

Politecnico di Milano  
I Facoltà di Architettura  
Corso di Laurea in Architettura



# TEMPLATE STATION

modello per una stazione ferroviaria di  
medio-bassa utenza flessibile e ad alte prestazioni

Relatore:  
*Stefano Rugginenti*

Correlatore:  
*Antonio Nisi*

Laureandi:  
*Samuele Aldrighetti* n° mat. 753537  
*Francesca Charlotte Abel* n° mat. 752204

Anno Accademico 2011/2012



# Indice della relazione:

parte I	Prefazione	pag. 7
Cap.1	INTRODUZIONE	pag. 9
Cap.2	IL RUOLO DELLA STAZIONE FERROVIARIA	pag. 15
parte II	Le Analisi	pag. 25
Cap.3	IL CONCORSO	pag. 27
	Le finalità	pag. 27
	Le stazioni minori	pag. 27
	Le caratteristiche progettuali	pag. 28
3.1	ALCUNI PROGETTI PARTECIPANTI	pag. 29
	Stazioni in moduli	pag. 30
	L lama letering	pag. 32
	Misurare il territorio	pag. 34
	Viaggio in attesa	pag. 36
Cap.4	PICCOLE ECO-STAZIONI	pag. 39
4.1	L' ECO- STAZIONE DI ACCRINGTON	pag. 39
4.2	LA STAZIONE DI PLAUS (BOLZANO)	pag. 43
Cap.5	IL MODELLO ARCHITETTONICO	pag. 45
	La scelta	pag. 45
	L'idea	pag. 45
	Criteri progettuali	pag. 46
	Il volume	pag. 47
5.1	TAVOLE STATO DI FATTO	pag. 51
parte III	Il progetto	pag. 57
Cap.6	IL CONCEPT	pag. 59
6.1	GEOMETRIA E FORMA	pag. 59
6.2	DISPERSIONI TERMICHE	pag. 68
6.3	APPORTI SOLARI	pag. 77
6.4	SIMULAZIONE DINAMICA	pag. 103
6.5	VENTILAZIONE	pag. 109
6.6	SCHERMATURE ESTIVE	pag. 114
6.7	ILLUMINOTECNICA	pag. 116

Cap.7	TEMPLATE STATION	pag. 127
	7.1 TAVOLE DI PROGETTO	pag. 127
	7.2 ACCESSI E PERCORSI	pag. 143
	7.3 SOLUZIONI DI ORIENTAMENTO	pag. 134
parte IV	Le Conclusioni	pag. 149
Cap.8	CONCLUSIONI	pag. 151
BIBLIOGRAFIA		pag. 156
ALLEGATI		pag. 159
	STRALCIO DELLA PROCEDURA DI CALCOLO CENED	pag. 161
	Calcolo dispersioni per trasmittanza	
	Calcolo apporti solari	
	LINEE GUIDA E VINCOLI DA NORMATIVA	pag. 189
	SIMULATORE DINAMICO “BESTopenstudio”	pag. 220
	Grafici temperatura interna della stazione (ora/giorno)	
	DATI CLIMATICI apporti solari “Milano; Roma ;catania”	pag. 232

## Indice delle figure:

Fig.

1.1	<i>Stazione di Albuzzano, (PV)</i>	pag. 11
1.2	<i>Stazione di Dossobuono (VR)</i>	pag. 12
1.3	<i>Stazione di Furci Siculo, (ME)</i>	pag. 13
2.1	<i>Mappatura della rete ferroviaria e delle stazioni ferroviarie sul territorio nazionale (2008)</i>	pag. 17
2.2	<i>Sala d’attesa, stazione di Remedello (BS)</i>	pag. 20
2.3	<i>Sala d’attesa, stazione di Ponte Adda (CR)</i>	pag. 20
2.4	<i>Servizi igienici, stazione di Vergiate (VA)</i>	pag. 20
2.5	<i>Apperecchiature malfunzionanti, stazione di Piadena (CR)</i>	pag. 21
2.6	<i>Degrado esterno, stazione di Magenta (MI)</i>	pag. 21
2.7	<i>Viasta lato ferrovia, stazione di Cucciago (CO)</i>	pag. 21
2.8	<i>Sottopasso, stazione di Busto Arsizio (VA)</i>	pag. 22
2.9	<i>Sottopasso, stazione di Olmeneta (CR)</i>	pag. 22
2.10	<i>Viasta lato ferrovia, stazione di Cassano d’Adda (MI)</i>	pag. 23
2.11	<i>Vista esterna, stazione di Busto Arsizio (VA)</i>	pag. 23
2.12	<i>Stottopasso,, stazione di Olmeneta (CR)</i>	pag. 23
4.1	<i>Vista eterna, Accrington station, (Inghiletrra)</i>	pag. 40
4.2	<i>Atrio, Accrington station, (Inghiletrra)</i>	pag. 41
4.3	<i>Sistema di recupero delle acque piovane, Accrington station</i>	pag. 42

4.4	<i>Istallazione pannelli solari, Accrington station</i>	pag. 42
4.5	<i>Istallazione di pannelli fotovoltaici, Accrington station</i>	pag. 42
4.6	<i>Vista lato ferrovia, Plaus station, (BZ)</i>	pag. 43
5.1	<i>Vista aerea, modello architettonico</i>	pag. 46
5.2	<i>Pianta e prospetto lato starda, modello architettonico</i>	pag. 47
5.3	<i>Spaccato assonometrico, modello architettonico</i>	pag. 48
5.4	<i>Vista lato ferrovia, modello architettonico</i>	pag. 49
6.1	<i>Confronto prospetti, fattore di forma</i>	pag. 60
6.2	<i>Confronto pianta, fattore di forma</i>	pag. 60
6.3	<i>Mappa del soleggiamento, Elioiania assoluta media annua</i>	pag. 77
6.4	<i>Schermata in fase di elaborazione con il BESTopenstudio</i>	pag. 103
6.5	<i>Schermatura frangisole metallica orizzontale</i>	pag. 114
6.6	<i>Render con la schermatura metallica istallata</i>	pag. 115
6.7	<i>Render dell'illuminazione naturale zona area commerciale</i>	pag. 121
6.8	<i>Render dell'illuminazione naturale zona entrata/atrio</i>	pag. 122
6.9	<i>Render dell'illuminazione naturale zona sala attesa</i>	pag. 123
6.10	<i>Render dell'illuminazione naturale zona servizi/locale tecnico</i>	pag. 124

## Indice delle tabelle:

Tab.

6.1	<i>Stato di fatto, sup. disperdente/Volume</i>	pag. 62
6.2	<i>Stato di fatto, sup. laterale/sup. disperdente</i>	pag. 63
6.3	<i>Stato di progetto, sup. disperdente/Volume</i>	pag. 64
6.4	<i>Stato di progetto, sup. laterale/sup. disperdente</i>	pag. 65
6.5	<i>Geometria ideale, sup. disperdente/Volume</i>	pag. 66
6.6	<i>Stato di fatto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 69
6.7	<i>Stato di fatto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 70
6.8	<i>Stato di fatto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 71
6.9	<i>Stato di fatto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 72
6.10	<i>Stato di progetto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 73
6.11	<i>Stato di progetto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 74
6.12	<i>Stato di progetto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 75
6.13	<i>Stato di progetto, calcolo delle dispersioni</i>	pag. 76
6.14	<i>Milano, apporti solari, stato di fatto, N-S</i>	pag. 80
6.15	<i>Milano, apporti solari, stato di progetto, N-S</i>	pag. 81
6.16	<i>Milano, apporti solari, stato di fatto, E-O</i>	pag. 82
6.17	<i>Milano, apporti solari, stato di progetto, E-O</i>	pag. 83
6.18	<i>Milano, apporti solari, stato di fatto, S-0/N-E</i>	pag. 84
6.19	<i>Milano, apporti solari, stato di progetto, S-0/N-E</i>	pag. 85
6.20	<i>Roma, apporti solari, stato di fatto, N-S</i>	pag. 88
6.21	<i>Roma, apporti solari, stato di progetto, N-S</i>	pag. 89
6.22	<i>Roma, apporti solari, stato di fatto, E-O</i>	pag. 90
6.23	<i>Roma, apporti solari, stato di progetto, E-O</i>	pag. 91
6.24	<i>Roma, apporti solari, stato di fatto, S-0/N-E</i>	pag. 92
6.25	<i>Roma, apporti solari, stato di progetto, S-0/N-E</i>	pag. 93
6.26	<i>Catania, apporti solari, stato di fatto, N-S</i>	pag. 96
6.27	<i>Catania, apporti solari, stato di progetto, N-S</i>	pag. 97
6.28	<i>Catania, apporti solari, stato di fatto, E-O</i>	pag. 98
6.29	<i>Catania, apporti solari, stato di progetto, E-O</i>	pag. 99
6.30	<i>Catania, apporti solari, stato di fatto, S-0/N-E</i>	pag. 100
6.31	<i>Catania, apporti solari, stato di progetto, S-0/N-E</i>	pag. 101
6.32	<i>Dialux, panoramica dei risultati, illuminazioni superfici</i>	pag. 120

# Indice delle tavole:

Tav.

3.1	<i>“stazione in moduli” (Fabio Barluzzi Barbara Ponticelli Metro Office Architetti)</i>	<i>pag. 30</i>
3.2	<i>“L lama linea lettering” (Arch. Colli Daniela , Luca Galliano)</i>	<i>pag. 32</i>
3.3	<i>“misurare il territorio” (M&amp;A Architects)</i>	<i>pag. 34</i>
3.4	<i>“viaggio in attesa”(Paolo Colonna Antonio Belvedere)</i>	<i>pag. 36</i>
5.1	<i>Pianta, modello architettonico</i>	<i>pag. 52</i>
5.2	<i>Prospetti, modello architettonico</i>	<i>pag. 54</i>
6.1	<i>Schema di ventilazione</i>	<i>pag. 112</i>
6.2	<i>Planimetria generale, render</i>	<i>pag. 128</i>
6.3	<i>Piante, prospetti, sezioni</i>	<i>pag. 130</i>
6.4	<i>Piante, prospetti, sezioni della versione specchiata</i>	<i>pag. 132</i>
6.5	<i>Particolari costruttivi</i>	<i>pag. 134</i>
6.6	<i>Raffronto piante</i>	<i>pag. 136</i>
6.7	<i>Raffronto prospetti</i>	<i>pag. 138</i>
6.8	<i>Accessi e Passaggi</i>	<i>pag. 142</i>
6.9	<i>Soluzioni di orientamento</i>	<i>pag. 146</i>

# parte **I**

## **PREFAZIONE**

*“Stazioni, luoghi per le città”*

*“ le stazioni insieme ai treni hanno storicamente portato sul territorio il segno tangibile della rivoluzione industriale fondendo insieme l’aspetto di grande edificio cittadino con l’aspetto funzionale di un sistema di tipo produttivo. Dal loro sorgere alla fine dell’Ottocento, sono state le stazioni a dare valenza urbana a centri rurali e nelle grandi città, con la monumentalità della loro architettura e la centralità della loro funzione, hanno dettato le nuove logiche dello sviluppo urbanistico.”*

*RFI, gruppo ferrovie dello stato italiane*



# 1

## INTRODUZIONE

Wikipedia,  
l' enciclopedia libera

*Il termine inglese template è traducibile in Italiano come “modello”, “semicompilato”, “schema”, “struttura base”, “ossatura generale”, “scheletro”, “sagoma” o “calco”, o più correntemente “modulo”, anche se non così elaborato e sofisticato“.*

“Template Station” è una soluzione standard di stazione ferroviaria di piccola-media utenza, creata partendo da un progetto partecipante al concorso indetto dalla Rete Ferroviaria Italiana SpA, che verrà reso più idoneo dal punto di vista ambientale tramite modifica di geometrie e materiali. Non si tratta un “modulo assoluto”, ma di una base progettuale utile a livello nazionale che possa essere presa come punto di partenza dalla quale sviluppare soluzioni alternative “specifiche”. Per quanto riguarda la progettazione vengono dapprima analizzati i criteri di forma che consentono di confrontare il comportamento termico di soluzioni costruttive morfologicamente diverse prescindendo da tutte le altre caratteristiche quali isolamento termico e condizioni climatiche.

Vengono quindi confrontate le geometrie dello stato di fatto con le geometrie dello stato di progetto e viene analizzato il “corpo ideale”.

Sono messi a confronto l' efficienza termica e gli apporti solari dell' edificio originale (stato di fatto) con quelli del progetto di tesi (stato di progetto), nei

comuni di Milano, Roma e Catania; ne segue un'analisi dell'efficienza termica dei due casi ricercando il coefficiente di scambio termico, seguendo le direttive della normativa CENED, che definiscono le modalità di calcolo atte a determinare la prestazione energetica del sistema edificio-impianto al fine di effettuare le verifiche previste dalla Delibera della Giunta Regionale VIII/5018 e s.m.i. e il calcolo degli indici di prestazione energetica riportati nell'attestato di certificazione energetica.

Ne seguono uno studio sulla ventilazione, sull'ombreggiamento e sul fotovoltaico, sull'illuminazione e, per ovviare al problema logistico vengono proposte alcune modifiche utili al variare di clima e orientamento. Non sono previste soluzioni impiantistiche, dovendo la scelta degli impianti essere fatta in base all'ambientazione.

## IL NOSTRO PUNTO DI PARTENZA

Durante il nostro percorso di studi universitari abbiamo usufruito spesso del servizio ferroviario, sia come pendolari tra le nostre località d'origine e la città dove ha sede la nostra facoltà, che per tutti i vari spostamenti effettuati a scopo didattico e per far fronte alle molteplici richieste burocratiche e di segreteria, ed infine, anche se in minima parte, per motivi personali che esulano da tutto ciò che può definirsi accademico.

Oltre ad aver avuto il piacere di verificare in prima persona l'efficienza del servizio ferroviario nazionale, abbiamo avuto modo di constatare che spesso le stazioni più obsolete e trascurate, sono quelle di piccola o media utenza; per questo motivo ci siamo posti come obiettivo il miglioramento, dal punto di vista progettuale, dell'aspetto e della funzionalità delle stazioni, nonché quello di renderle sempre più accessibili ed eco-sostenibili". A ciò segue uno studio per trovare una soluzione che possa fungere da standard a livello nazionale e che incoraggi sempre più persone ad utilizzare le ferrovie.

Al fine di perseguire gli obiettivi prefissatici la nostra scelta di modello architettonico è ricaduta su un progetto partecipante al concorso indetto dalla



*Fig. 1.1*  
*Stazione di Albuzzano, (PV)*

Rete Ferroviaria Italiana SpA (RFI), società del Gruppo Ferrovie dello Stato, il quale rispetta gli standard imposti dall'ente; in seguito ne abbiamo studiato la normativa e abbiamo deciso di apportarne quelle modifiche che l'avrebbero reso più idoneo dal punto di vista ambientale mantenendone i servizi, ma modificandone le geometrie e i materiali.

Il progetto originale, così come da indicazioni fornite dal concorso, si presenta privo di ambientazione e orientamento, dovendo la stazione fungere da "modello nazionale".

Quest'ultimo particolare ha reso la progettazione architettonica e l'analisi ambientale più complesse.

Per quanto riguarda quest'ultimo punto è stato necessario confrontare l'efficienza termica e gli apporti solari dell'edificio originale (stato di fatto) con quelli del nostro progetto (stato di progetto).

Ne è seguita un'analisi dell'efficienza termica dei due casi ricercando il coefficiente di scambio termico, seguendo le direttive della normativa CENED, che definiscono le modalità di calcolo atte a determinare la prestazione energetica del sistema edificio-impianto al fine di effettuare le verifiche previste dalla Delibera della Giunta Regionale VIII/5018 e s.m.i. e il calcolo degli indici di prestazione energetica riportati nell'attestato di certificazione energetica.



Fig.1.2  
Stazione di Dossobuono (VR)



*Fig. 1.3*  
*Stazione di Furci Siculo, (ME)*

Per quanto riguarda la progettazione abbiamo dapprima analizzato i criteri di forma che consentono di confrontare il comportamento termico di soluzioni costruttive morfologicamente diverse prescindendo da tutte le altre caratteristiche quali isolamento termico e condizioni climatiche. Abbiamo quindi confrontato le geometrie dello stato di fatto con le geometrie dello stato di progetto e analizzato il “corpo ideale” che rappresenta il nostro edificio a base quadrata .

Per ovviare al problema dell’ orientamento e dell’ ambientazione abbiamo creato un modulo nazionale e indicato alcune modifiche utili al variare di clima e orientamento.



# 2

## IL RUOLO DELLA STAZIONE FERROVIARIA

*“Le stazioni ferroviarie, dalla prima metà dell’Ottocento, hanno rivestito caratteri di rappresentatività sociale, tecnologica e architettonica per la funzione esercitata, per la dimensione e per la localizzazione nei contesti urbani.*

*Esse raccontano pezzi importanti di storia urbana, sociale e industriale; per la necessità della mobilità, per la trasformazione in elementi di nuova appartenenza le stazioni propongono oggi molteplici e complessi campi di ricerca dove obiettivi di funzionalità si fondono con la ricerca di identità.*

*Le stazioni di fine Ottocento e inizio Novecento hanno prima guidato e poi seguito lo sviluppo delle città. La crescita del tessuto urbano si è sviluppata in una prima fase proprio intorno ad esse. Ma, successivamente, è stato l’aumento esponenziale degli insediamenti cittadini e la crescita delle esigenze di spostamenti delle persone a influenzare lo sviluppo e la trasformazione del ruolo della stazione. L’evoluzione delle stazioni è per molta parte una storia tipologica connessa all’incessante necessità di adeguare il progetto distributivo delle funzioni, e soprattutto all’esigenza di aggiornare le forme di un rapporto sempre più articolato tra spazio del viaggio e spazio dell’abitare. Dall’iniziale suddivisione tripartita che vedeva due fabbricati distinti, delle partenze e degli arrivi, collegati da una tettoia in ferro, subito affiancata*

*dall'impianto più tipico delle stazioni di testa, che include binari e ne disegna trasversalmente una quinta verso la città, si è giunti a un'articolazione sempre più complessa dell'edificio di testa, cui è conferito il ruolo di filtro, nonché di luogo privilegiato per l'inserimento di funzioni di servizio e commerciali.*

*Le stazioni del nuovo millennio sono sempre più un luogo di servizi nel cuore dei centri urbani, fruibile dai viaggiatori in transito, ma anche dall'insieme dei cittadini, che nelle stazioni riqualificate riconoscono nuovi spazi accessibili, resi più confortevoli e sicuri.*

*Stazioni, quindi, nuove e riqualificate: la premessa per una rivitalizzazione del sistema ferroviario interamente basata sul miglioramento qualitativo delle strutture, sul progresso e sull'innovazione tecnologica, sull'attenzione alle esigenze dei fruitori.*

*Ma anche stazioni che ci proiettino nel futuro e che lascino importanti segni architettonici capaci di testimoniare tutto ciò che ha saputo realizzare la nostra generazione, impegnandosi nel progresso del nostro paese.”*

*Rfi, gruppo delle ferrovie dello stato italiane*

*Fig. 2.1  
a destra, Mappatura della  
rete ferroviaria e delle st  
zioni ferroviarie sul territorio  
nazionale (2008)*



## LE PICCOLE STAZIONI FERROVIARIE

*Le stazioni minori e le fermate ferroviarie, con la loro fitta diffusione, rappresentano il principale sistema di accesso degli utenti al servizio ferroviario. Molti di questi impianti sono interessati a processi di trasformazione dell'infrastruttura, come, a esempio, raddoppi e quadruplicamenti di linee, potenziamento dei nodi, decongestionamento delle aree urbane dal traffico merci e utilizzo delle linee esistenti per servizi di tipo regionale e metropolitano.*

*Sono in atto cambiamenti anche per rendere piccole stazioni e fermate nodi "impresenziati", ovvero in grado di funzionare senza la presenza continua di personale addetto alla circolazione ma con l'ausilio di sistemi di telecomando da postazioni centralizzate e remote che governano la circolazione su intere tratte di linea. Attualmente le piccole stazioni e fermate impresenziate sono già più di 1.500. In numerosi casi sono previste trasformazioni d'uso per il tradizionale fabbricato viaggiatori della stazione e in alcuni casi la sostituzione di questo con pensiline attrezzate.*

*In questo quadro si rinnova l'esigenza di definire tipi funzionali e manufatti ripetibili per ottenere, attraverso affinamenti progettuali e concrete sperimentazioni, la massima qualità nell'offerta del servizio e, al tempo stesso, una omogeneità delle strutture che le renda riconoscibili come terminali di una rete diffusa nel territorio. La ripetizione, con opportune variazioni, di elementi standardizzati è la modalità più appropriata per rispondere a una così vasta esigenza di nuove attrezzature, strumento che viene usato da chi fornisce servizi a vasta diffusione e che, nel passato lontano e più recente, è stato adottato anche dalle Ferrovie italiane. Stazioni di piccoli centri, magazzini merci e depositi, tettoie di protezione per i viaggiatori - progettati a più riprese durante tutto il secolo scorso - sono ancora oggi icone riconoscibili, segnali familiari che scandiscono le vie di percorrenza del territorio nazionale. Si presenta ora l'esigenza di progettare una serie di elementi, aggiornati alle necessità attuali e alle tecnologie contemporanee, che possano comporre le nuove piccole stazioni e fermate della rete ferroviaria.*

*Le stazioni del XXI secolo,  
ferrovie dello stato, electa*

## ESPERIENZE PERSONALI

Nell'arco di circa sei mesi abbiamo visitato molte stazioni ferroviarie, in particolare ci siamo concentrati sulla tratta Trento - Mantova e Mantova - Milano. E' risultato più che evidente che in tutte le stazioni minori esiste un degrado diffuso sul quale occorre intervenire.

Le stazioni si presentano come dei "non luoghi" che hanno bisogno di essere trasformati in luoghi attraverso il recupero delle situazioni di degrado sociale e ambientale dei fabbricati, e trasformando la stazione in un luogo qualificato di aggregazione che soddisfi le esigenze dei frequentatori.

Nella maggior parte delle stazioni visitate vi è una sala d'aspetto, ma più della metà risultano essere in condizioni a dir poco sconcertanti, privi di riscaldamento e/o condizionatore con arredi obsoleti e danneggiati. Porte e infissi risultano essere in molti casi obsoleti e danneggiati o addirittura totalmente assenti, ulteriori disagi riscontrati sono la scarsa illuminazione e l'inefficienza dei dispositivi informativi, in molti casi si riscontrano anche segni di degrado delle pareti.

All'interno di alcune stazioni vi è la parziale o totale mancanza di accessi per disabili, molti ambienti sono incostuditi e la loro manutenzione non è atta a garantire un servizio idoneo.

In definitiva, visto lo stato attuale di quasi la metà delle piccole stazioni ferroviarie, possiamo concludere che il servizio ferroviario necessiterebbe di una nuova identità, che offrira un miglior servizio e un miglior comfort. Inoltre possiamo affermare che, attuando nuove soluzioni progettuali, l'ente gestore godrebbe di una maggior affluenza al servizio, di una diminuzione dei costi di gestione e di un risparmio energetico.



*Fig. 2.2  
Sala d'attesa,  
stazione di Remedello (BS)*



*Fig. 2.3  
Sala d'attesa,  
stazione di Ponte Adda (CR)*



*Fig. 2.4  
Servizi igienici,  
stazione di Vergiate (VA)*

*Fig. 2.5  
Apparecchiature  
malfunzionanti,  
stazione di Piadena (CR)*



*Fig. 2.6  
Degrado esterno,  
stazione di Magenta (MI)*



*Fig. 2.7  
Viasta lato ferrovia,  
stazione di Cucciago (CO)*





*Fig. 2.8*  
*Sottopasso,*  
*stazione di Busto Arsizio (VA)*



*Fig. 2.9*  
*Sottopasso,*  
*stazione di Olmenta (CR)*

Fig. 2.10  
Viasta lato ferrovia,  
stazione di Cassano d'Adda  
(MI)



Fig. 2.11  
Vista esterna,  
stazione di Busto Arsizio (VA)



Fig. 2.12  
Stottopasso,,  
stazione di Olmeneta (CR)





parte **II**  
**LE ANALISI**

**3. IL CONCORSO**

3.1 ALCUNI PROGETTI PARTECIPANTI

**4. PICCOLE ECO-STAZIONI**

4.1 L' ECO- STAZIONE DI ACCRINGTON

4.2 LA STAZIONE DI PLAUS (BOLZANO)

**5. IL MODELLO ARCHITETTONICO**

5.1 TAVOLE



# 3

## IL CONCORSO

Nel 2006 -Rete Ferroviaria Italiana SpA (RFI), società del Gruppo Ferrovie dello Stato, bandisce un concorso di idee per la progettazione di piccole stazioni e fermate della rete ferroviaria.

