni nell'ambito dei sistemi di isolamento termico a cappotto, così come cicli di risanamento e

protezione degli edifici, colori per esterni, studio e messa a punto di prodotti specifici formulati ad hoc.

Viero propone una gamma di nove differenti sistemi di isolamento termico a cappotto a marchio Vieroclima: una proposta completa pensata per rispondere a tutte le esigenze di isolamento termico delle facciate. La gamma di sistemi di isolamento termico a cappotto Vieroclima si rivolge sia agli edifici nuovi che alla riqualificazione degli edifici esistenti.

Viero è partner affidabile per progettisti e imprese e da sempre opera al servizio di tutti gli attori del processo edilizio che necessitano di consulenza e formazione sui prodotti ed i sistemi della facciata.

La qualità per Viero è una caratteristica di primaria importanza e per garantirne un livello costante l'azienda si impegna a fornire, oltre alla consulenza progettuale e di cantiere, anche assistenza tecnica e progettuale.

WALER

Nata nel 1964 dalla Divisione Chimica di Vibrapac, Waler propone oggi soluzioni specifiche per la facciata, sviluppate sulla base di una attenta valutazione di ogni aspetto del sistema murario da trattare.

Con oltre 50 anni di esperienza nel settore dell'edilizia, Waler è leader

nello studio e nello sviluppo di sistemi per l'isolamento termico a cappotto e la protezione esterna degli edifici così come nella produzione di materiali per il recupero del patrimonio immobiliare esistente.

Waler propone una gamma completa di sistemi e prodotti di alta qualità, in grado di risolvere qualsiasi problema relativo alle murature perimetrali. Per garantire l'efficacia dell'attività di ricerca e sviluppo, Waler presta particolare attenzione ai suggerimenti ricevuti dai professionisti del settore.

Nel corso degli anni, Waler si è specializzata in cinque settori specifici: cappotto termico, risanamento, rivestimento, restauro e protezione dal fuoco.

Da sempre l'azienda presta particolare attenzione all'ambiente e al benessere abitativo e lo fa attraverso l'uso consapevole della tecnologia.

Da qui uno dei principali obiettivi dell'azienda, ovvero puntare su una gamma completa di





sistemi e prodotti di alta qualità, capaci di risolvere ogni tipo di problema relativo alle murature perimetrali, all'isolamento termico e acustico, alla ricostruzione in calcestruzzo, alla deumidificazione e al restauro conservativo, alla protezione e alla finitura di facciata.

Tra la vasta gamma di soluzioni per l'isolamento a cappotto, Waler propone il sistema a cappotto termico Walerdämmsystem certificato ETA 06/0077 ITC/CNR, ETA 10/0428 ITC/CNR e con marchio CE.

La qualità è il fiore all'occhiello di Waler e per questo motivo l'azienda punta sul fornire formazione tecnico/pratica a imprese, applicatori specializzati e progettisti per operare in maniera competente e aggiornata nel mercato dell'isolamento, del risanamento e del restauro, attraverso corsi specialistici per argomenti e livello di approfondimento.

Il servizio di assistenza e consulenza tecnica affianca i professionisti durante tutte le fasi del progetto, dalla fase diagnostica, alla fase progettuale, fino alla fase esecutiva.

Appendice E - RIFERIMENTI E NORME

Sistemi isolanti a cappotto (ETICS)

- ETAG 004: Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco.
- EN 13499: Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l'Esterno (ETICS) a base di polistirene espanso.
- EN 13500: Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l'Esterno (ETICS) a base di lana minerale.
- UNI/TR 11715: Progettazione e messa in opera dei Sistemi Isolanti Termici per l'esterno (ETICS).
- UNI 11716: Attività professionali non regolamentate - Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS) - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza.
- EOTA TR 025: Linee guida per trasmittanza termica puntuale per tasselli per ETICS (Point thermal transmittance of plastic anchors for ETICS).
- EOTA TR 026: Linee guida per la resistenza allo stappo per piattelli di tasselli per ETICS (Plate stiffness of plastic anchors for ETICS).
- EOTA TR 051: Linee guida per i test da realizzare in situ per tasselli e viti (Recommendations for job site tests of plastic anchors and screws).
- UNI EN 1991-1-4 Eurocodice 1: Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- EN 998-1: Specifiche per malte per opere murarie - Parte 1: Malte per intonaci interni ed esterni.
- EN 15824: Specifiche per intonaci esterni e interni a base di leganti organici.
- EN 17237: External thermal insulation composite systems with renders (ETICS). Specification.

Test e controlli sui sistemi a cappotto

- EN 13495:2019: Determination of the pull-off resistance of external thermal insulation composite systems (ETICS) (foam block test).
 - ISO 12968:2010: Determination of the pull-off resistance of external thermal insulation composite systems (ETICS) (foam block test).
 - EN 13497:2018+A1:2021: Determination of the resistance to impact of external thermal insulation composite systems (ETICS).
 - ISO 29803:2010: Determination of the resistance to impact of external thermal insulation
-



composite systems (ETICS).

- EN 13498:2002: Determination of the resistance to penetration of external thermal insulation composite systems (ETICS).
- EN 16383:2016: Determination of the hygrothermal behaviour of external thermal insulation composite systems with renders (ETICS).