### LE FINALITA'

*“Il concorso ha la finalità di definire un nuovo modello per i terminali viaggiatori minori della rete, quelli che hanno una diffusione capillare su tutto il territorio nazionale e vengono usati quotidianamente da centinaia di migliaia di utenti.*

*Innovazioni tecnologiche e conseguenti evoluzioni del servizio rendono necessario adeguare le stazioni minori. L'eterogeneità degli impianti oggi in funzione pone d'altra parte l'esigenza di definire il profilo di un'immagine coordinata che informi le opere che si realizzeranno nel prossimo futuro.”*

*[Rete Ferroviaria Italiana SpA (RFI) 18/12/2006]*

### LE STAZIONI MINORI

*“Le stazioni minori, con la loro fitta diffusione, rappresentano il principale sistema di accesso degli utenti al servizio ferroviario. Molti di questi impianti sono interessati a processi di trasformazione dell'infrastruttura, come, a esempio, raddoppi e quadruplicamenti di linee, potenziamento dei nodi,*

*decongestionamento delle aree urbane dal traffico merci e utilizzo delle linee esistenti per servizi di tipo regionale e metropolitano.*

*Sono in atto cambiamenti anche per rendere piccole stazioni e fermate nodi “impresenziati”, ovvero in grado di funzionare senza la presenza continua di personale addetto alla circolazione ma con l’ausilio di sistemi di telecomando da postazioni centralizzate e remote che governano la circolazione su intere tratte di linea. Attualmente le piccole stazioni e fermate impresenziate sono già più di 1.500. In numerosi casi sono previste trasformazioni d’uso per il tradizionale fabbricato viaggiatori della stazione e in alcuni casi la sostituzione di questo con pensiline attrezzate.*

*In questo quadro si rinnova l’esigenza di definire tipi funzionali e manufatti ripetibili per ottenere, attraverso affinamenti progettuali e concrete sperimentazioni, la massima qualità nell’offerta del servizio e, al tempo stesso, una omogeneità delle strutture che le renda riconoscibili come terminali di una rete diffusa nel territorio.”*

#### **LE CARATTERISTICHE PROGETTUALI**

*Il progetto dovrà indicare una strategia d’intervento in cui siano chiari gli strumenti, le modalità operative, gli obiettivi architettonici in termini di qualità dell’ambiente e del rapporto con l’infrastruttura e con il contesto d’inserimento.*

*Coperture e tamponamenti per protezione di marciapiedi e altre superfici, ingresso e sistema di recinzione, elementi di attraversamento dei binari (sovrappassaggi e sottopassaggi), attrezzature ed elementi di arredo e sistema di illuminazione sono gli elementi del sistema.*

*Le nuove piccole stazioni e fermate dovranno garantire funzionalità offrendo con chiarezza ogni necessaria informazione, ed orientando gli utenti verso le distributrici automatiche di biglietti e gli spazi di attesa.*

*Dovranno essere accessibili alle persone con ridotta mobilità, anche con l’inserimento di percorsi tattili per*

*non vedenti, inoltre dovranno essere progettate con attenzione al contenimento energetico, in particolare per quanto riguarda i consumi relativi all'illuminazione della stazione e degli spazi aperti.*

*Rete Ferroviaria  
Italiana SpA (RFI)  
18/12/2006]*

*Per gli usi civili, potrà essere previsto l'impiego di tecnologie innovative e di energie ricavate da fonti rinnovabili.*

#### ALCUNI PROGETTI PARTECIPANTI AL CONCORSO

Nelle pagine successive si illustrano alcuni progetti che hanno partecipato al bando di gara delle FSI sulle "Small Railway Stations", lo scopo è sia quello di mostrare i risultati finali dai partecipanti secondo le esigenze del bando di gara, ma soprattutto di far conoscere quante soluzioni architettoniche e tecnologiche diverse sono emerse.

*- "stazione in moduli" (Fabio Barluzzi Barbara Ponticelli Metro Office Architetti)*

*- "L lama linea lettering" (Arch. Colli Daniela , Luca Galliano)*

*- "misurare il territorio" (M&A Architects)*

*- "viaggio in attesa" (Paolo Colonna Antonio Belvedere)*

Questi progetti si sono aggiudicati rispettivamente due rimborsi spese, un primo premio (2° sez.), un primo premio (1° sezione).

Come evidenzieremo nel prossimo capitolo la nostra scelta del modello architettonico non è ricaduta sui primi classificati.

Infatti, il modello progettuale al quale facciamo riferimento, è stato scelto per la sua semplicità strutturale, perchè le funzioni sono organizzate in modo ordinato e compatto, le principali caratteristiche sono pertanto la sua versatilità, duttilità e componibilità.

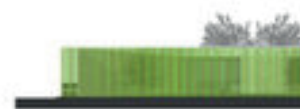
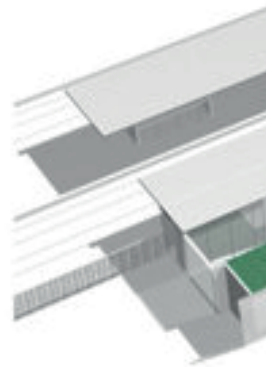
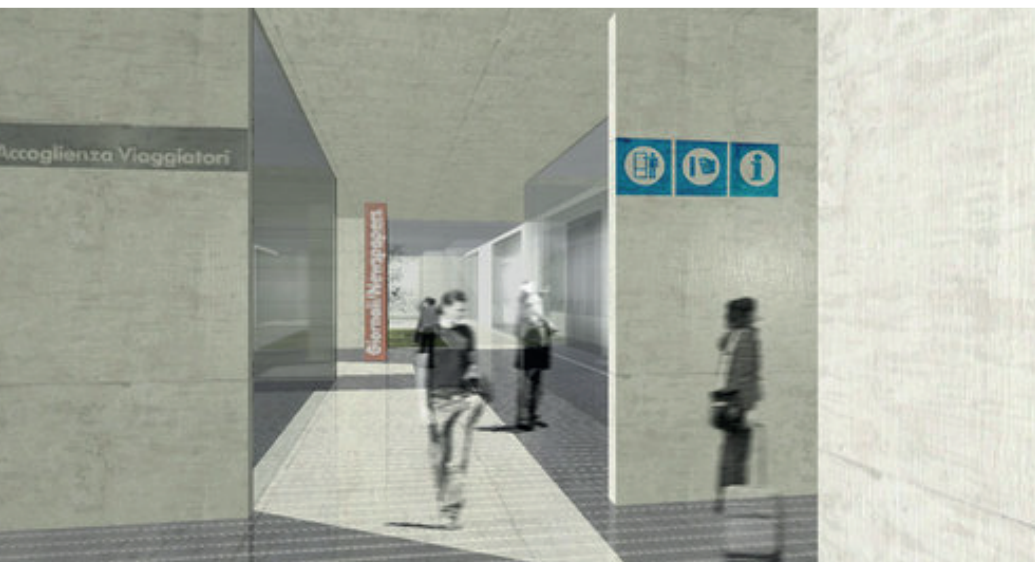
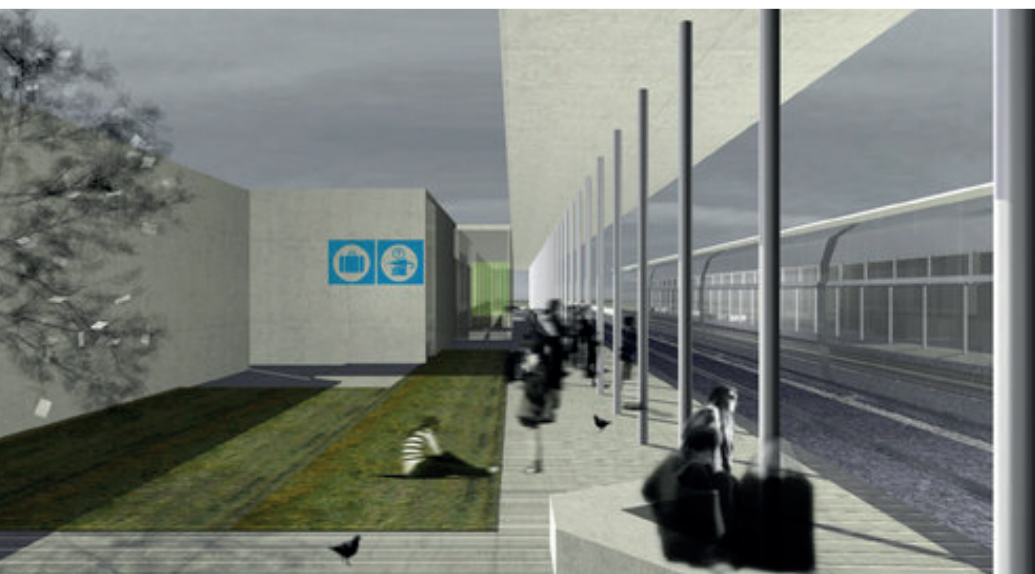
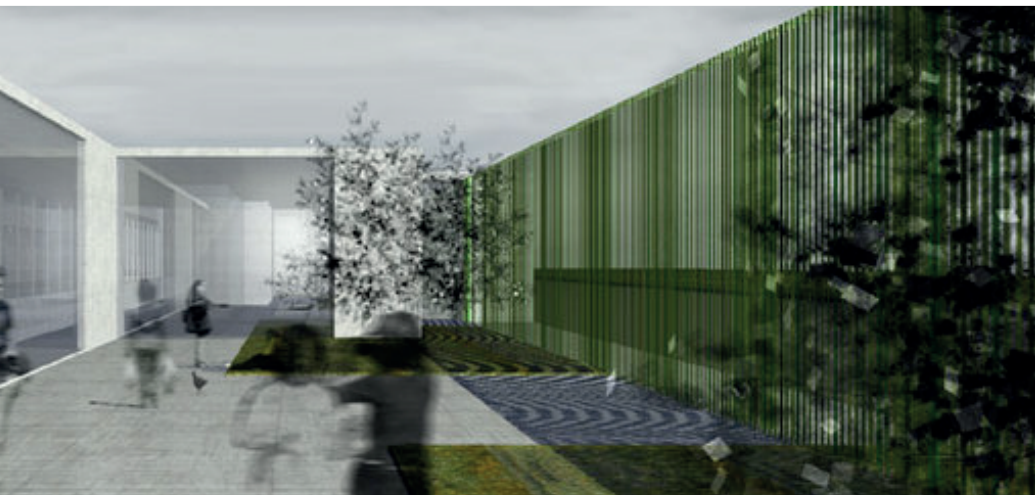
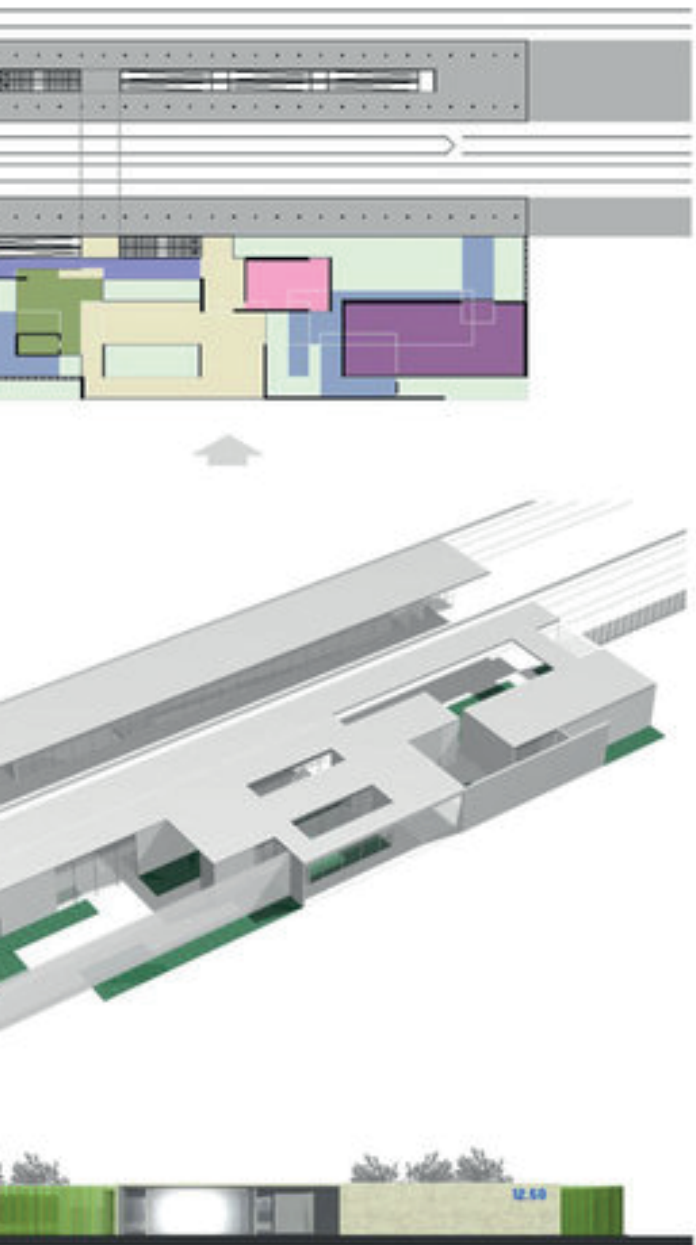


Fig. 10



## IL PROGETTO

L'identità del luogo e la realtà ferroviaria sono i temi centrali dell'intera riflessione architettonica. Il progetto, quindi, affonda le proprie radici nel rapporto dialettico tra gli elementi connotanti l'immagine "treno" (ritmo dinamico delle strutture, espressività tecnologica, leggerezza delle superfici orizzontali, massività dei volumi, prefabbricazione, ripetibilità) e tracce materiche indissolubilmente legate all'anima del luogo.

Tale dialettica si concreta nell'opposizione tra la superficie orizzontale di copertura e la quella verticale massiva, che si materializza come una muratura posata in opera e realizzata con il materiale litoide caratteristico del luogo.

L'elemento murario si apre in corrispondenza dello spazio-stazione a costituire un ideale diaframma tra i binari e l'abitato e proietta con la sua caratterizzazione materiale l'identità del territorio lungo "l'incessante processione di traversine". Il dialogo con la superficie orizzontale viene mediato da una serie ritmica puntiforme in contrapposizione alla linearità del muro; serie scandita da elementi strutturali che si ripetono a passo costante ed animata da lamine d'acciaio disposte secondo successioni numeriche come quella di Fibonacci.

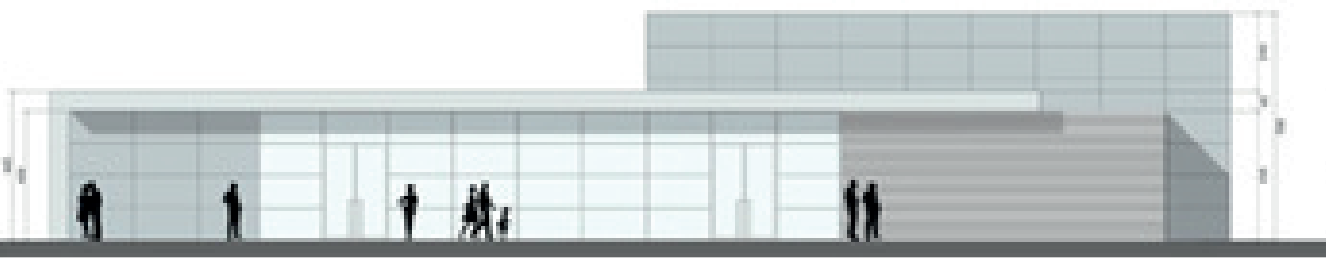
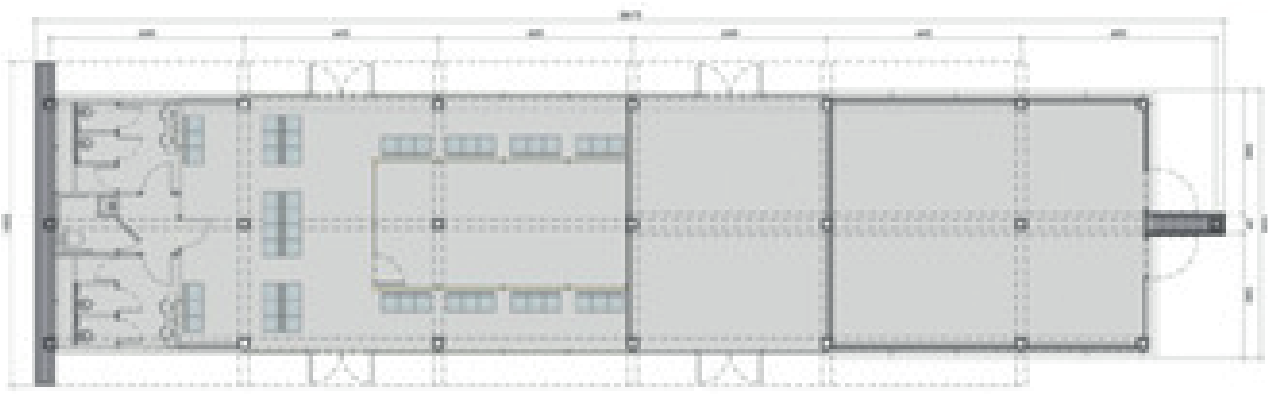
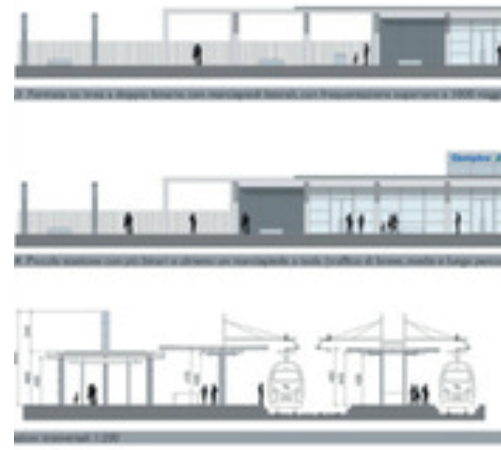
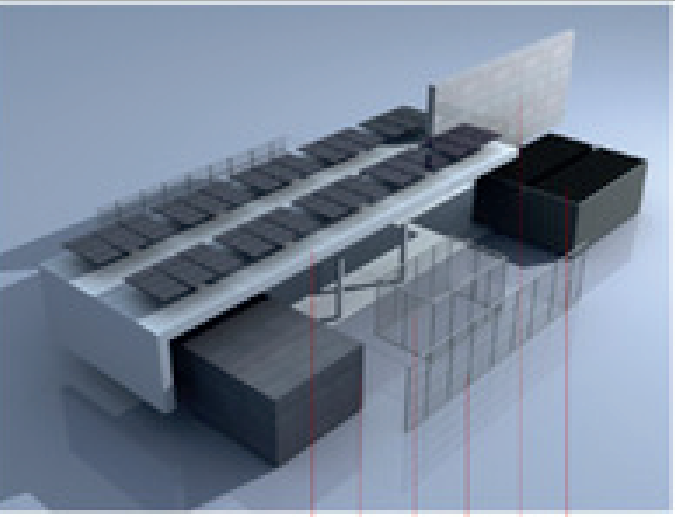
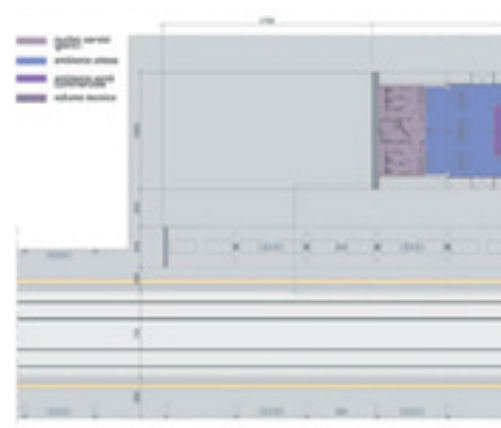
La sequenza numerica, al fine di strutturare lo spazio, viene rimarcata a terra dalla tessitura della pavimentazione e sul piano intradosale della copertura da linee luminose.

La copertura si trasforma in elemento leggero e sottile a definire il limite tra cielo e terra, limite che tende a smaterializzarsi grazie ad una superficie riflettente.

## STAZIONI IN MODULI

**Progettisti:**  
Fabio Barluzzi  
Barbara Ponticelli  
Metro Office Architetti

# Small Railway Stations





## IL PROGETTO

In un contesto articolato come è stata l'evoluzione e lo sviluppo delle fermate e stazioni ferroviarie negli anni, il tema della riconoscibilità attraverso un segno essenziale costituisce la chiave di lettura per l'impostazione di un'immagine coordinata degli elementi.

I moduli, le cui dimensioni variano in funzione del flusso dei passeggeri e dei treni, hanno una matrice architettonica costante.

Gli elementi che generano l'architettura si modulano nelle diverse aggregazioni con un linguaggio formale minimale, ma fortemente tecnologico.

La L si traduce in un vero e proprio codice visuale costituisce l'elemento di integrazione tra le parti funzionali e tecnologiche, ordinato re di volumi, lame e comunicazione.

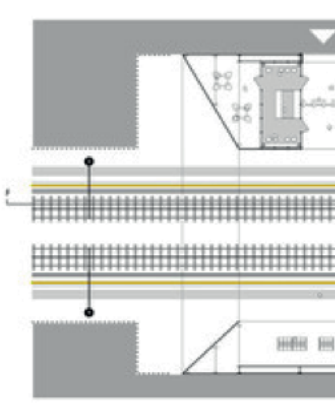
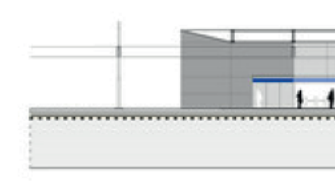
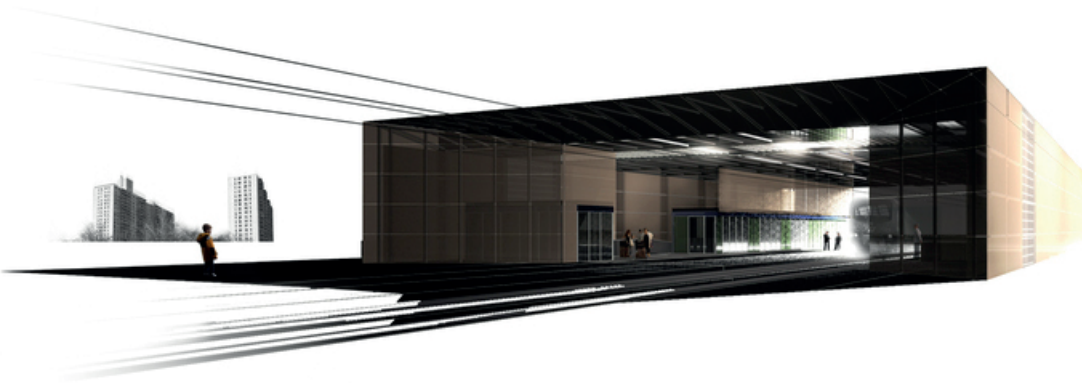
Gli elementi che costituiscono il progetto hanno geometrie semplici che consentono il variare della scala mantenendo un carattere morfologico e formale coerente:

- La lama elemento di richiamo visivo
- La L segno architettonico nel profilo urbano
- Le volumetrie funzionali oggetti racchiusi in involucri materici
- Le pensiline lame sottili generate dallo slittamento dei piani
- Gli elementi di arredo microscala delle generatrici progettuali
- Il sistema di collegamento dei binari come elementi di connessione senza barriere.

Gli elementi costituenti gli shelter e la stazione possono aggregarsi secondo una metodologia semplice, dando luogo a spazi di qualità della realtà urbana.

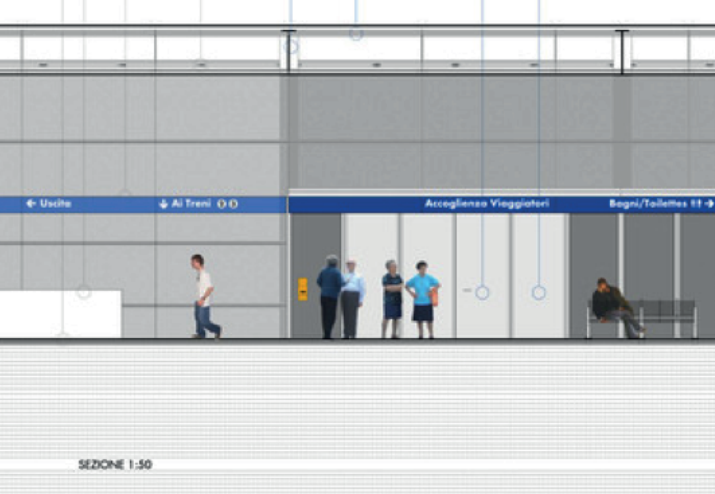
# L LAMA LINEA LETTERING

**Progettisti:**  
Colli Daniela Architetto  
Luca Galliano

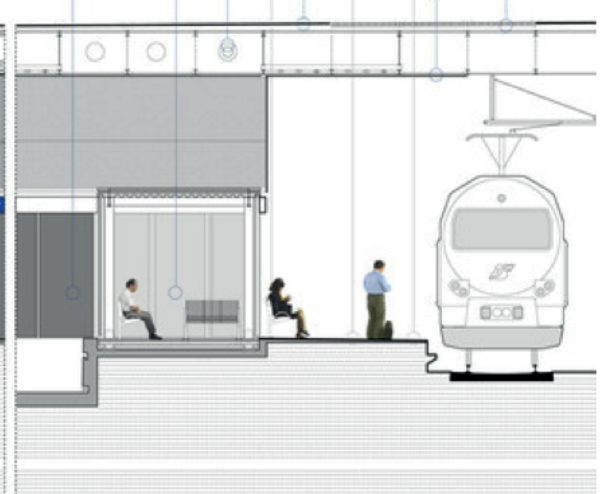


pavimentazione in granito finto di spazio  
 perimetrale a spessore 1,10 m  
 terra vegetativa 10 cm  
 EL. soffitti 100,1000' - max. sovr. 100,1000' - max. sovr. 100,1000' (EL. 100,1000')  
 solaio in cemento di spessore 1,10 m  
 sistema porte: terra e sistema sovr. 100,1000'  
 sistema sovr. terra 100,1000'  
 porta sovr. 100,1000' cm  
 sovr. terra 100,1000' cm

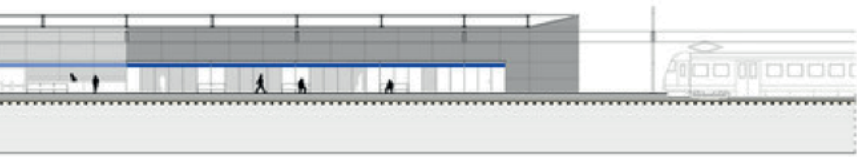
sovr. terra in terra sovr. 100,1000' cm  
 sistema sovr. terra, sovr. terra 100,1000' m  
 solaio in cemento - spessore 1,10 m  
 porta sovr. terra sovr. terra 100,1000' cm  
 sovr. terra in terra sovr. 100,1000' cm  
 solaio in cemento - spessore 1,10 m  
 sistema sovr. terra in terra sovr. 100,1000' cm  
 sovr. terra in terra sovr. 100,1000' cm



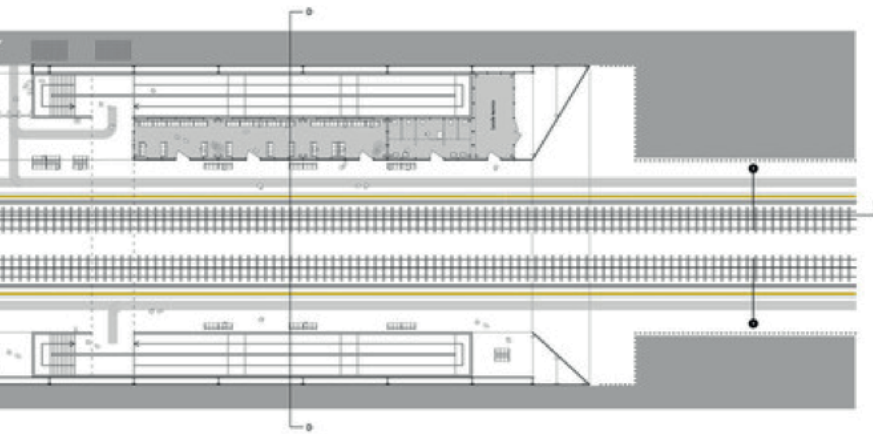
SEZIONE 1-50



## IL PROGETTO



Piccola stazione con più binari - SEZIONE FF 1:200



Fermata su linea a doppio binario / traffico regionale e metropolitano - FIANITA 1:200

# MISURARE IL TERRITORIO

Progettisti:  
M&A Architects

La stazione è concepita come un unico esterno / interno dove i volumi funzionali, necessariamente chiusi, sono elementi indipendenti e più bassi che preservano l'unitarietà e l'ampiezza dello spazio. Dalla semplice fermata alla stazione a più binari, la sezione della struttura a portali cresce modularmente secondo i diversi programmi funzionali.

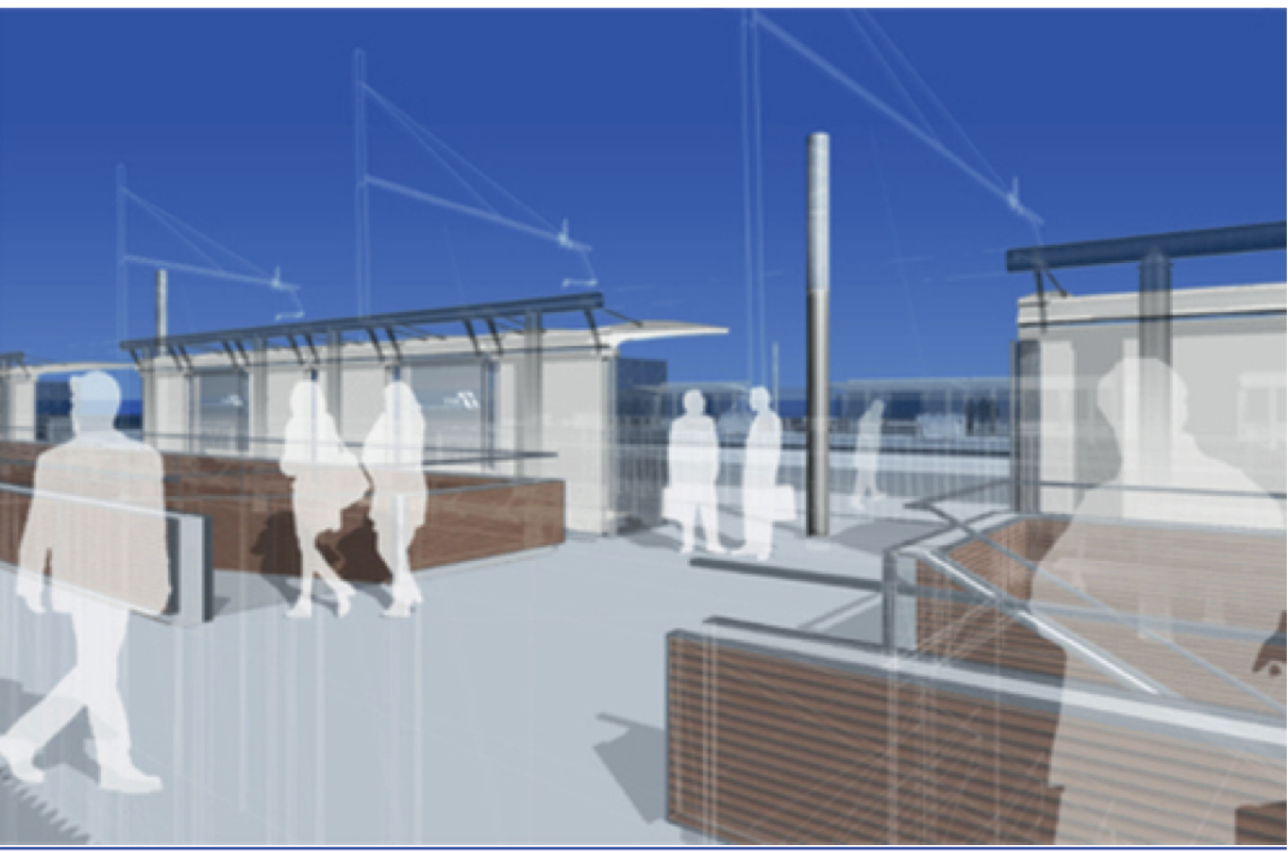
La struttura a portali varia per ampiezza e lunghezza crescente ed è rivestita da pannelli: nella soluzione proposta il rivestimento esterno è in laminato colorato per esterni, quello interno in rete stirata a maglia romboidale.

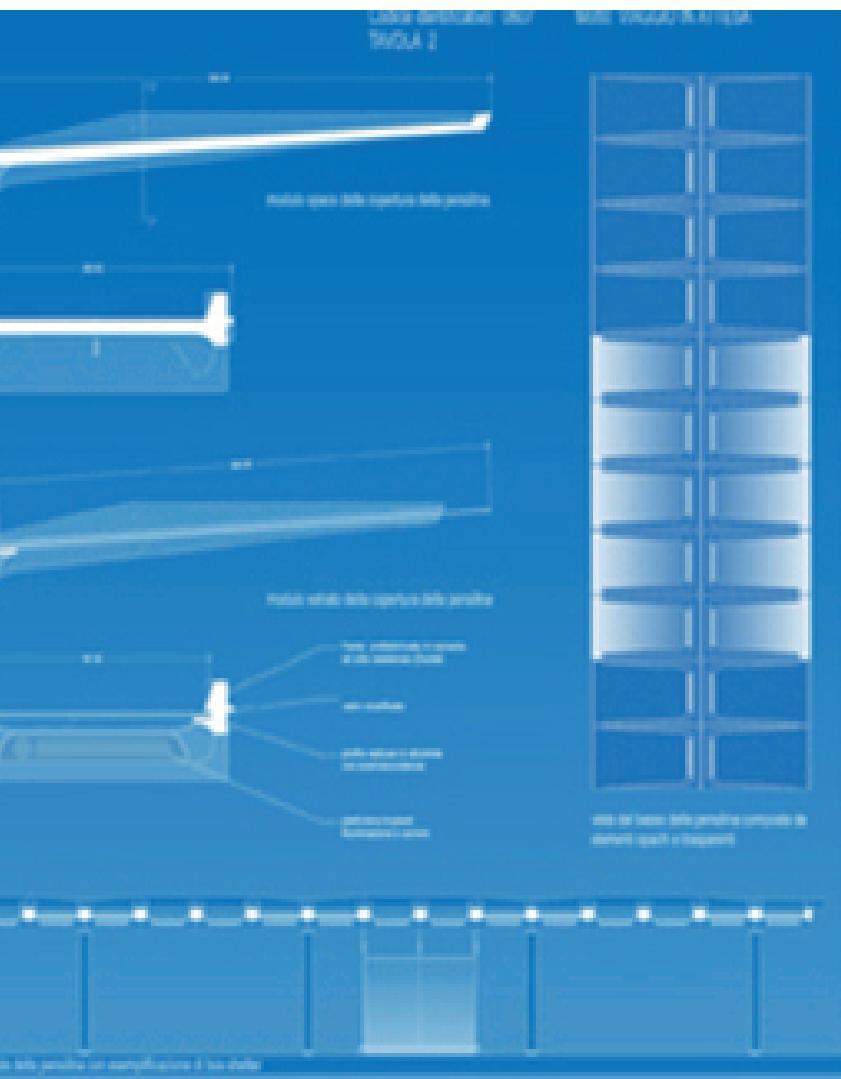
I gradi di permeabilità dei due rivestimenti (opaco il primo e semi-permeabile il secondo) esaltano la stereometria del volume all'esterno e permettono la lettura del sistema strutturale e delle parti costituenti all'interno; il sistema proposto permette inoltre d'immaginare rivestimenti alternativi al laminato per esterni, per adattare le stazioni alle condizioni climatiche dell'intera penisola e in relazione ai diversi contesti d'inserimento.

Nella trama dei pannelli modulari di copertura sono previsti lucernari per l'illuminazione diurna, tagli per l'aerazione e pannelli solari.

Nella sezione della struttura, infine, corrono i condotti degli impianti. Il sistema di risalita è addossato alla parete perimetrale della stazione in modo da poter disporre gli spazi funzionali parallelamente alla banchina d'attesa, in prossimità del corridoio libero.

La passerella è contenuta e sorretta dalla struttura dei portali.





## IL PROGETTO

La definizione degli elementi che compongono le fermate e le piccole stazioni ferroviarie è di grande complessità vista la molteplicità di temi che si intrecciano: design, flessibilità, materiali, modalità costruttive, sicurezza, comfort, resistenza, nonché manunnenibilità e antivandalismo. È evidente che solo una risposta congiunta a tutte queste tematiche può determinare il successo del progetto.

L'idea progettuale è quella di attingere semplicemente a questo patrimonio per costruire una famiglia di linee capaci di dare identità e riconoscibilità a tutte le componenti del sistema. Ne deriva un design coerente, delle linee fluide, morbide e leggere.

L'approccio progettuale, è l'attenzione verso le modalità di realizzazione. La soluzione adottata nel progetto è quella della prefabbricazione e montaggio a secco.

Infatti i principali elementi sono costituiti da una struttura un acciaio alla quale si agganciano i moduli prefabbricati generalmente in cemento fibrorinforzato. La ricerca dei materiali è stata dettata da un insieme di requisiti necessari legati agli aspetti materici, al tatto, ai colori ma soprattutto alla resistenza, durabilità e manutenibilità.

all'origine. L'illuminazione è un tema progettuale di vitale importanza per la riuscita del progetto. La nostra proposta è di creare spazi e oggetti illuminati e luminosi, combinando illuminazione diretta e indiretta, e aumentando così notevolmente il comfort luminoso. Il principio è quello del lavaggio luminoso delle superfici.

## VIAGGIO IN ATTESA

**Progettisti:**  
Paolo Colonna  
Antonio Belvedere



# 4 PICCOLE ECO-STAZIONI

Durante il percorso d'analisi ci siamo imbattuti in diversi riferimenti progettuali al fine di recepire gli elementi più importanti per la corretta progettazione del nuovo modello di stazione ferroviaria.

La ricerca si è concentrata in esempi dove l'importanza è stata attribuita soprattutto all'impatto ambientale, risparmio energetico, gestione dell'edificio e soluzioni tecnologiche innovative ed efficienti.

## ACCRINGTON STATION

L'Eco-Stazione di Accrington, la stazione ferroviaria interamente eco-sostenibile, si trova nella Contea del Lancashire, nell'Inghilterra nord-occidentale. L'edificio di nuova costruzione, che sostituisce la precedente stazione, è stata progettato e realizzato con lo scopo ridurre al minimo i consumi di energia e le emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera.

L'eco-stazione è stata costruita con materiali naturali e materiali riciclati, che saranno a loro volta riciclabili, nel caso in cui l'edificio dovesse essere smantellato. Inoltre, pur conservando tutti i requisiti necessari ad una infrastruttura ferroviaria, è stata progettata per armonizzarsi con le caratteristiche architettoniche del centro storico di Accrington.

Per la sua costruzione sono stati utilizzati legno (che garantisce un alto isolamento termico) e vetro, pietra arenaria recuperata in loco, nonché acciaio riciclato

e plastica riciclata di provenienza locale, al fine di evitare il più possibile le emissioni di carbonio legate alla produzione di nuovi materiali edilizi.

La nuova infrastruttura è dotata di pannelli fotovoltaici e solari che ne assicurano l'autosufficienza energetica e forniscono acqua calda sanitaria, di un sistema di aerazione e illuminazione naturale e di un sistema di raccolta dell'acqua piovana, utilizzata sia per gli scarichi dei servizi igienici sia per l'irrigazione delle piante. Intorno alla stazione sono stati realizzati una passerella pedonale sopraelevata, un ampio parcheggio per le biciclette, varie rampe di accesso per disabili e un'area verde, piantumata solo con specie autoctone e che necessitano di manutenzione limitata. Nel seminterrato dello stabile è stata ricavata anche un'aula didattica che, oltre ad illustrare tutte le fasi di progettazione e di costruzione dell'eco-edificio ad impatto zero, verrà utilizzata per sensibilizzare gli studenti inglesi all'uso intelligente delle risorse e al riciclo e riuso dei materiali.

La riduzione al minimo dell'impatto ambientale dell'edificio è stata tenuta in grande considerazione non solo in fase di costruzione, ma anche in vista del suo funzionamento. Infatti, attraverso la produzione di energia da fonti rinnovabili e la gestione oculata delle risorse idriche, vengono tagliati in modo sensibile i costi di gestione. Per questi motivi, l'Eco-Stazione di Accrington è stata classificata "eccellente" da BREEAM



*Fig. 4.1  
Vista eterna,  
Accrington station,  
(Inghilterra)*

(Building Research Establishment - Environmental Assessment Method), l'ente britannico preposto alla certificazione energetica degli edifici e accreditato a livello internazionale. L'ecostazione di Accrington non è solo un edificio proiettato verso il futuro, ma è anche un vero e proprio biglietto da visita per la città.

La nuova stazione è priva di impatti negativi sulla



Fig. 4.2  
Atrio,  
Accrington station,  
(Inghilterra)

salute, è accogliente, ventilata e dotata di tutti i comfort necessari per gli utenti del trasporto ferroviario. L'obiettivo primario del nuovo edificio ferroviario e delle strutture di scambio intermodale è quello di incoraggiare sempre più persone ad utilizzare le ferrovie nazionali, nonché di renderle sempre più accessibili ed eco-sostenibili.

### SISTEMA DI RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA

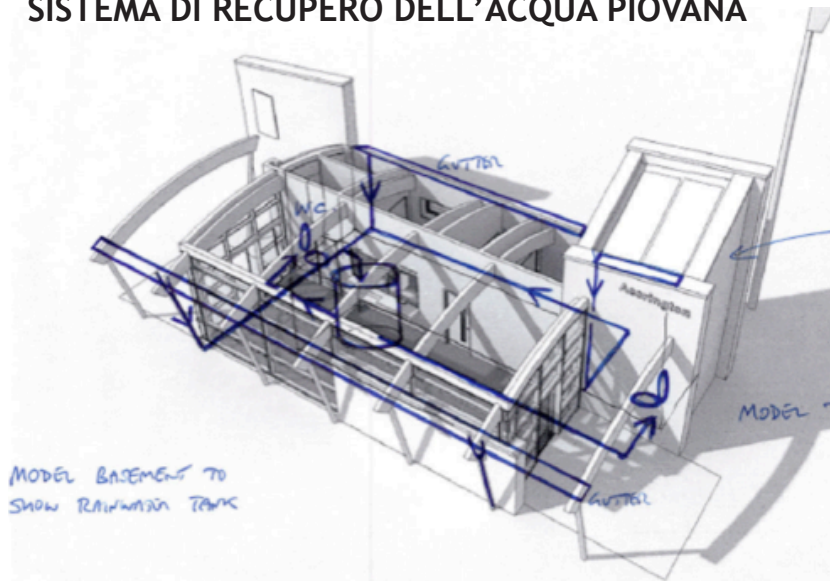


Fig. 4.2

### ISTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI

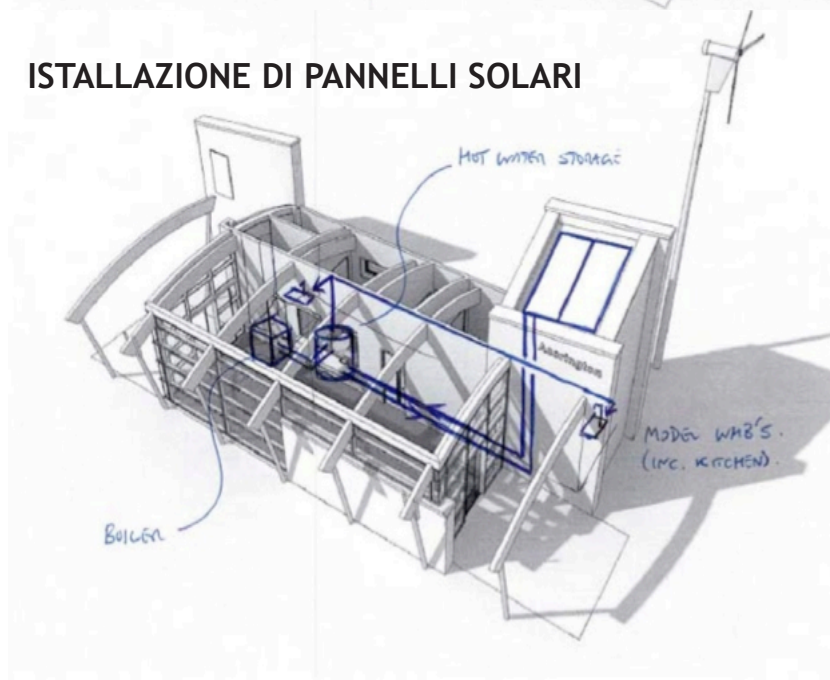


Fig. 4.3

t

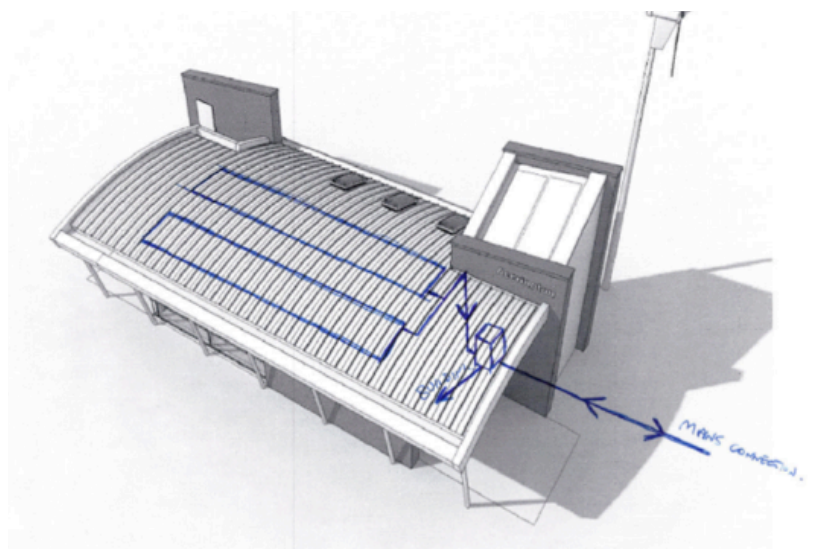


Fig. 4.4

## PLAUS STATION

Il “fabbricato viaggiatori” - ovvero la “stazione” nell’accezione comune - costituisce il principale, ma non l’unico, punto di contatto tra il complesso delle aree e delle funzioni ferroviarie e la città. Esso si apre verso la città ed è tipologicamente organizzato in modo da costituire il “fondale” di uno spazio urbano - il “piazzale” - che, a sua volta si caratterizza come il “terminale” del “viale” che conduce al centro- città.

La stazione di Plaus sorge sulla linea ferroviaria Merano-Malles (Val Venosta, Trentino Alto Adige) ed è stata progettata dalla studio di architettura D3 (Richard Veneri, Kathrin Gruber).

Si tratta di una piccola stazione ferroviaria eco-sostenibile su una linea a due binari di una rete ferroviaria di classe regionale. La stazione è stata progettata in modo da relazionare varie tipologie di mobilità: stradale, ciclabile, pedonale e ferroviaria ed è concepita anche per offrire a giovani fruitori (studenti, turisti, viaggiatori di passaggio) luoghi non solo di transito, ma di accoglienza e di aggregazione; spazi capaci di creare identificazione tra la stazione ed un piccolo centro giovanile per la comunità (per mostre, ascolto musica, aggregazione, lettura).



*Fig. 4.6  
Vista lato ferrovia  
Plaus station, (BZ)*



# 5

## IL MODELLO ARCHITETTONICO

### LA SCELTA

Il modello progettuale al quale facciamo riferimento è stato scelto per la sua semplicità strutturale, perchè le funzioni sono organizzate in modo ordinato e compatto, le principali caratteristiche sono pertanto la sua versatilità, duttilità e componibilità. Il progetto originale, così come da indicazioni fornite dal concorso, si presenta privo di ambientazione e orientamento, dovendo la stazione fungere da “modello nazionale”.