EAD (European Assessment Document)

- EAD 330196-01-0604: Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi Isolanti a Cappotto.
 - EAD 040083-00-0404: External thermal insulation composite systems (ETICS) with renderings.
 - EAD 040287-00-0404: Kits for external thermal insulation composite system (ETICS) with panels as thermal insulation and discontinuous claddings as exterior skin.
 - EAD 040427-00-0404: Kits for external thermal insulation composite system (ETICS) with mortar as thermal insulation product and renderings or discontinuous claddings as exterior skin.
 - EAD 040465-00-0404: ETICS with renderings on mono-layer or multi-layer wall made of timber.
 - EAD 040759-00-0404: External thermal insulation composite system (ETICS) with rendering on boards based on polystyrene and cement.
 - EAD 040868-00-0404: Rigid polyurethane foam (PUR) elements for fastening attachment parts in thermal insulation composite systems.
 - EAD 040914-00-0404: Prefabricated units for external wall insulation and their fixing devices.
 - EAD 090001-00-0404: Prefabricated compressed mineral wool boards with organic/inorganic finish and specified fastening system.
 - EAD 040065-00-1201, Thermal insulation an/or sound absorbing boards based on expanded polystyrene and cement
 - EAD 040090-00-1201, Factory-made boards and products formed by moulding of an expanded polylactic acid (E-PLA) for thermal and/ or acoustical insulation
 - EAD 040179-00-1201, Factory-made products of extruded, foamed Polyethylene terephthalate (PET) for thermal and or acoustical insulation.
 - EAD 040288-00-1201, Factory-made thermal and acoustic insulations made of polyester fibres
 - EAD 040419-00-1201, Thermal insulation board made of pressed rigid polyurethane foam
 - EAD 040635-00-1201, Thermal and/or sound insulation based on bound expanded polystyrene bulk material
 - EAD 041369-00-1201, Insulating boards made of recycled PUR (polyurethane) to be used as
-

acoustic and thermal insulation.

Isolanti termici per edilizia

- EN 13162: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica.
- EN 13163: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica.
- EN 13164: Isolanti termici per edilizia- Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica.
- EN 13165: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano rigidi (PU) ottenuti in fabbrica.
- EN 13166: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse (PF) ottenuti in fabbrica.
- EN 13167: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica.
- EN 13170: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di sughero espanso (ICB) ottenuti in fabbrica.
- EN 13171: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica.

Determinazione delle prestazioni

- UNI EN 1501-1: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.
- UNI EN 13494: Isolanti termici per edilizia - Determinazione della resistenza a trazione dell'adesivo e del rivestimento di base al materiale isolante.
- UNI EN 13496: Isolanti termici per edilizia - Determinazione delle proprietà meccaniche delle reti in fibra di vetro come rinforzo per sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS).
- UNI EN 13497: Isolanti termici per edilizia - Determinazione della resistenza all'impatto dei sistemi di isolamento termico per l'esterno (cappotti).
- UNI EN 13498: Isolanti termici per edilizia - Determinazione della resistenza alla penetrazione dei sistemi di isolamento termico per l'esterno (cappotti).
- UNI EN 1062-3: Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida.
- UNI EN ISO 7783: Pitture e vernici - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo - Metodo della capsula.



Pubblicazioni

- Cortexa - Manuale di applicazione 2021.
- Cortexa – I benefici del cappotto.
- Cortexa - Direzione lavori dei sistemi a cappotto.
- Cortexa - DPL Alghe e funghi per facciate.
- Cortexa - Errori da evitare.
- Cortexa - I colori del Sistema a Cappotto.
- Cortexa - Intervista a Lothar Bombös, Presidente di EAE, sui sistemi ETICS.
- Cortexa - La manutenzione del cappotto.
- Cortexa - Norme di posa.
- Cortexa - Criteri di durabilità dei sistemi ETICS.
- Caparol DAW - Manuale e istruzioni di posa.
- Caparol DAW - Manuale dei sistemi di fissaggio.
- Caparol DAW - Manuale Capatect System.
- Caparol DAW - Diagnostica dei sistemi a cappotto.
- Waler - Manuale di posa.
- MAPEI - Mapetherm – Sistema per l'isolamento termico a cappotto di edifici.
- EAE - Guida Europea Risparmio Energetico.
- EAE - ETICS Forum 2017.
- EAE - Il Sistema Cappotto.
- NEO-EUBIOS 46 - Collaudo e diagnosi dei sistemi a cappotto
- AMARO - Inspection and diagnosis system of ETICS on walls.
- EMERALD INSIGHT - Cracks on ETICS along thermal insulation joints.
- EU, La marcatura CE dei prodotti da costruzione passo a passo: qui

Tesi di laurea e dottorato

- Sistemi di isolamento termico esterno a cappotto: modellazioni igrotermiche per la valutazione di frequenza e intensità di eventi critici per lo sviluppo di modi di guasto – Marabelli, Varini, Politecnico di Milano, 2012
- Proposizione di percorsi metodologici innovativi applicabili alla valutazione della durabilità di elementi tecnici edilizi e degli elementi funzionali costituenti – Paolo Iacono,

Politecnico di Milano –2005

- Isolamento termico esterno, sperimentazione e confronto tra sistemi ETICS = External thermal insulation, experimentation and comparison between ETICS systems - Alessio Schepisi, Politecnico di Torino, 2019

Siti internet

- CORTEXA: www.cortexa.it
- CAPAROL: www.caparol.it
- WDV VERBAND: www.heizkosten-einsparen.de
- ASSOCIAZIONE NAZIONALE ISOLAMENTO TERMICO: www.anit.it
- EAE - EUROPEAN ASSOCIATION FOR ETICS: www.ea-etics.eu
- EOTA - Organizzazione europea per il benessere tecnico: www.eota.eu
- EAD - Elenco dei documenti per la valutazione europea:
<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=cp.eads&cpr=Y>
- TAB: Elenco degli organismi di valutazione tecnica:
https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=directive.notifiedbody&dir_id=33