Il modello architettonico scelto si è classificato nei primi dieci del bando è stato progettato dallo studio Ruggero Lenci;

### L'IDEA

*Il ruolo funzionale delle piccole stazioni e fermate della rete ferroviaria italiana è inserito in un presente in continua trasformazione che, nel rispetto della tradizione, è fortemente indirizzato verso il futuro.*

*Il viaggio in treno - da quasi un secolo e mezzo ispiratore di idee individuali e collettive - richiede oggi l'ammodernamento di alcune strutture ferroviarie onde poter mantenere una corretta sintonia con i nuovi codici linguistici ambientali, di comfort e tecnologici imposti dalla società contemporanea. Il cambiamento dei lessici, di alcune strutture e accessori, quando avviene in modo coerente e adeguato rispetto alle*

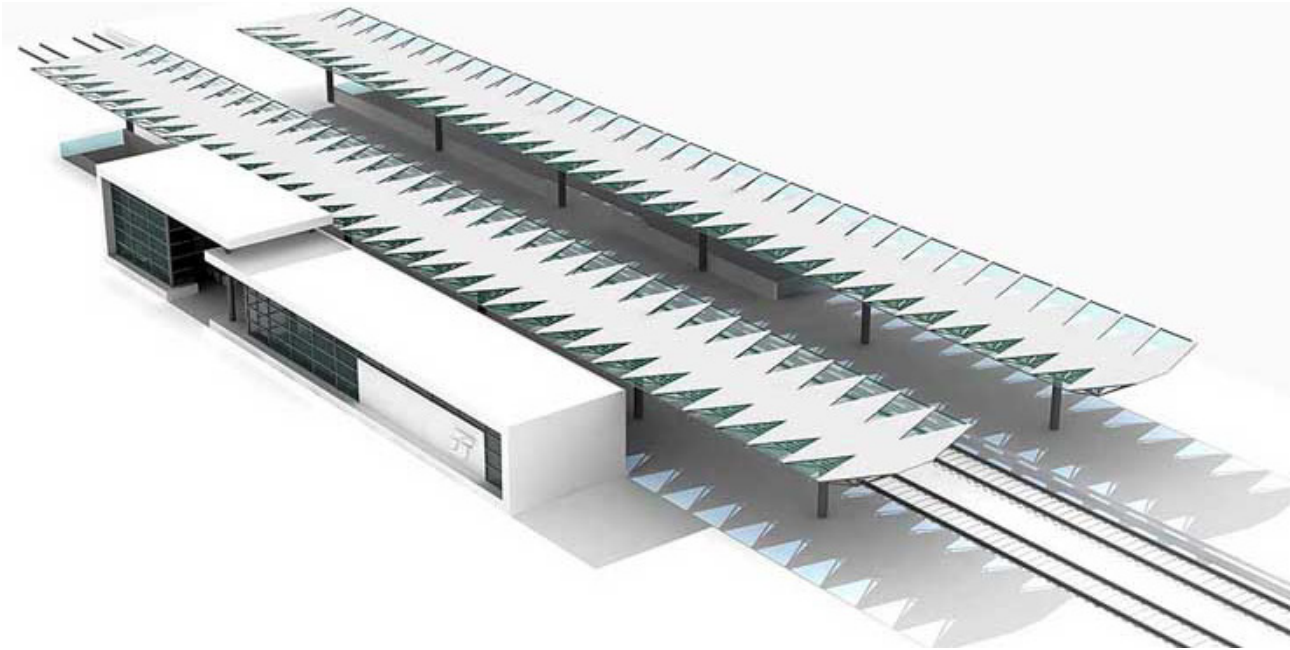


Fig. 5.1  
Vista aerea

*nuove necessità, dimostra attenzione alle esigenze del cittadino e produce un effetto comportamentale benefico per tutta la società.*

*Conseguentemente, ogni nuovo elemento è stato pensato per essere: “friendly” ovvero amichevole nei confronti della gente, e ciò si ottiene, oltre che con il design in generale, anche con la cura del particolare; “hard” ovvero solido e a prova di atti vandalici; “clear” ovvero chiaro nel messaggio estetico/tecnologico d’insieme e nella grafica.*

### **CRITERI PROGETTUALI**

*Motivato dai su esposti obiettivi concettuali, il presente progetto si compone di elementi invariati, costituiti a seconda dei casi da pensiline o da shelter, e da elementi duttili costituiti prevalentemente dalle recinzioni, dai tamponamenti e dal sistema degli arredi a crescita modulare.*

*La proposta, prefiggendosi l’obiettivo di realizzare strutture omogenee e riconoscibili come parte della Rete Ferroviaria Italiana, consiste nella messa a punto di un sistema, costituito da elementi aggregabili, aggiornato alle necessità attuali e alle tecnologie contemporanee. Tale sistema, in grado di fornire risposte idonee a una casistica molto ampia di situazioni ambientali tra di loro anche molto diversificate, produce configurazioni rispondenti ai seguenti tipi:*

- fermata su linea a semplice binario con marciapiede laterale;
- fermata su linea a doppio binario con marciapiedi laterali;
- piccola stazione con più binari e almeno un marciapiede a isola.

L'insieme architettonico/iconografico ripropone il marchio delle Ferrovie dello Stato. Anche qui è valida la precedente considerazione relativa ai braccioli.

### IL VOLUME

Volume chiuso per attività tradizionalmente ubicate nel fabbricato viaggiatori, tale volume è stato progettato in base a un modulo funzionale di 30 mq e, nella configurazione base, contiene le seguenti

Fig. 5.2  
Pianta e prospetto lato starda



dotazioni:

- piccola attività commerciale, 30 mq;
- ambiente per l'attesa, 60 mq;
- servizi igienici aperti al pubblico, 30 mq;
- vano chiuso al pubblico, funzionale all'esercizio ferroviario e per gli apparati tecnologici.

Da un punto di vista compositivo l'insieme volumetrico e figurativo è stato ideato tenendo conto dell'esigenza di realizzare un portale d'ingresso che identifichi, caratterizzi e protegga dal sole e dalla pioggia il punto di accesso alla stazione.

L'altezza del solaio di copertura del varco e dell'esercizio commerciale ha luogo a una quota superiore rispetto a quella del resto del fabbricato e pertanto i rispettivi cornicioni non si incontrano. Ciò produce uno sfalsamento di linee architettoniche che rimanda all'idea dello scambio dei binari ferroviari.

La copertura e le testate del volume sono opache, come in un nastro che si svolge, mentre i fronti longitudinali sono prevalentemente trasparenti con lastre vetrate disposte orizzontalmente. Sotto il portale d'ingresso sono ubicate le emettitrici e le obliterate dei biglietti e gli eventuali tornelli per il controllo degli accessi.

Da un punto di vista strutturale tale volume può essere realizzato sia in cls armato sia in profili di acciaio, e non richiede la presenza di eccessive fondazioni o travature. I materiali di costruzione sono stati ipotizzati e dotti secondo confronti.

Ruggero Lenci Architects

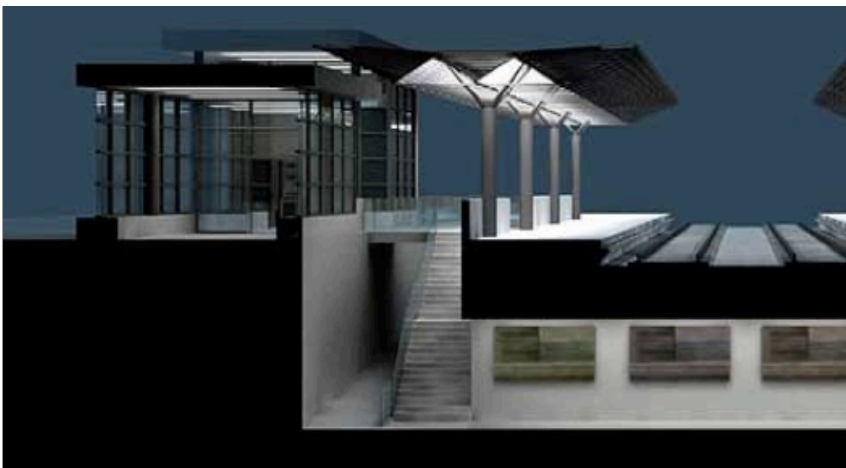
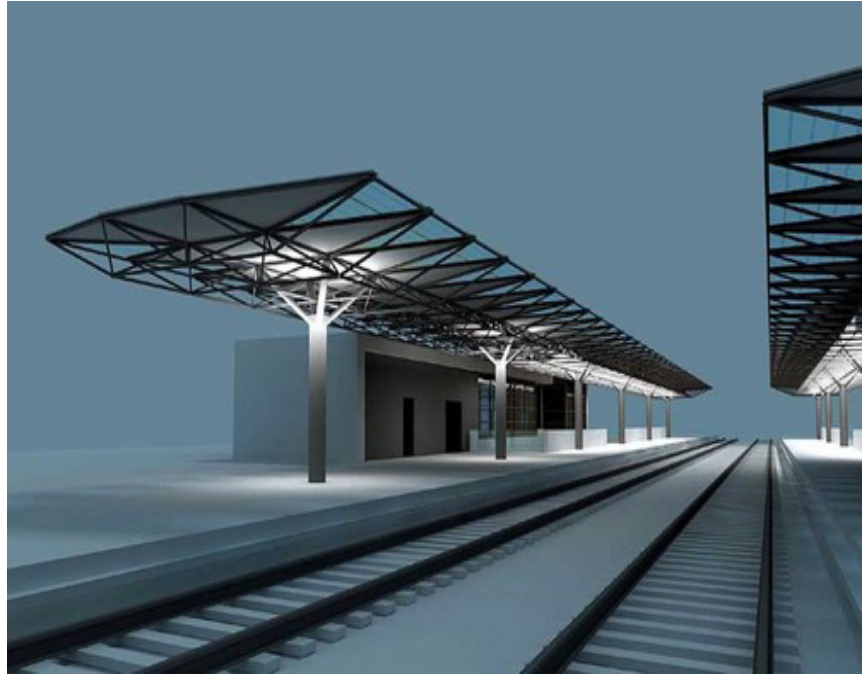


Fig. 5.3  
Spaccato assonometrico



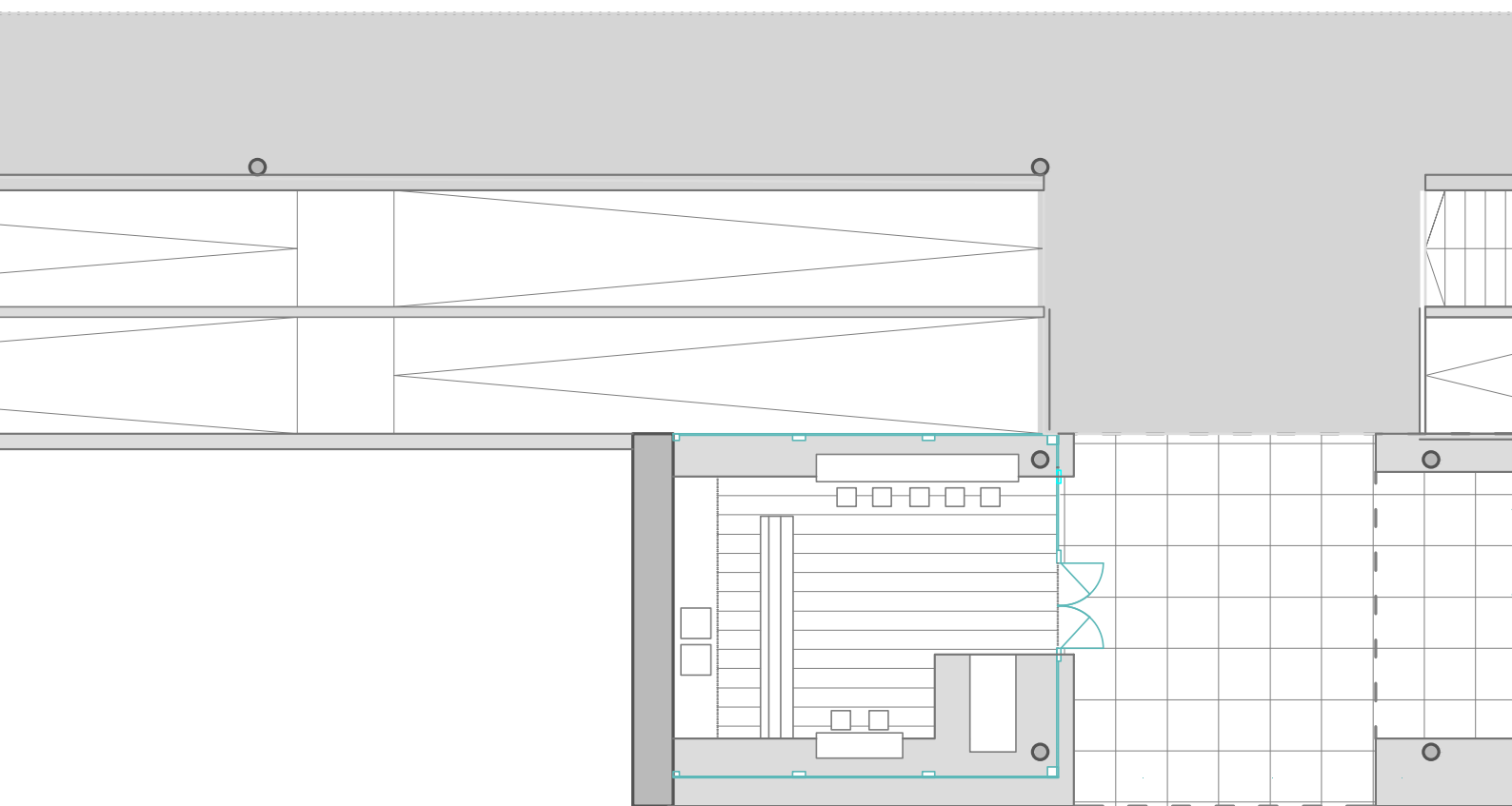
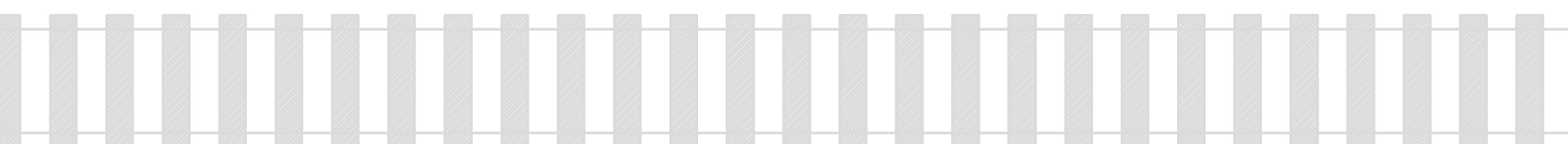
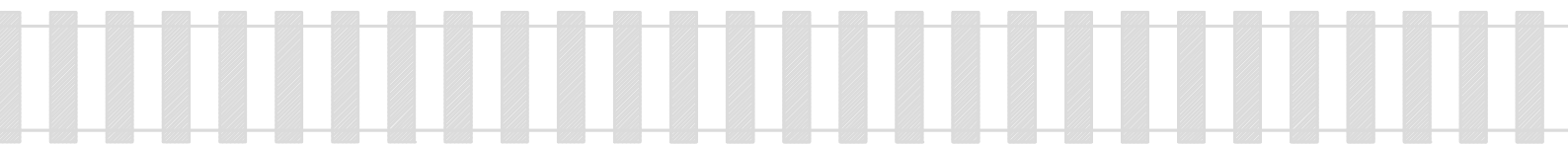
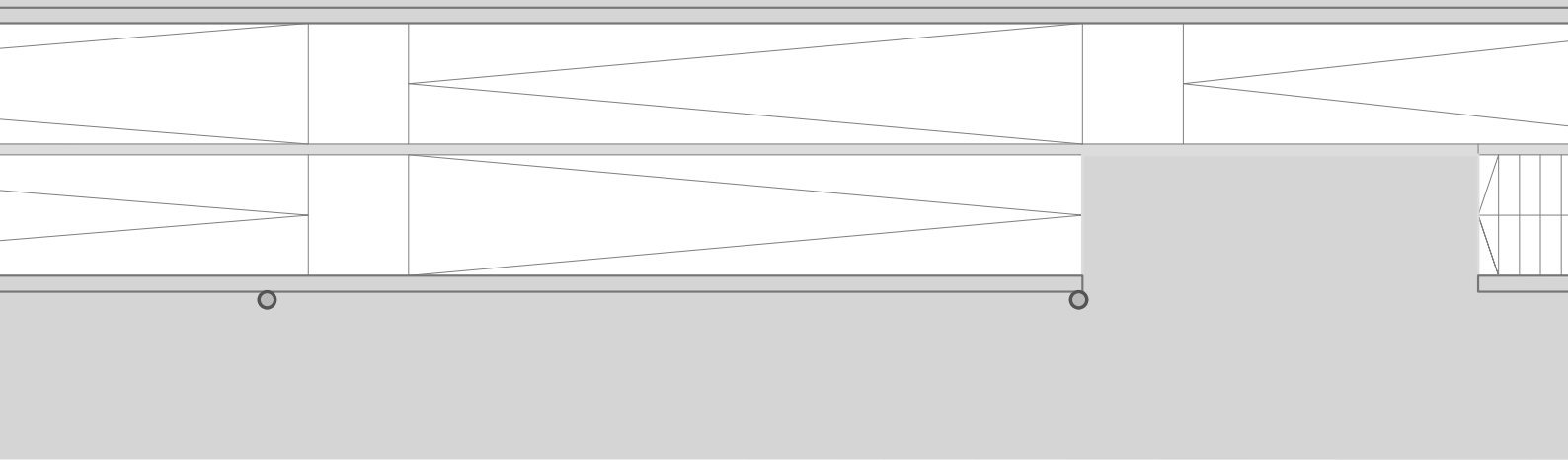
*Fig. 5.4*  
*Vista lato ferrovia*

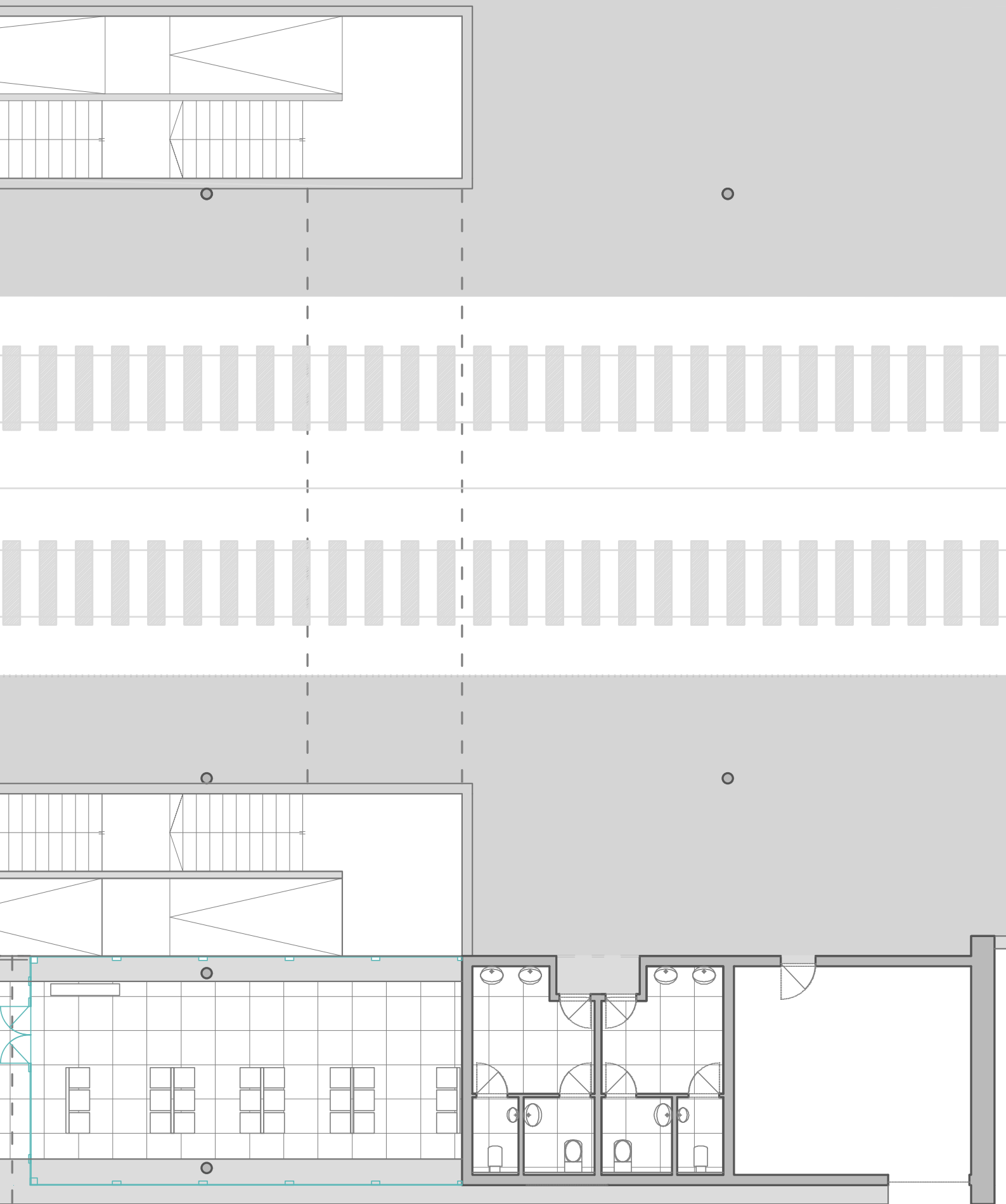


## 5.2 TAVOLE STATO DI FATTO

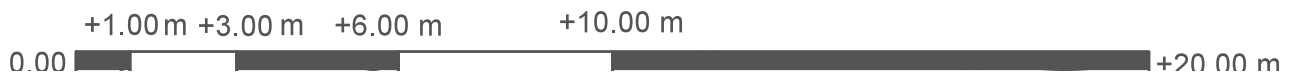
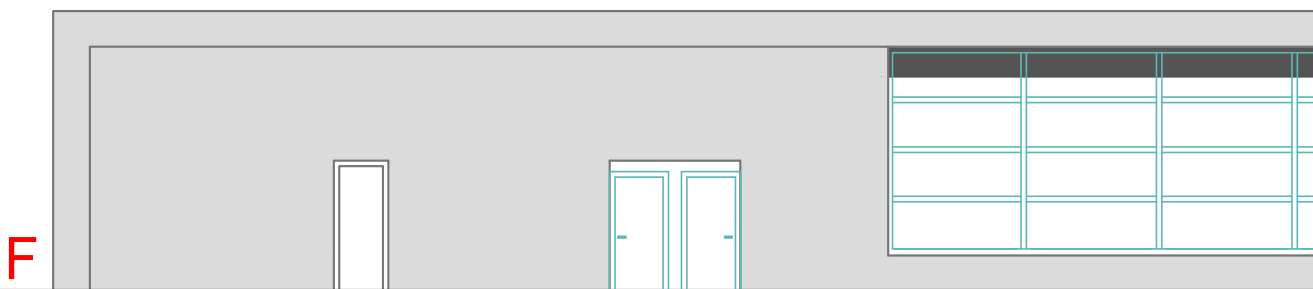
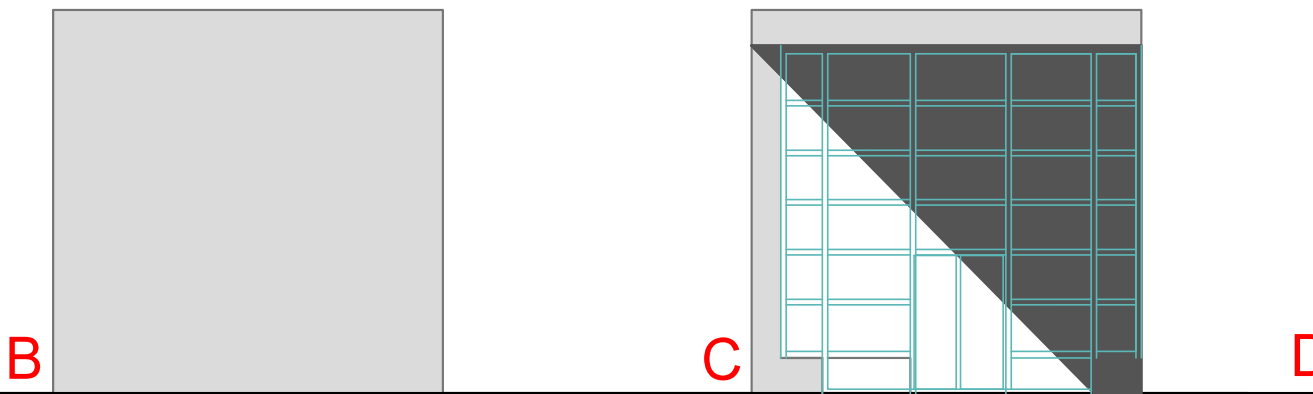
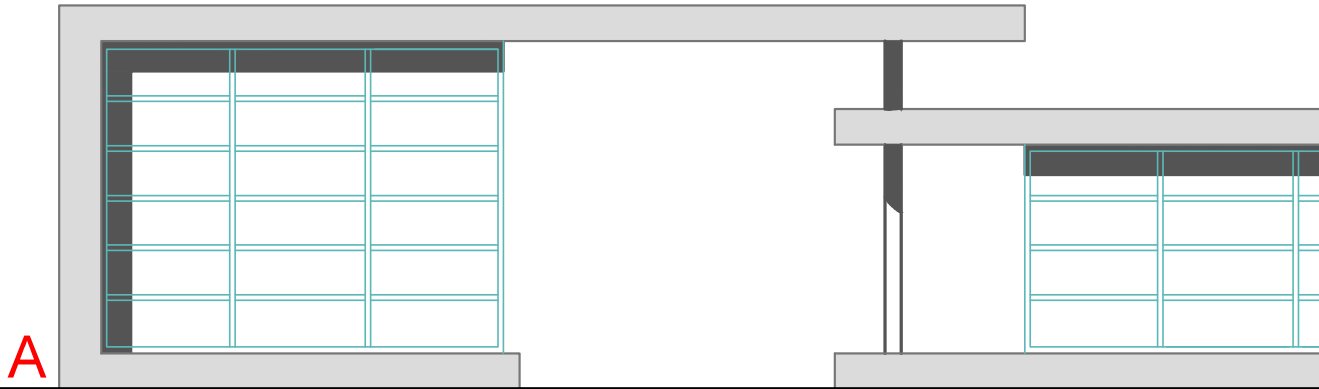
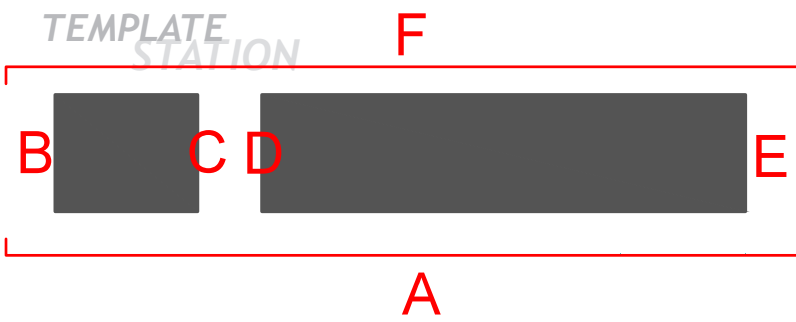
Tavola 1. PIANTA

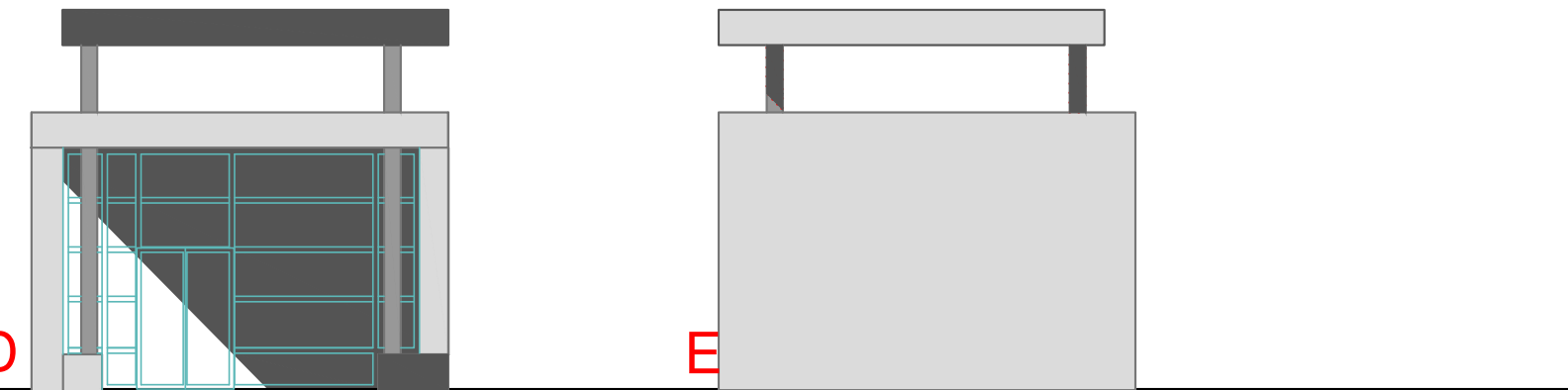
Tavola 2. PROSPETTI





TEMPLATE  
STATION







parte **III**  
**IL PROGETTO**

**6. IL CONCEPT**

- 6.1 GEOMETRIA E FORMA
- 6.2 DISPERSIONI TERMICHE
- 6.3 APPORTI SOLARI
- 6.4 SIMULAZIONE DINAMICA
- 6.5 VENTILAZIONE
- 6.6 SCHERMATURE ESTIVE
- 6.7 ILLUMINOTECNICA

**7. TEMPLATE STATION**

- 7.1 TAVOLE
- 7.2 ACCESSI E PASSAGGI
- 7.3 SOLUZIONI DI ORIENTAMENTO



# 6

## IL CONCEPT

### 6.1 GEOMETRIA E FORMA

Per rendere la stazione ferroviaria un edificio modello a basso impatto ambientale, con soluzioni tecnologiche avanzate per un risparmio energetico e gestionale, ricorriamo a diverse modifiche a partire dalla forma.

Per migliorare la geometria della stazione è stato necessario apporre delle modifiche per renderla più compatta e meno disperdente.

I criteri di forma consentono di confrontare il comportamento termico di soluzioni costruttive morfologicamente diverse, prescindendo da tutte le altre caratteristiche quali isolamento termico e condizioni climatiche.

Abbiamo quindi paragonato le geometrie dello stato di fatto con quelle dello stato di progetto, confrontandole inoltre con il “corpo ideale” rappresentato dall’edificio a base quadrata così da avere un gap per le osservazioni di miglioramento.

## CRITERI DI FORMA

### RIDUZIONE DELL'ALTEZZA

Il volume minore è stato abbassato da 7,10m a 3,80m perché risultava sovradimensionato con un'altezza superflua, mentre il volume maggiore è stato portato da un'altezza di 5,10m a 4,70m. Pur avendo modificato la forma della stazione rendendola più efficiente, le funzioni interne sono rimaste invariate.

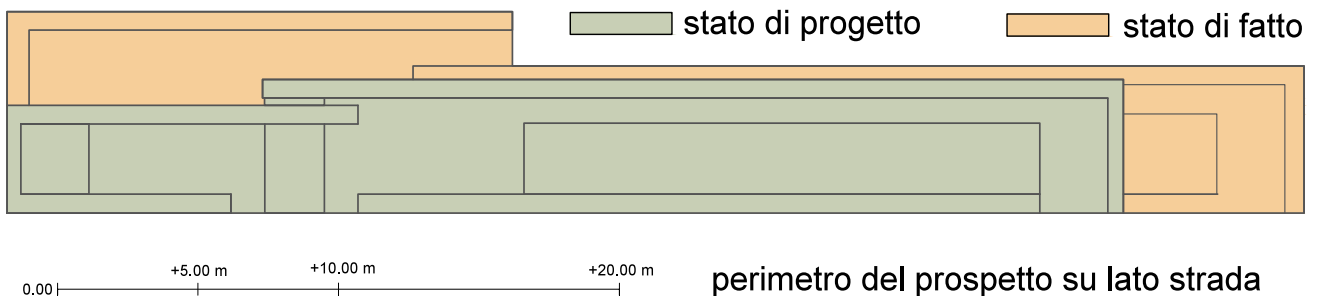
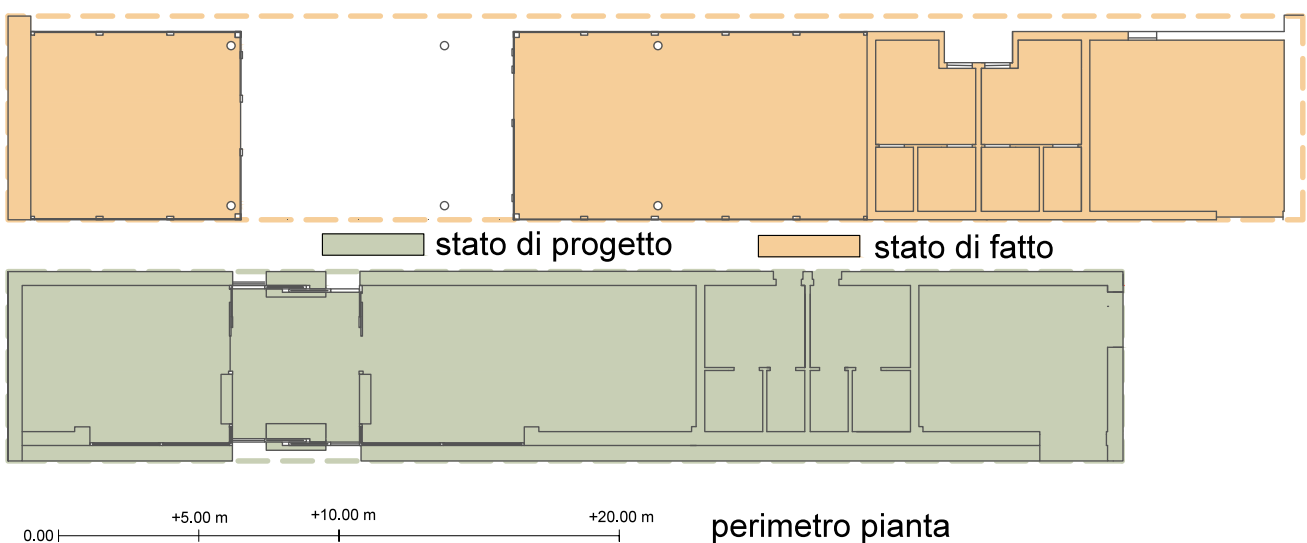


Fig. 6.1

### RIDUZIONE DELLA DISPERSIONE LATERALE

Per ridurre maggiormente le dispersioni perimetrali si cerca di avere meno pareti possibili esposte verso l'ambiente esterno. Attualmente ci sono due corpi distinti attraversati dal passaggio che conduce ai binari, per far sì che la struttura sia più efficiente unifichiamo i due volumi creandone uno solo cosicché le pareti verso l'esterno risultino 4 anziché 6, con la conseguenza però dell'ingrandimento di due di esse che risolveremo nel prossimo punto.

Fig. 6.2



## RIDUZIONE DELLA SUPERFICIE

Dopo aver unificato i due corpi è aumentata l'area delle due pareti più lunghe e modificando in maniera svantaggiosa il volume, per porre un rimedio e far sì che tutte le modifiche attuate fino ad ora risultino efficaci decidiamo di diminuire la superficie del 13,5%, la percentuale risultata da uno studio effettuato sulla progettazione e disposizione degli spazi interni della stazione potendo concludere che la stazione anche diminuendo alcuni spazi superflui interni ad essa risulta comunque efficiente e funzionale.

## ANALISI SUI RAPPORTI

il rapporto è un parametro estremamente importante perché, mettendo in relazione due semplici caratteristiche geometriche, è capace di esprimere l'attitudine di un corpo a disperdere il calore contenuto al suo interno.

### RAPPORTO SUP. DISPERDETE / VOLUME

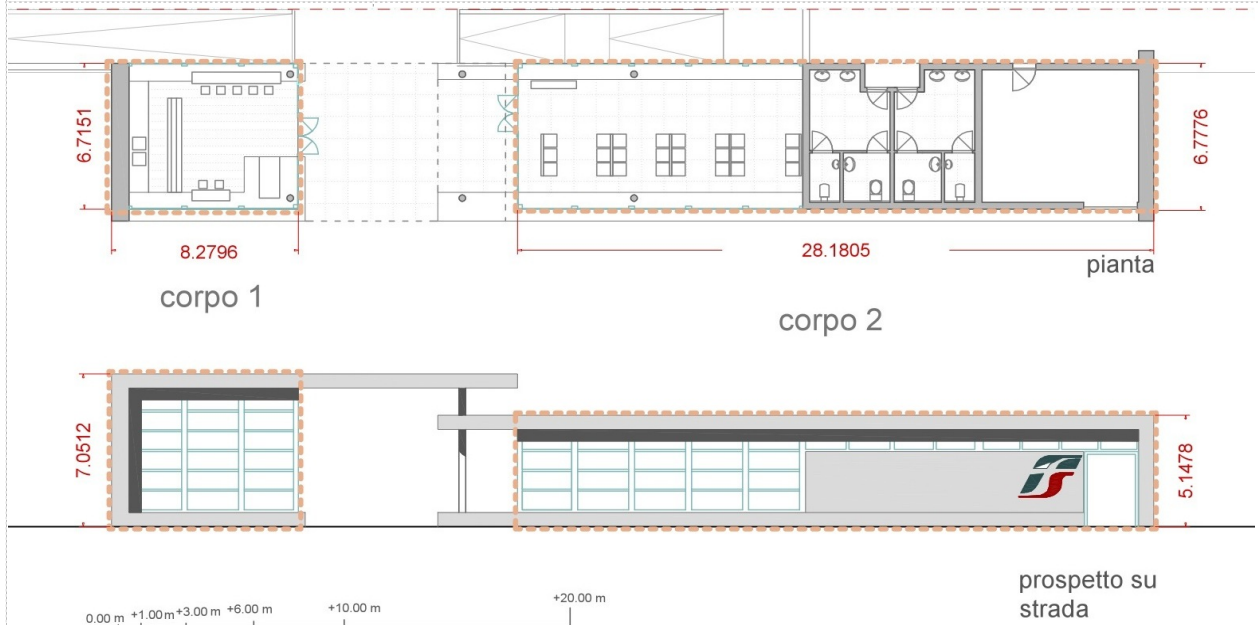
Il fattore di forma in termotecnica è il rapporto tra la superficie esterna ( $S_d$ ) di un corpo (ad esempio un edificio) ed il volume in esso racchiuso ( $V$ ).

### RAPPORTO SUP. LATERALE / SUP. DISPERDENTE

Il rapporto  $S_c/S_d$  è un'ulteriore verifica che decidiamo di fare per valutare se il nuovo fattore di forma dato alla stazione risulta essere migliorato rispetto a quella attuale presa in considerazione. ( $S_c$ ) Per superficie calpestabile. Per superficie disperdente ( $S_d$ ) intendiamo tutte le pareti del nostro involucro a contatto con l'ambiente esterno, quali, area di copertura, area di pavimentazione, area di chiusura verticale.

Riportiamo di seguito tutte le tabelle dell'analisi sui rapporti.

STATO DI FATTO SUP. DISPERDENTE / VOLUME



SUPERFICIE DISPERDENTE

	altezza (m)	irghezza (m)	n° elementii	Tot. parziale (mq)
<b>Superficie corpo 1</b>				
Pavimento/copertura	6,7	8,3	2	111,22
Pareti N-S	7,1	8,3	2	117,86
Pareti O-E	7,1	6,7	2	95,14
<b>Superficie corpo 2</b>				
Pavimento/copertura	6,8	28,2	2	383,52
Pareti N-S	5,1	28,2	2	287,64
Pareti O-E	5,1	6,8	2	69,36
<b>Totale Superficie</b>				<b>1064,74</b>

SUPERFICIE LATERALE

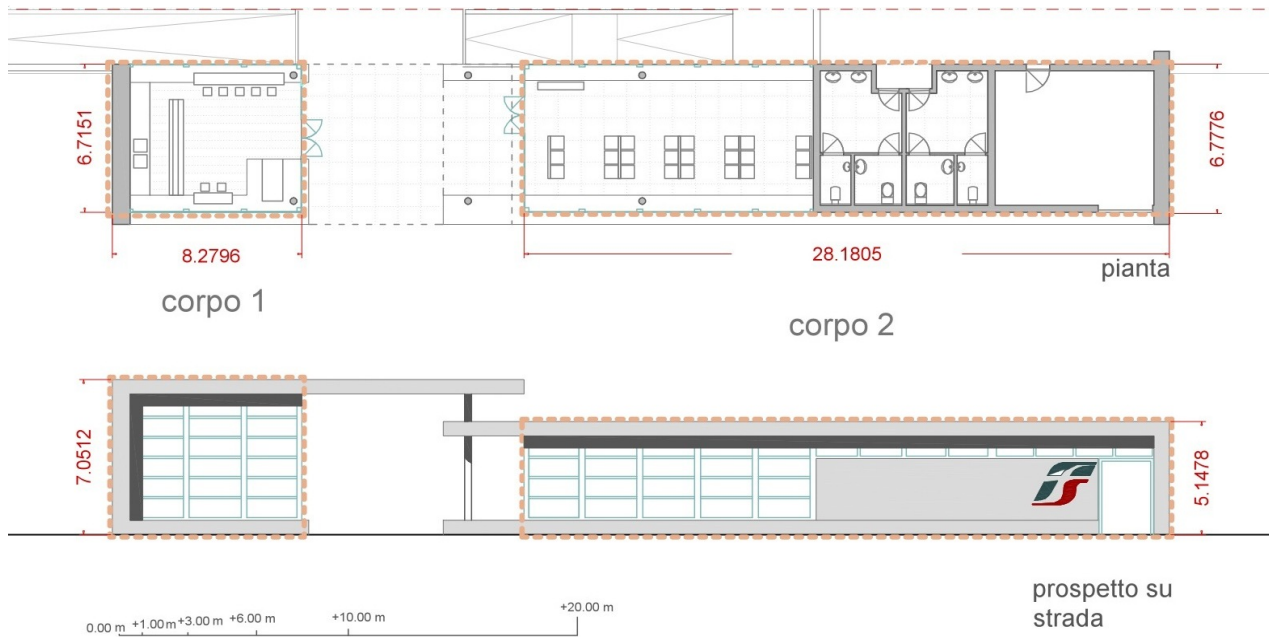
	altezza (m)	irghezza (m)	n° elementii	Tot. parziale (mc)
<b>Superficie corpo 1</b>				
	7,1	8,3	2	117,86
	7,1	6,7	2	95,14
<b>Superficie corpo 2</b>				
	5,1	28,2	2	287,64
	5,1	6,8	2	69,36
<b>Totale Superficie laterale</b>				<b>570</b>

RAPPORTO STATO DI FATTO

	Sup lat (mq)	Sup dis (mq)	TOTALE
Sup. Laterale / Sup. disperdente	570	1064.74	0.535

Tab. 6.1

STATO DI FATTO SUP. LATERALE / SUP. DISPERDENTE



SUPERFICIE DISPERDENTE

	altezza (m)	larghezza (m)	n° elementii	Tot. parziale (mq)
<b>Superficie corpo 1</b>				
Pavimento/copertura	6,7	8,3	2	111,22
Pareti N-S	7,1	8,3	2	117,86
Pareti O-E	7,1	6,7	2	95,14
<b>Superficie corpo 2</b>				
Pavimento/copertura	6,8	28,2	2	383,52
Pareti N-S	5,1	28,2	2	287,64
Pareti O-E	5,1	6,8	2	69,36
<b>Totale Superficie</b>				<b>1064,74</b>

VOLUME

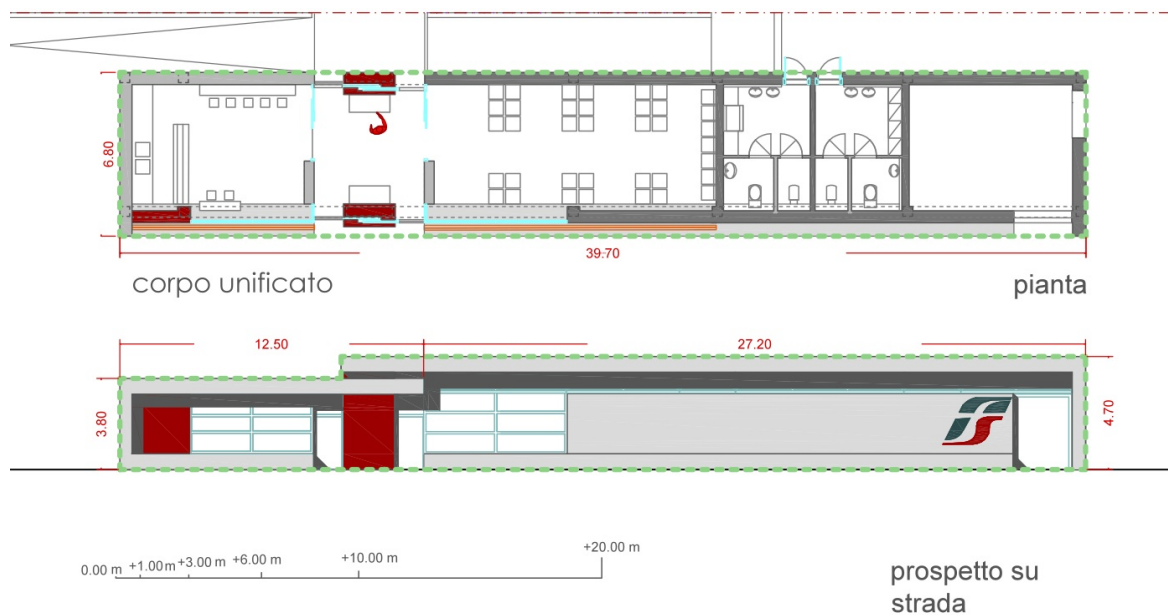
	altezza (m)	larghezza (m)	profondità (m)	Tot. parziale (mc)
<b>Volume corpo 1</b>				
	7,1	8,3	6,7	394,831
<b>Volume corpo 2</b>				
	5,1	28,2	6,8	191,76
<b>Totale Volume</b>				<b>977,976</b>

RAPPORTO STATO DI FATTO

	Superficie (mq)	Volume (mc)	TOTALE
Sup. disperdente / Volume	1064,74	977,976	1,089

Tab. 6.2

STATO DI PROGETTO SUP. DISPERDENTE / VOLUME



SUPERFICIE DISPERDENTE

	altezza (m)	larghezza (m)	n° elementi	Tot. parziale (mq)
<b>Superficie corpo 1</b>				
Pavimento/copertura	6,8	12,5	2	170
Pareti N-S	3,8	12,5	2	95
Pareti O-E	3,8	6,8	2	51,68
<b>Superficie corpo 2</b>				
Pavimento/copertura	6,8	27,2	2	369,92
Pareti N-S	4,7	27,2	2	255,68
Pareti O-E	4,7	6,8	2	63,92
<b>Totale Superficie</b>				<b>1006,2</b>

SUPERFICIE LATERALE

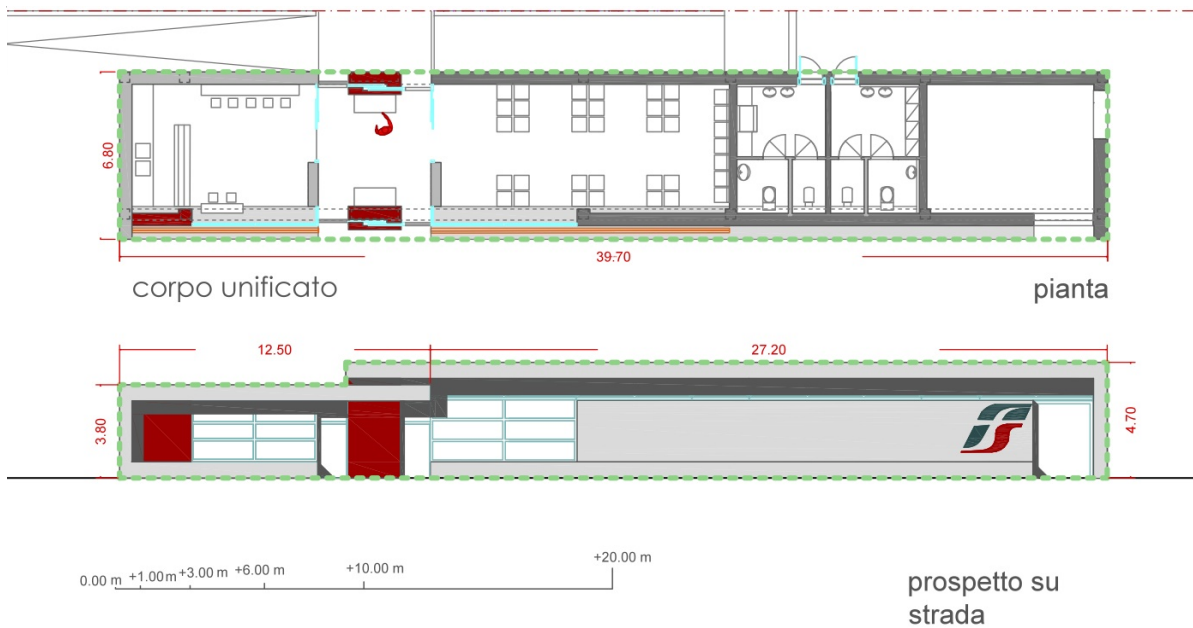
	altezza (m)	larghezza (m)	n° elementi	Tot. parziale (mc)
<b>Superficie corpo 1</b>				
	3,8	12,5	2	95
	3,8	6,8	2	51,68
<b>Superficie corpo 2</b>				
	4,7	27,2	2	255,68
	4,7	6,8	2	63,92
<b>Totale Superficie laterale</b>				<b>466,28</b>

RAPPORTO STATO DI PROGETTO

	Sup cal (mq)	Sup dis (mq)	TOTALE
Sup. Laterale / Sup. Disperdente	466,28	1006,2	0,463

Tab. 6.3

STATO DI PROGETTO SUP. LATERALE / SUP. DISPERDENTE



SUPERFICIE DISPERDENTE

	altezza (m)	larghezza (m)	n° elementi	Tot. parziale (mq)
<b>Superficie corpo 1</b>				
Pavimento/copertura	6,8	12,8	2	174,08
Pareti N-S	3,8	12,8	2	97,28
Pareti O-E	3,8	6,8	2	51,68
<b>Superficie corpo 2</b>				
Pavimento/copertura	6,8	27,2	2	369,92
Pareti N-S	4,7	27,2	2	255,68
Pareti O-E	4,7	6,8	2	63,92
<b>Totale Superficie</b>				<b>1012,56</b>

VOLUME

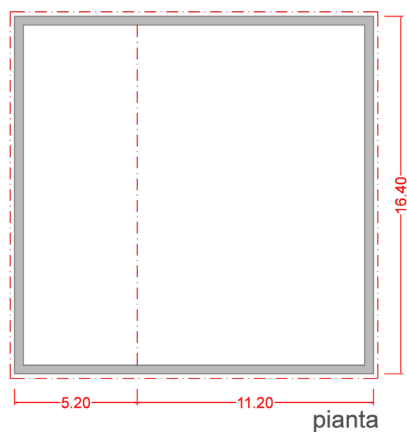
	altezza (m)	larghezza (m)	profondità (m)	Tot. parziale (mc)
<b>Volume corpo 1</b>				
	3,8	8,3	6,8	214,472
<b>Volume corpo 2</b>				
	4,7	27,2	6,8	869,312
<b>Totale Volume</b>				<b>1083,784</b>

RAPPORTO STATO DI PROGETTO

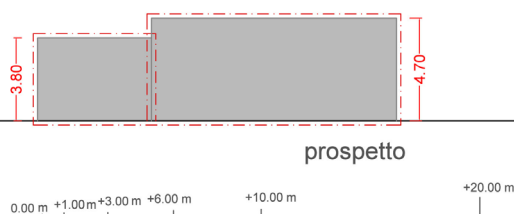
	Superficie (mq)	volume (mc)	TOTALE
Sup. disperdente / Volume	1012,56	1083,784	0,934

Tab. 6.4

GEOMETRIA IDEALE SUP. DISPERDENTE / VOLUME



CORPO IDEALE



prospetto

SUPERFICIE DISPERDENTE IDEALE

	altezza (m)	larghezza (m)	n° elementi	Tot. parziale (mq)
<b>corpo ideale quadrto</b>				
Pavimento/copertura	16,4	5,2	2	170,56
Pareti N-S	3,8	16,4	2	124,64
Pareti O-E	3,8	5,2	2	39,52
<b>Superficie corpo 2</b>				
Pavimento/copertura	16,4	11,2	2	367,36
Pareti N-S	4,7	16,4	2	154,16
Pareti O-E	4,7	11,2	2	105,28
<b>Totale Superficie</b>				<b>961,52</b>

VOLUME

	altezza (m)	larghezza (m)	profondità (m)	Tot. parziale (mc)
<b>Volume corpo 1</b>				
	3,8	16,4	11,2	697,984
<b>Volume corpo 2</b>				
	4,7	16,4	5,2	400,816
<b>Totale Volume</b>				<b>1083,784</b>

RAPPORTO MIGLIORE

	Superficie (mq)	Volume (mc)	TOTALE
Sup. Laterale / Volume	961,52	1083,784	0,887

Tab. 6.5

## COSIDERAZIONI SUI RISULTATI DEI RAPPORTI DI FORMA

Il fine è stato di rendere l'edificio più compatto, *la compattezza di un edificio è un parametro che ne influenza le prestazioni energetiche: minore è, a parità di volume, la sua superficie esposta all'esterno, più un edificio è compatto. Quindi più un edificio è compatto e migliore possiamo considerarlo dal punto di vista energetico.*

Per quanto riguarda il rapporto SUP.LATERALE/SUP. DISPERDENTE, passiamo da un valore di 0,535 ad un valore di 0,463 (-14%);

Il valore SUP.DISPERDENTE/VOLUME passa da un valore di 1,089 a un valore di 0,934 (-15%);

	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO	$\Delta$	%
SUP.LATERALE/SUP.DISPERDENTE	0,535	0,463	0,072	-14%
SUP.DISPERDENTE/VOLUME	1,089	0,934	0,155	-15%

Considerando il fattore che il corpo si debba estendere in lunghezza in direzione dei binari l'abbiamo confrontato con il "corpo ideale" che rappresenta la struttura con i due corpi con altezze e superfici corrispondenti allo stato di progetto, ma entrambi con i lati della stessa lunghezza, ne è risultato un valore di SUP.DISPERDENTE/VOLUME 0,887, il valore SUP. DISPERDENTE/VOLUME STATO DI PROGETTO - SUP. DISPERDENTE/VOLUME CORPO IDEALE = 0,047.

	STATO DI PROGETTO	CORPO IDEALE	$\Delta$	%
SUP.DISPERDENTE/VOLUME	0,934	0,887	0,047	-6%

Ne risulta un  $\Delta$  SUP.DISPERDENTE/VOLUME (STATO DI PROGETTO; CORPO IDEALE) del 30% rispetto al  $\Delta$  SUP.DISPERDENTE/VOLUME (STATO DI FATTO; STATO DI PROGETTO) mentre il primo ha un valore di 0.155 (-15%) il secondo è di 0.047 (-6%);

## 6.2 DISPERSIONI TERMICHE

La progettazione di una qualsiasi struttura deve avere come obiettivo finale il raggiungimento della qualità dell'edificio ai fini dell'abitabilità e fruibilità dei suoi spazi. Uno degli aspetti più importanti è sicuramente il comfort termico degli ambienti interni, che può essere raggiunto attraverso la corretta progettazione dell'isolamento termico, finalizzata alla limitazione delle dispersioni termiche.

Il calore si sposta infatti, in modo naturale, dalle zone ad alta temperatura verso le zone a temperatura più bassa. Per questo motivo, durante l'inverno, il calore delle nostre case tende a "sfuggire" verso l'esterno, mentre nei periodi estivi tende ad entrarvi. Il flusso di trasferimento può essere rallentato controllato attraverso l'utilizzo di opportuni materiali isolanti che, in virtù delle loro caratteristiche fisiche, si oppongono al passaggio del calore, consentendo di mantenere costante la temperatura, e di conseguenza il comfort abitativo degli ambienti interni.

Una struttura correttamente isolata termicamente consente un risparmio dei costi per la climatizzazione e rende un maggiore benessere abitativo percepito.

CALCOLIAMO IL COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE TRA INTERNO ED ESTERNO TRAMITE LA FORMULA:

$$HT = \sum AL,k * UC,k * FT,k$$

dove:

*HT* = è il coefficiente di scambio termico per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [W/K];

*AL,k* = è l'area lorda della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [m<sup>2</sup>];

*UC* = è la trasmittanza termica media, eventualmente corretta, della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];

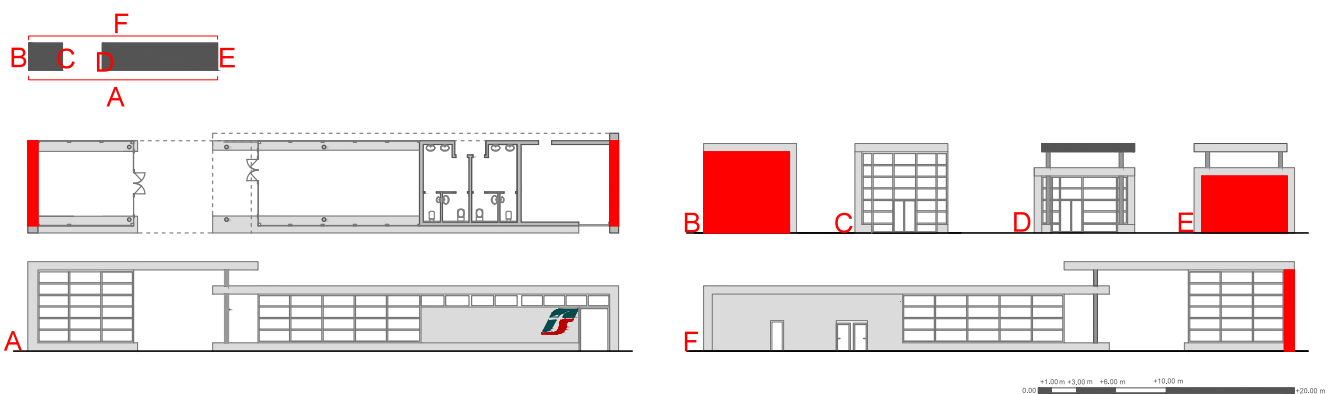
*FT,k* = è il fattore correttivo da applicare a ciascuna struttura k-esima così da tener conto delle diverse condizioni di temperatura degli ambienti con cui essi sono a contatto;

*k* = è il numero delle strutture disperdenti.

STATO DI FATTO

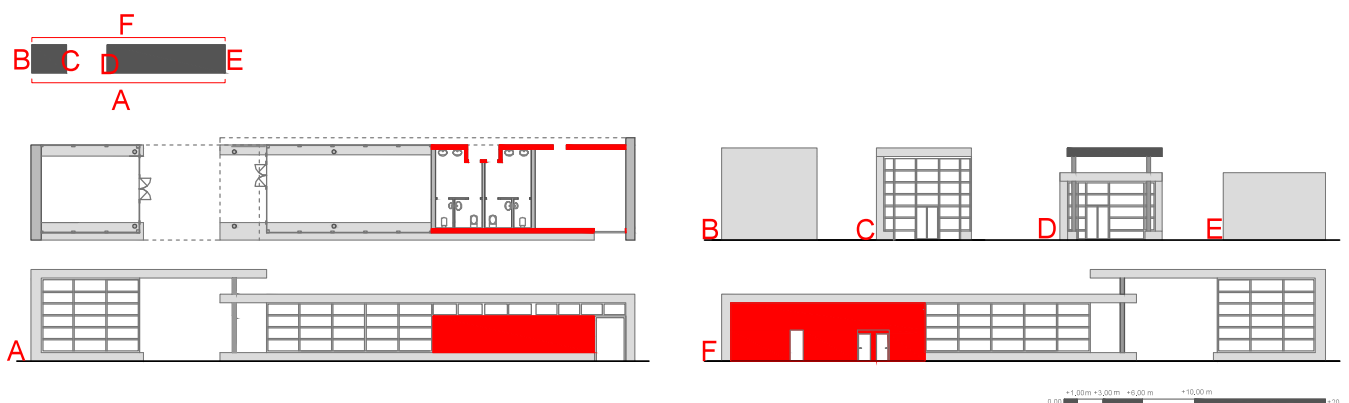
PARETE TIPO 1		sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)
int	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014 UNI 10351
	calcestruzzo	0,450	0,730	0,616 UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,080	0,035	2,286 UNI 10351
	mattone	0,120	0,250	0,480 UNI 10351
est.	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014 UNI 10351
mq.tot				74,290
R				3,410
tot.(mqK/W)				

U (W/mqK) 0,293



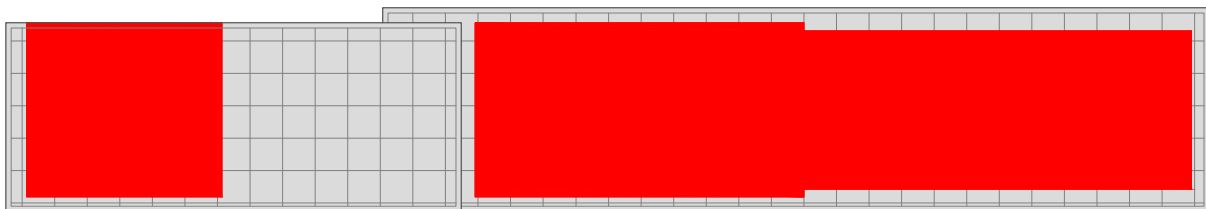
PARETE TIPO 2		sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)
int	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014 UNI 10351
	mattone	0,120	0,250	0,480 UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,080	0,035	2,285 UNI 10351
	mattone	0,055	0,250	0,220 UNI 10351
est	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014 UNI 10351
mq.tot				92,730
R				3,013
tot.(mqK/W)				

U (W/mqK) 0,332

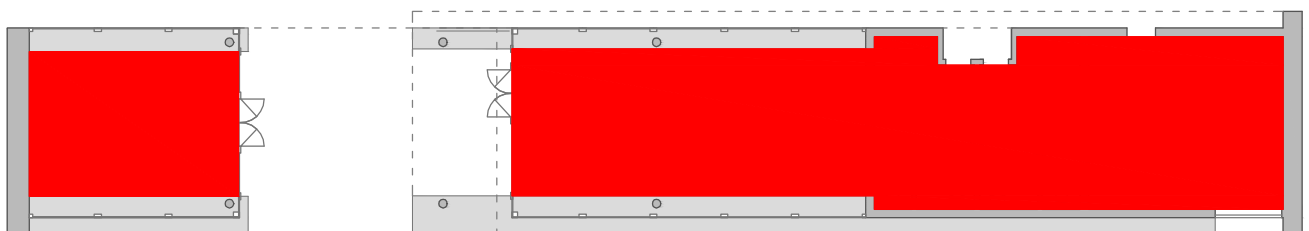


Tab. 6.6

COPERTURA		sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)	
int	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014	UNI 10351
	soffitto in laterocemento	0,200	0,450	0,444	UNI 10351
	strato di pendenza	0,050	0,730	0,068	UNI 10351
	barriera al vapore	0,005	0,050	0,100	UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,080	0,035	2,286	UNI 10351
	doppia membrana betuminosa	0,015	0,045	0,333	UNI 10351
est.	piastrelle ceramica	0,012	1,000	0,008	UNI 10351
mq.tot					225,896
R				3,245	
tot. (mqK/W)					
U (W/mqK)					0,227



PAVIMENTO		sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)	
int.	piastrelle ceramica	0,012	1,000	0,008	UNI 10351
	massetto	0,040	0,730	0,055	UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,120	0,035	3,428	UNI 10351
	barriera al vapore	0,005	0,050	0,100	UNI 10351
est.	C.l.s. di perlite e vermiculite 0,20	0,200	0,150	1,333	UNI 10351
mq.tot					191,490
R				4,924	
tot. (mqK/W)					
U (W/mqK)					0,203

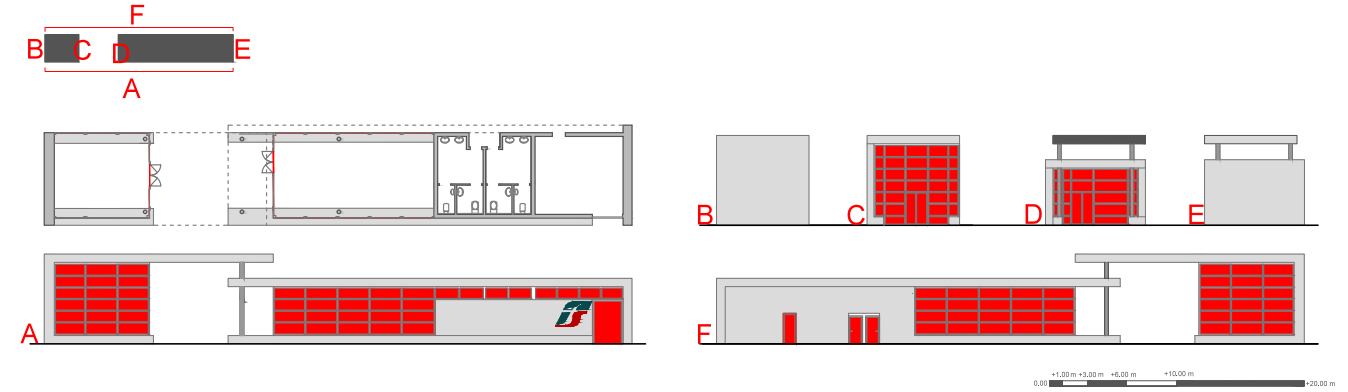


Tab. 6.7

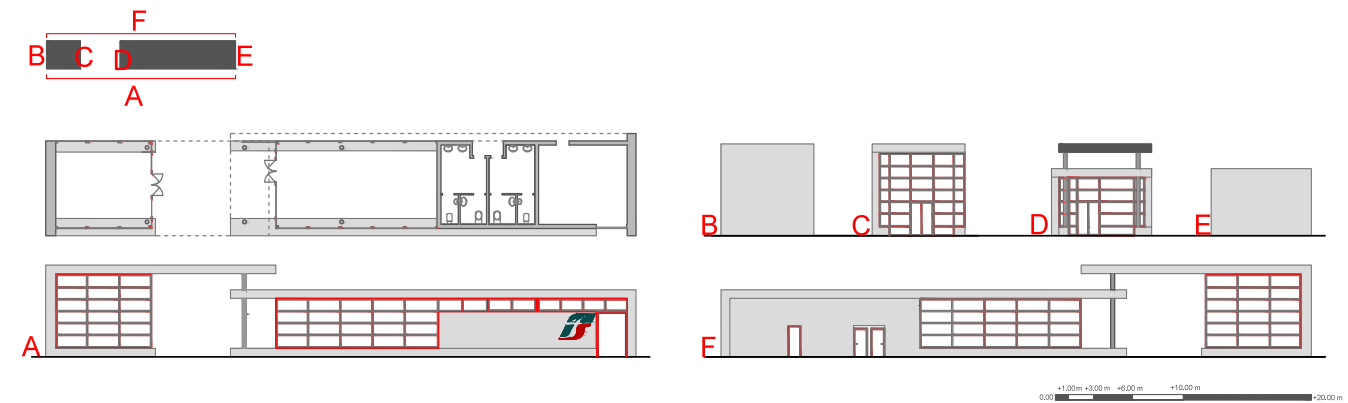
CALCOLO DISPERSIONI

STATO DI FATTO

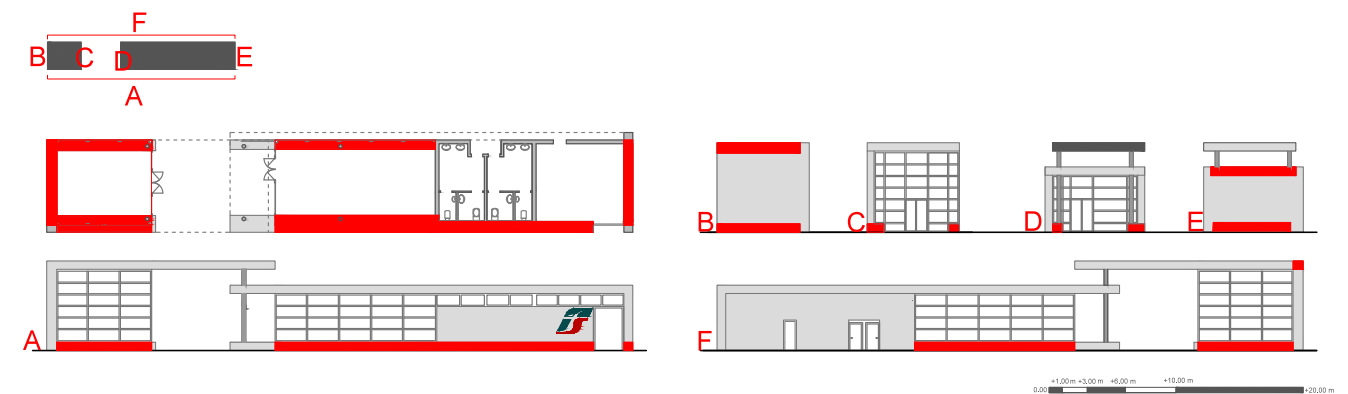
<b>SUP. TRASPARENTE</b>	<b>U [W/mqK]</b>
doppio vetro con rivestimento selettivo	2,000 UNI TS 11300- 1:2008
mq.tot	229,380



<b>TELAIO IN PVC</b>	<b>L(m)</b>	<b>Ψ [W/mK]</b>
	381,360	0,080 UNI EN ISO 10077



<b>PONTE TERMICO 1</b>	<b>Ψ [W/mK]</b>	<b>L (m)</b>	
	0,050	65,530	UNI EN ISO 14683



Tab. 6.8

CALCOLO DISPERSIONI

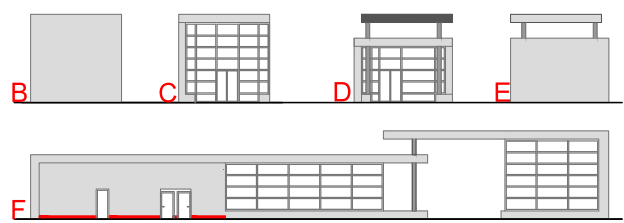
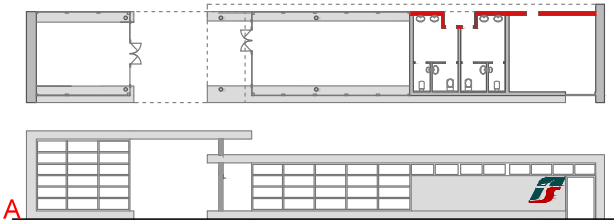
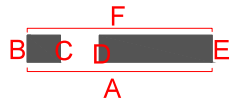
STATO DI FATTO

PONTE TERMICO 2	$\Psi$ [W/mK]	L (m)	
-----------------	------------------	-------	--

0,450

14,870

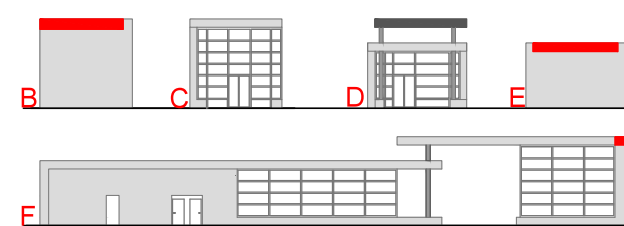
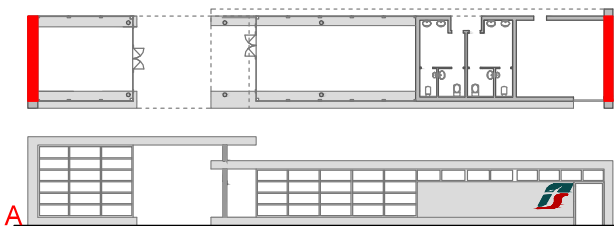
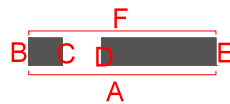
UNI EN ISO  
14683



PONTE TERMICO COPERTURA PARETE 1	$\Psi$ [W/mK]	L (m)	
----------------------------------	------------------	-------	--

0,400

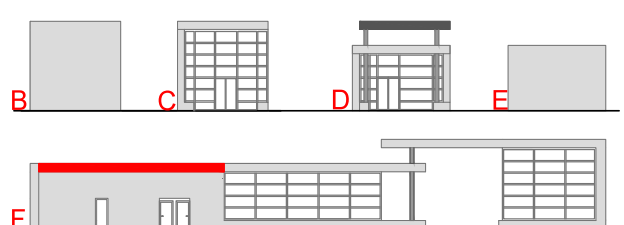
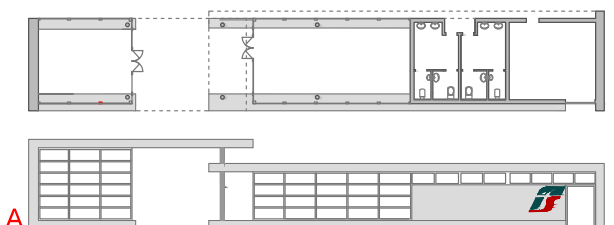
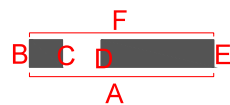
13,400



PONTE TERMICO COPERTURA PARETE 2	$\Psi$ [W/mK]	L (m)	
----------------------------------	------------------	-------	--

0,500

14,870



$U_k$ [W/mqK]	0,805
$U_{C,k}$ [W/mqK]	0,845 UNI TS 11300-1:2008

Tab. 6.9

STATO DI PROGETTO

PARETE TIPO 1		sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)	
int	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014	UNI 10351
	mattone	0,250	0,250	0,480	UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,120	0,035	3,429	UNI 10351
est	mattone	0,120	0,250	0,220	UNI 10351
	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014	UNI 10351
mq.tot					177,675
R					4,157
tot.(mqK/W)					
U (W/mqK)					0,219



SUP. TRASPARENTE

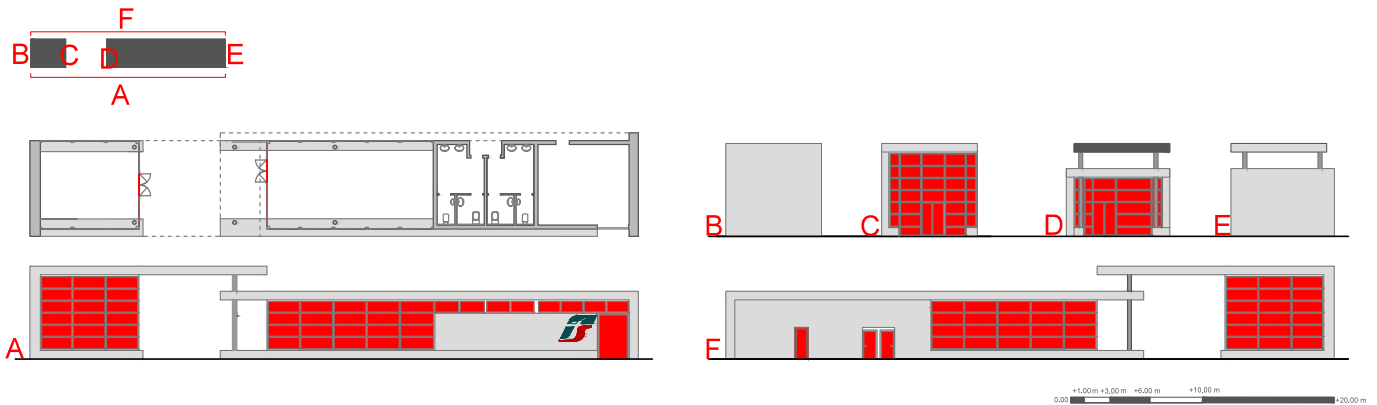
Triplo vetro normale

U [W/mqK]

1,800 UNI TS 11300-1:2008

mq.tot

68,270



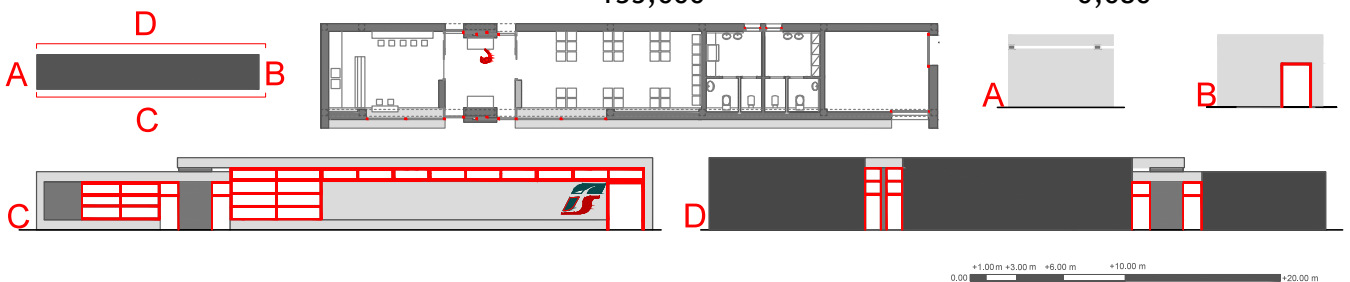
TELAIO IN PVC

L(m)

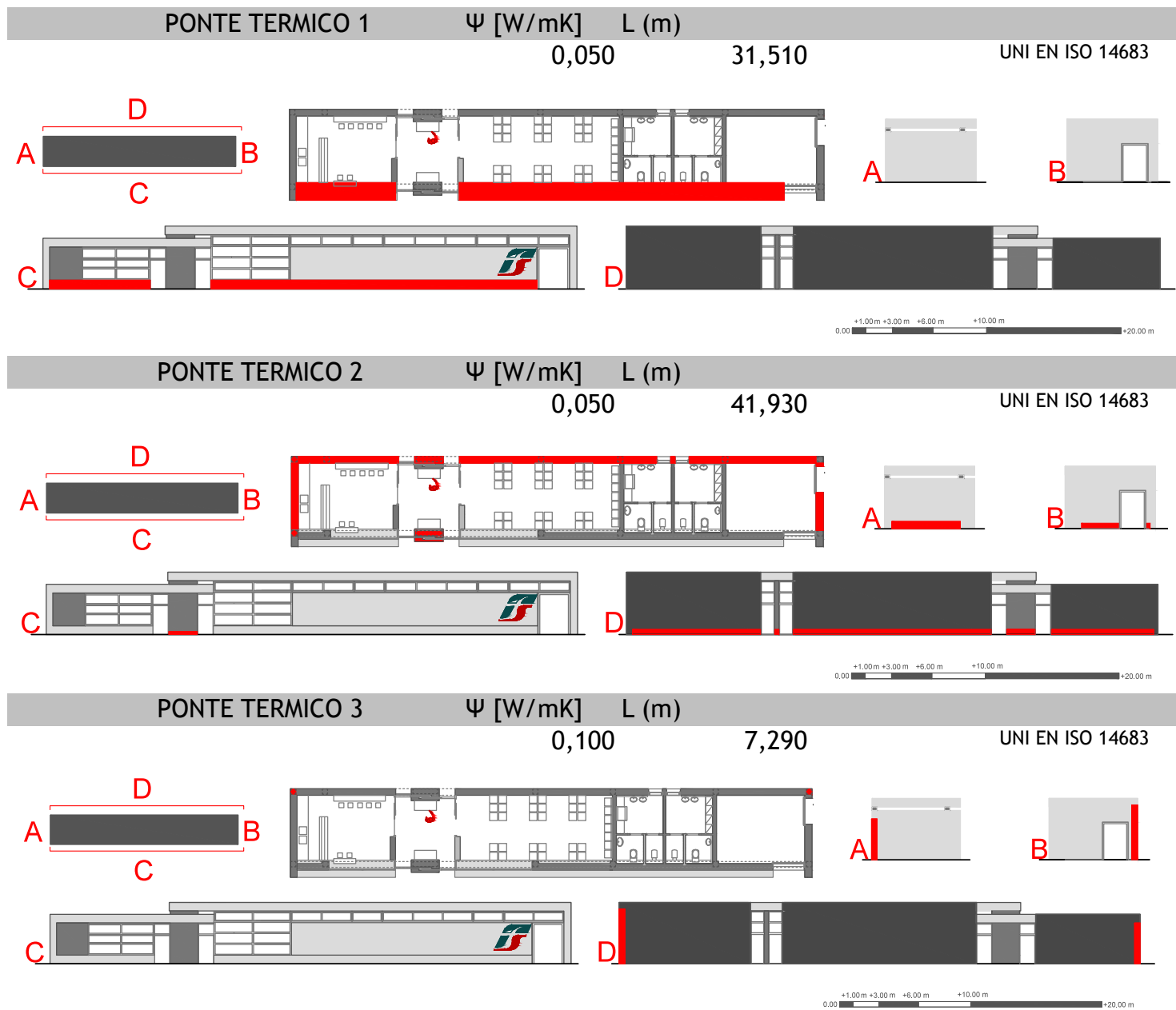
135,000

$\Psi$  [W/mK]

0,080 UNI EN ISO 10077

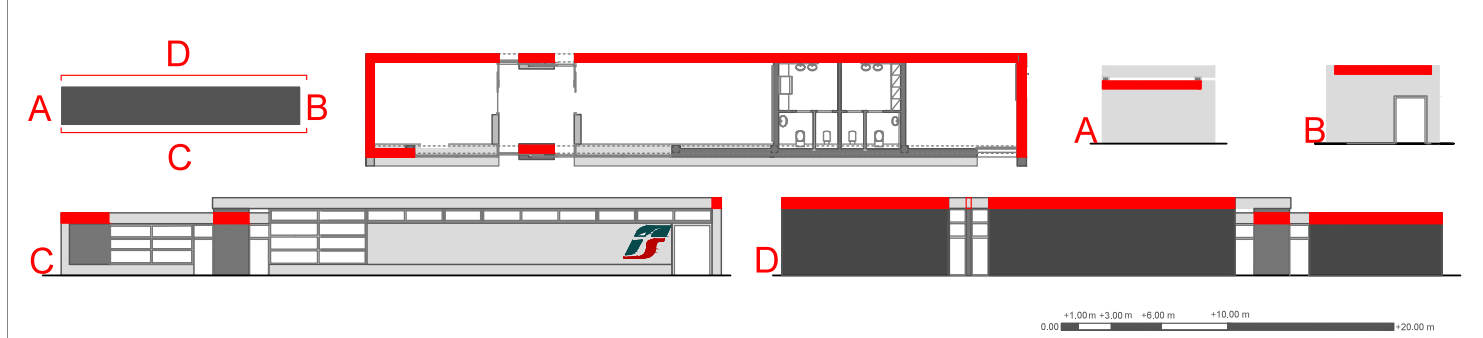


Tab. 6.10

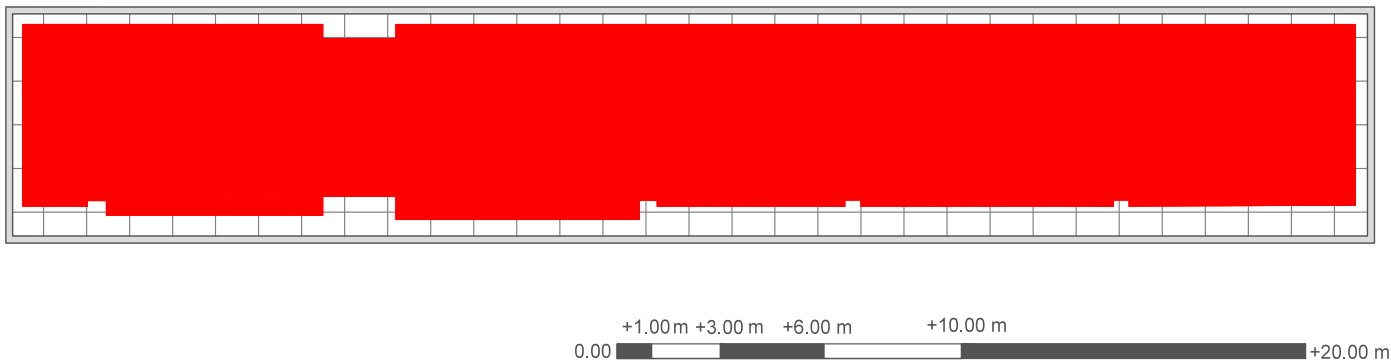


Tab. 6.11

PONTE TERMICO	$\Psi$ [W/mK]	L (m)
COPERTURA-PARETE 1	0,400	52,000

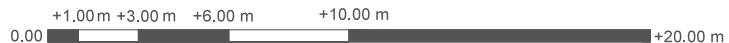


	COPERTURA	sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)	
int.	intonaco calce e gesso	0,010	0,700	0,014	UNI 10351
	soffitto in laterocemento	0,200	0,450	0,444	UNI 10351
	strato di pendenza	0,050	0,730	0,068	UNI 10351
	barriera al vapore	0,005	0,050	0,100	UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,120	0,035	3,428	UNI 10351
	doppia membrana bituminosa	0,015	0,045	0,333	UNI 10351
est.	piastrelle ceramica	0,012	1,000	0,008	UNI 10351
mq.tot					204,030
R				4,387	
tot. (mqK/W)					
U (W/mqK)					0,227



Tab. 6.12

	PAVIMENTO	sp. (m)	$\lambda$ (W/mK)	R(mqK/W)	
int.	piastrelle ceramica	0,012	1,000	0,012	UNI 10351
	massetto	0,040	0,730	0,055	UNI 10351
	poliuretano espanso in situ	0,120	0,035	3,428	UNI 10351
	barriera al vapore	0,005	0,050	0,100	UNI 10351
est.	C.l.s. di perlite e vermiculite	0,200	0,150	1,333	UNI 10351
mq.tot					193,340
R				4,928	
tot. (mqK/W)					
U (W/mqK)					0,202



Uk[W/mqK]	0,440
UC,k [W/mqK]	0,462 UNI TS 11300-1:2008
HT (W/K)	297,326

#### COSIDERAZIONI SUI RISULTATI DELLE DISPERSIONI

Tab. 6.13

Le dispersioni termiche della casa sono gli scambi di temperatura tra l'ambiente interno ed esterno e verificano il grado di isolamento termico dello stabile, l'entità delle dispersioni termiche determina dunque il rendimento energetico dell'immobile. Un buon isolamento termico consente di ridurre al minimo gli scambi di temperatura con l'esterno.

Per quanto riguarda le dispersioni possiamo notare come si passi da un valore HT (coefficiente di scambio termico per trasmissione) di 687,5 W/K ad un valore HT di 297,3 W/K; mentre si passa addirittura da un valore UC,k (trasmittanza termica) di 0,84 W/mqK dello stato di fatto, ad un valore UC,k di 0,44 W/mqK dello stato di progetto.

	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO	$\Delta$	%
HT (W/K)	687,5	297,3	390,2	+ 60%
UC,k (W/mqK)	1,089	0,934	0,4	+ 48%

### 6.3 APPORTI SOLARI

Un metro quadrato di superficie terrestre riceve in media circa 4 kWh al giorno, ossia 1460 kWh all'anno. Gli apporti energetici solari non arrivano in forma concentrata e non sono costanti. Essi variano nel corso del giorno, da stagione a stagione, e dipendono dalla posizione del sole, dalla purezza dell'aria, dalla nuvolosità, dall'orientamento della superficie captante, dalla presenza di eventuali ostruzioni e dalla riflettanza delle superfici.

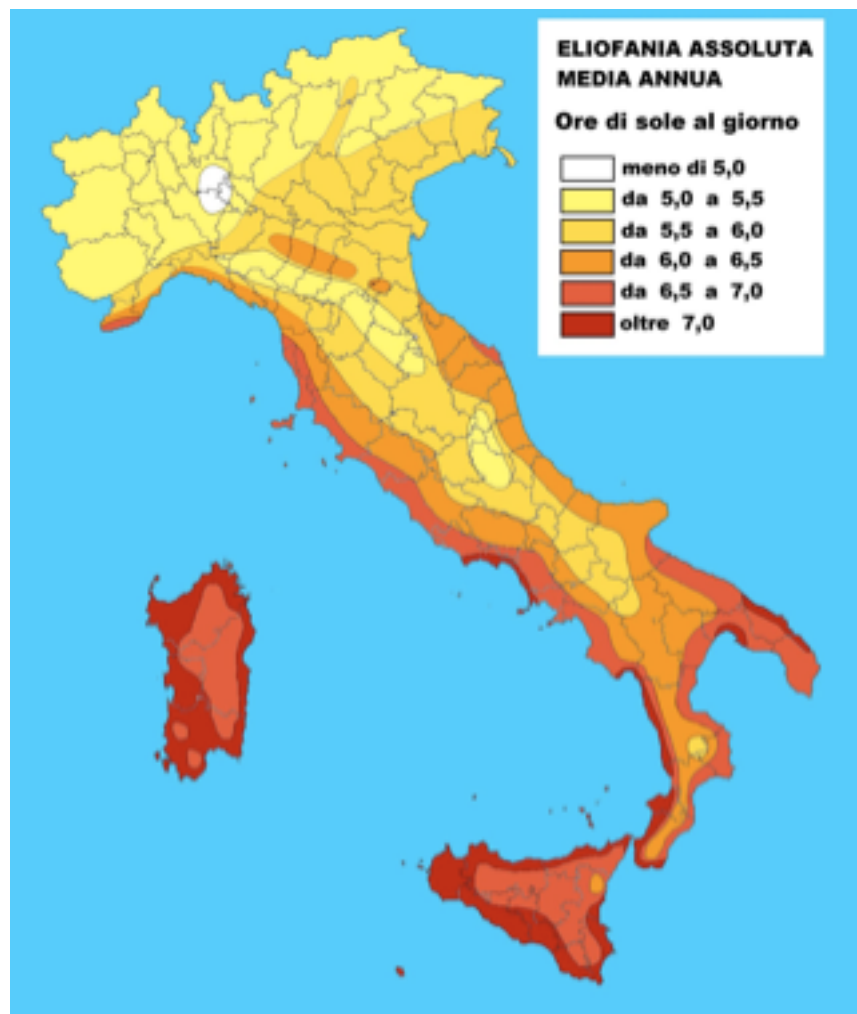


Fig. 6.3  
Mappa del soleggiamento  
(Eliofania assoluta media annua)

Per avere un quadro il più completo possibile studiamo l'edificio dello stato di fatto e di progetto ipotizzandolo disposto in tre diversi orientamenti (est-ovest, nord- sud e sud-ovest nord-est) e in tre luoghi diversi; rispettivamente nei tre comuni di Milano, Roma e Catania riusciamo ad avere uno studio su scala

nazionale sugli apporti solari del nostro edificio nei mesi di Dicembre, Marzo e Giugno.

Per quanto riguarda il valore  $H_{s,j}$  ci siamo affidati alla normativa CENED per il comune di Milano, mentre per i comuni di Roma e Catania abbiamo usato i valori PVGIS, non essendo tali valori (per questi comuni) presenti nella normativa CENED.

Non riporteremo i calcoli sugli apporti solari della sup.opache, essendo il  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici opache relativamente basso rispetto al  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici trasparenti.

## APPORTI SOLARI ATTRAVERSO LE SUPERFICIE TRASPARENTI

Il contributo solare diretto,  $Q_{SI,S}$ , si calcola come doppia trasmissione dell'energia solare, attraverso il vetro dello spazio soleggiato e attraverso il vetro delle finestre tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e lo spazio soleggiato:

$$Q_{SI,S} = N * [H_{s,j} * (\sum A * (1 - FF_j) * F_{sij} * F_{(sh+gl),i,j} * g^*, i)]$$

dove:

$Q_{SI}$  = è l'apporto di calore dovuto alla radiazione solare attraverso le superfici trasparenti rivolte versol'ambiente esterno, [kWh];

$N$  = è il numero dei giorni del mese considerato;

$H_{s,j}$  = è l'irradiazione globale giornaliera media mensile incidente sulla superficie trasparente con esposizione,  $j$ , (Prospetto XIV), [kWh/m<sup>2</sup>];

$AL,i$  = è la superficie lorda del serramento vetrato,  $i$ , (assunta pari a quella dell'apertura realizzata sulla parete), [m<sup>2</sup>];

$1-FF,i$  = è il coefficiente di riduzione dovuto al telaio per il serramento  $i$ , pari al rapporto tra l'area trasparente e l'area totale dell'unità vetrata, si assume un valore convenzionale pari a 0,80;

$F_{S,i,j}$  = è il fattore di riduzione dovuto all'ombreggiatura per la

superficie  $i$ , con esposizione  $j$ , da calcolare con l'equazione (36);  
 $F_{(sh+gl),i,j}$  = è il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili o fisse complanari al serramento  $i$ , con esposizione  $j$ , definito dalla (37), ovvero di correzione per angolo di incidenza medio giornaliero diverso da  $0^\circ$  (incidenza normale), giacchè tiene esplicitamente conto della riduzione dovuta all'inclinazione dei raggi solari rispetto alla superficie verticale interessata, sia per il serramento con schermature che per il serramento senza schermature;

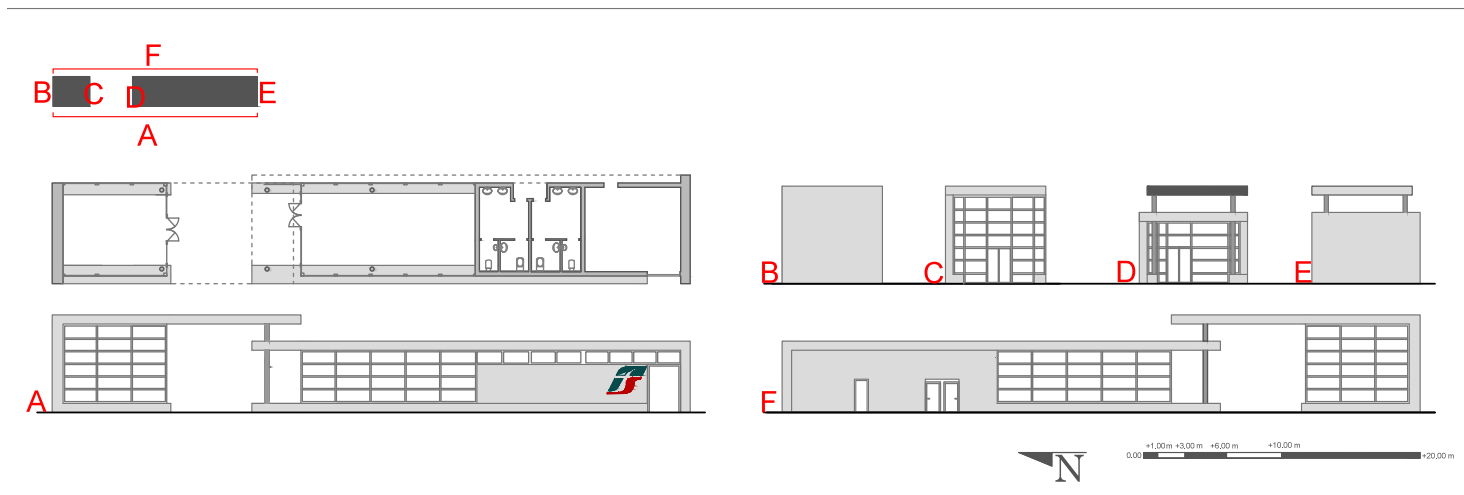
$g^*$ , = è la trasmittanza dell'energia solare totale della superficie trasparente del serramento,  $i$ , (alcuni valori indicativi del coefficiente di trasmissione solare,  $g^*$ , di alcuni tipi di vetro sono riportati nel Prospetto XV: tali valori devono essere utilizzati solo quando non sono disponibili dati più precisi forniti dal costruttore).

MILANO.

A seguito illustreremo gli apporti solari dello stato di fatto e dello stato di progetto, e li metteremo a confronto.

Non riporteremo i calcoli sugli apporti solari della sup.opache, essendo il  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici opache relativamente basso rispetto al  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici trasparenti.

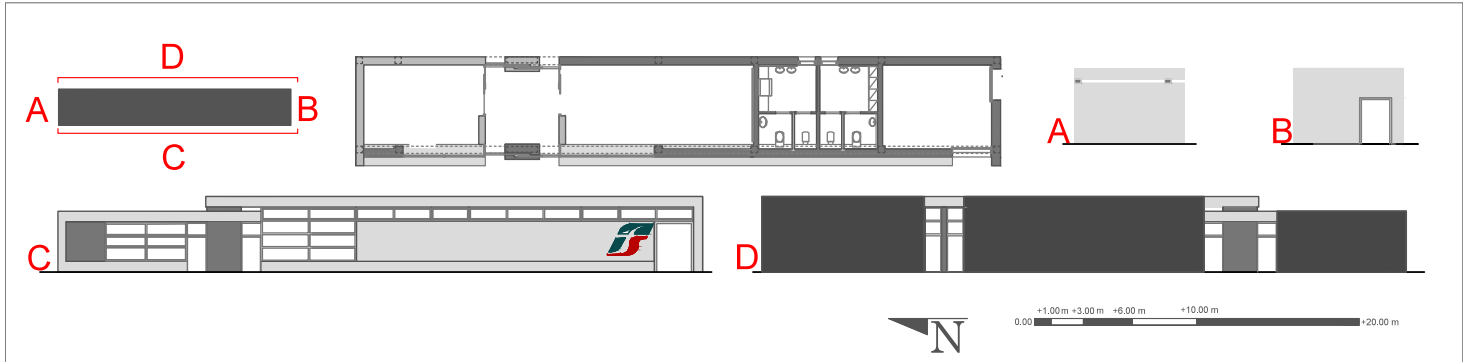
MILANO  
STATO DI FATTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/m2];	1,5	0,4	0,7	0,7	3,1	1,0	2,4	2,4	2,7	2,6	4,4	4,4	
AL,i [mq]	40,8	29,0	97,6	115,5	40,8	29,0	97,6	115,5	40,8	29,0	97,6	115,5	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
g⊥	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	822	130	929	1.099	1.383	326	2.781	3.292	932	855	4.415	5.226	
TOTALE QSI [kWh]				2.980				7.782				11.428	

Tab. 6.14

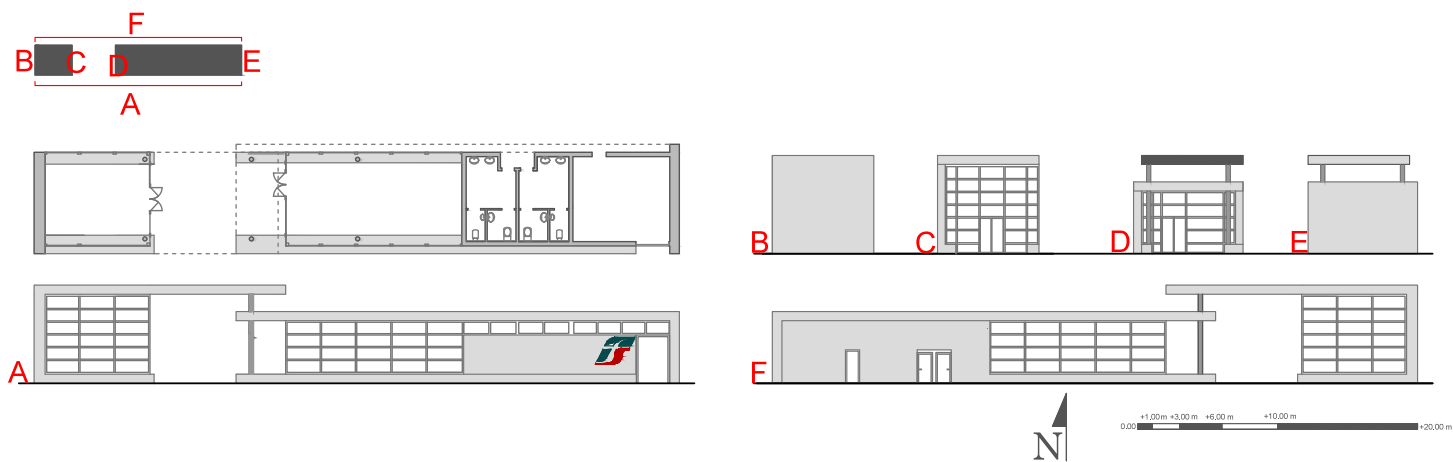
STATO DI PROGETTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j	1,5	0,4	0,7	0,7	3,1	1,0	2,4	2,4	2,7	2,6	4,4	4,4	
[kWh/mq];													
AL,i [mq]	5,5		16,0	65,5	5,5		16,0	65,5	5,5		16,0	65,5	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	A. Roos et al. 2000
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6	
Fsh,i,j	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	UNI TS 11300-1:2008
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	UNI EN 13363-1:2008
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	UNI EN 13363-1:2008
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,9	0,5	0,6	0,6	0,9	0,5	0,5	
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	124	0	195	796	100	0	367	1.537	84	0	602	2.618	
TOTALE QSI [kWh]				1.115				2.005				3.303	
Δ QSI (KWh)	698	130	734	303	1.282	326	2.415	1.754	849	855	3.813	2.608	
Δ QSI TOTALE (KWh)				1.866				5.778				8.125	

Tab. 6.15

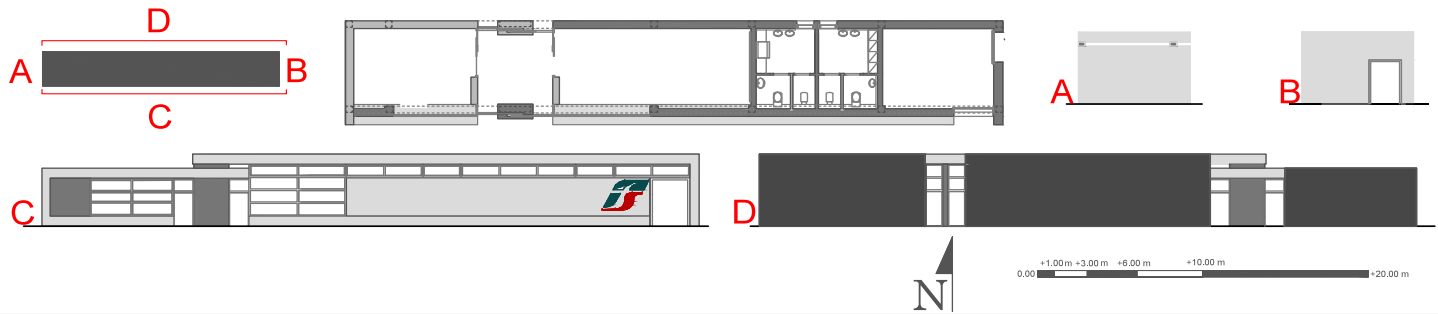
MILANO  
STATO DI FATTO



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENT													
O													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j	1,5	0,4	0,7	0,7	3,1	1,0	2,4	2,4	2,7	2,6	4,4	4,4	
[kWh/m2];													
AL,i [mq]	115,5	97,6	40,8	29,0	115,5	97,6	40,8	29,0	115,5	97,6	40,8	29,0	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
g <sub>⊥</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	2.328	439	388	276	3.916	1.098	1.162	826	2.641	2.878	1.845	1.312	
TOTALE QSI [kWh]				3.431				7.003				8.675	

Tab. 6.16

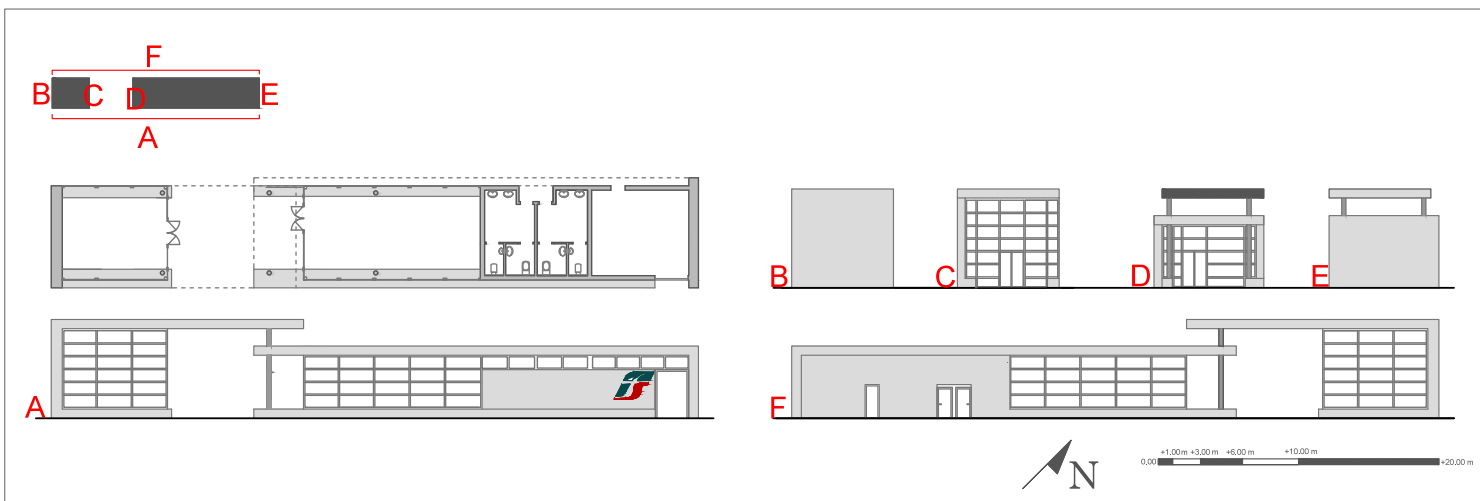
STATO DI PROGETTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENT O													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/mq];	1,5	0,4	0,7	0,7	3,1	1,0	2,4	2,4	2,7	2,6	4,4	4,4	
AL,i [mq]	65,5	16,0	5,5		65,5	16,0	5,5		65,5	16,0	5,5		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9 A. Roos et al. 2000
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6	
Fsh,i,j	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	UNI TS 11300-1:2008
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	UNI EN 13363-1:2008
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	UNI EN 13363-1:2008
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	1.467	80	67	0	1.188	200	231	0	990	524	410	0	
TOTALE QSI [kWh]				1.614				1.619				1.924	
Δ QSI (KWh)	861	359	321	276	2.728	898	931	826	1.650	2.353	1.435	1.312	
Δ QSI TOTALE (KWh)				1.817				5.384				6.751	

Tab. 6.17

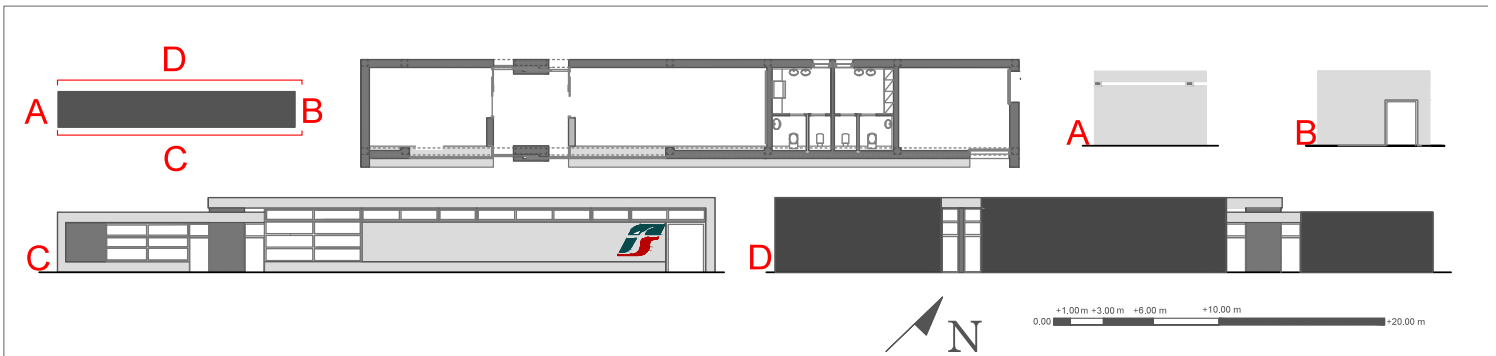
MILANO  
STATO DI FATTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/m2]	1,5	0,4	0,7	0,7	3,1	1,0	2,4	2,4	2,7	2,6	4,4	4,4	
AL,i [mq]	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3	47,8	47,8	146,3	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
g⊥	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	2.949	215	455	1.392	4.961	538	1.362	4.170	3.345	1.410	2.163	6.620	
TOTALE				5.012				11.032				13.538	
QSI [kWh]													

Tab. 6.18

STATO DI PROGETTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O		
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j [kWh/mq]	1,5	0,4	0,7	0,7	3,1	1,0	2,4	2,4	2,7	2,6	4,4	4,4		
AL,i [mq]	57,3	7,9	7,9	55,3	57,3	7,9	7,9	55,3	57,3	7,9	7,9	55,3		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008	
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008	
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008	
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0		
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	A. Roos et al. 2000	
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6		
Fsh,i,j	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	UNI TS 11300-1:2008	
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8		
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1		
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	UNI EN 13363-1:2008	
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	UNI EN 13363-1:2008	
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
F(sh+gl),i	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,9	0,5	0,6	0,6	0,9	0,5	0,5		
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008)	
QSI [kWh]	1.283	40	96	672	1.039	84	181	1.297	866	221	298	2.209		
TOTALE QSI [kWh]				2.090				2.601				3.593		
Δ QSI (KWh)	1.667	176	359	721	3.922	454	1.181	2.873	2.479	1.189	1.865	4.411		
Δ QSI TOTALE (KWh)				2.922				8.430				9.945		

Tab. 6.19

## CONSIDERAZIONI APPORTI SOLARI, MILANO

A Milano abbiamo inserito i brise-soleil sui lati sud (con lamelle orizzontali) Sud-est, sud-ovest (con lamelle verticali) nei mesi estivi.

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse EST-OVEST sono:

MI (EST-OVEST)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	3'431	1'614	1'817	-53%
MARZO	7'003	1'619	6'367	-85%
GIUGNO	8'675	1'624	7'520	-87%

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse NORD-SUD sono:

MI (NORD-SUD)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	2'980	1'114	1'865	-63%
MARZO	7'782	2'004	6'697	-87%
GIUGNO	11'428	3'303	9'807	-86%

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse NORD-EST, SUD-OVEST sono:

MI (NORD-EST, SUD-OVEST)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	5'011	2'090	2'921	-63%
MARZO	11'031	2'004	2'601	-87%
GIUGNO	13'537	3'303	3'592	-86%

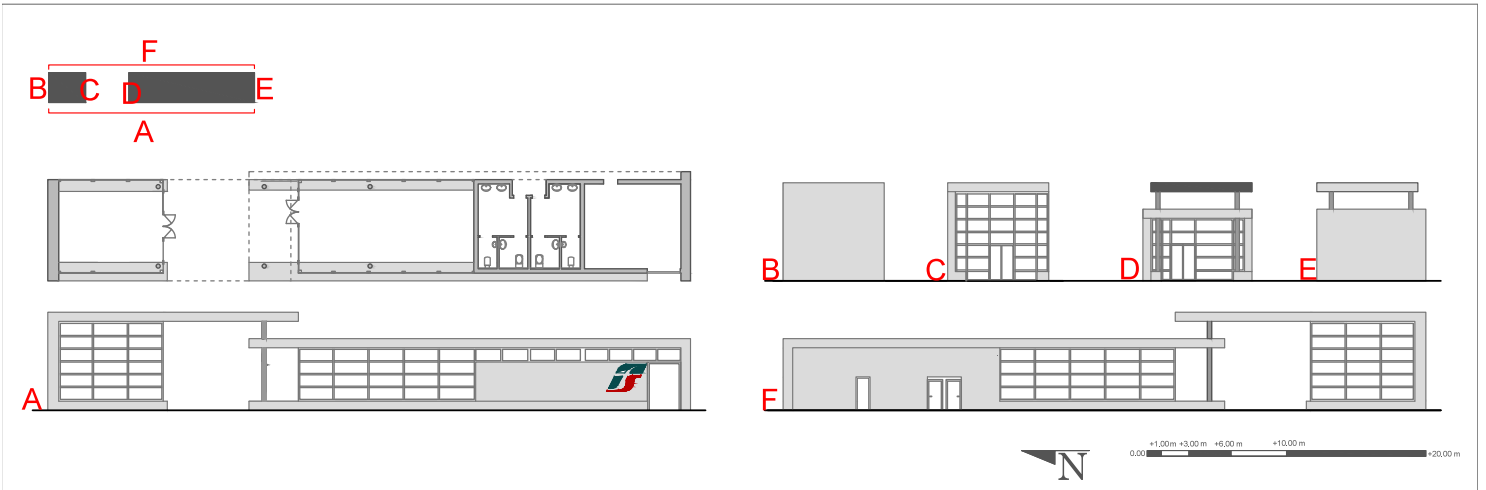
Notiamo come gli apporti solari diminuiscano notevolmente arrivando al 87% in meno nei mesi estivi, grazie alla notevole riduzione della superficie vetrata del 70%; a favore della sup. opaca, che riesce a garantire un maggiore isolamento ( $\Delta HT = 390,2 \text{ W/K}$  MIGLIORAMENTO HT DEL 60%;  $\Delta UC,k = 0,4 \text{ W/mqK}$  MIGLIORAMENTO UC,k DEL 48 %).

ROMA.

*A seguito illustreremo gli apporti solari dello stato di fatto e dello stato di progetto, e li metteremo a confronto.*

*Non riporteremo i calcoli sugli apporti solari della sup.opache, essendo  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici opache relativamente basso rispetto al  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici trasparenti.*

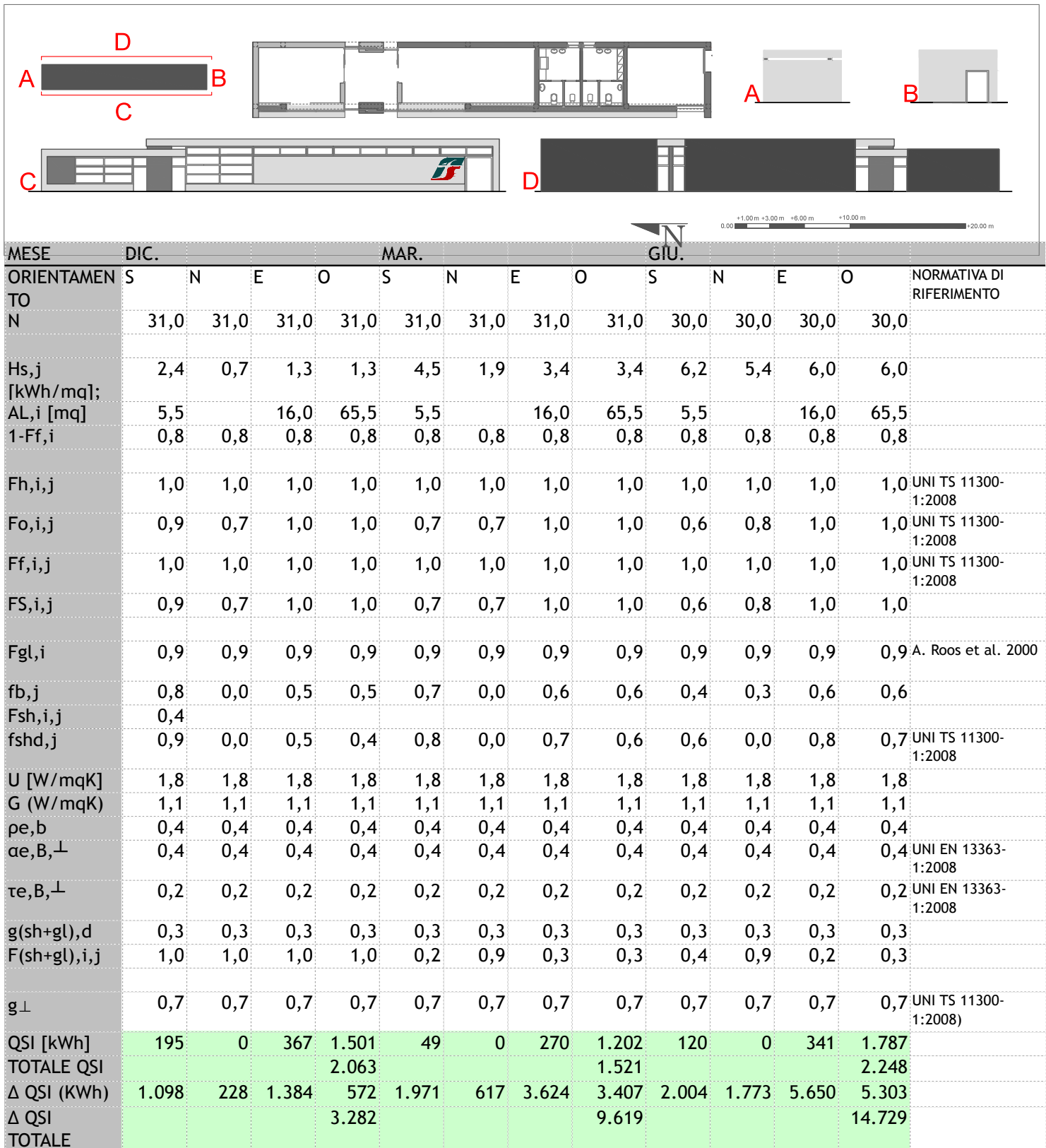
ROMA  
STATO DI FATTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O		
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j [kWh/m2];	2,4	0,7	1,3	1,3	4,5	1,9	3,4	3,4	6,2	5,4	6,0	6,0		
AL,i [mq]	40,8	29,0	97,6	115,5	40,8	29,0	97,6	115,5	40,8	29,0	97,6	115,5		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008	
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008	
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008	
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7		
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
g⊥	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)	
QSI [kWh]	1.293	228	1.751	2.073	2.020	617	3.894	4.609	2.124	1.773	5.991	7.090		
TOTALE QSI [kWh]				5.345				11.140				16.977		

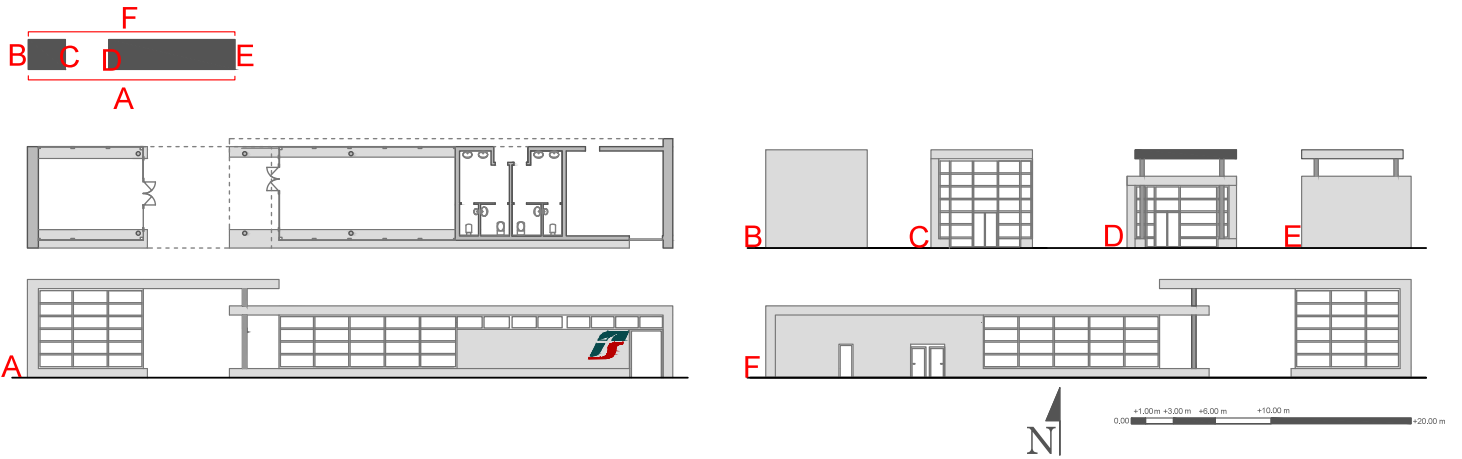
Tab. 6.20

STATO DI PROGETTO S.T.



Tab. 6.21

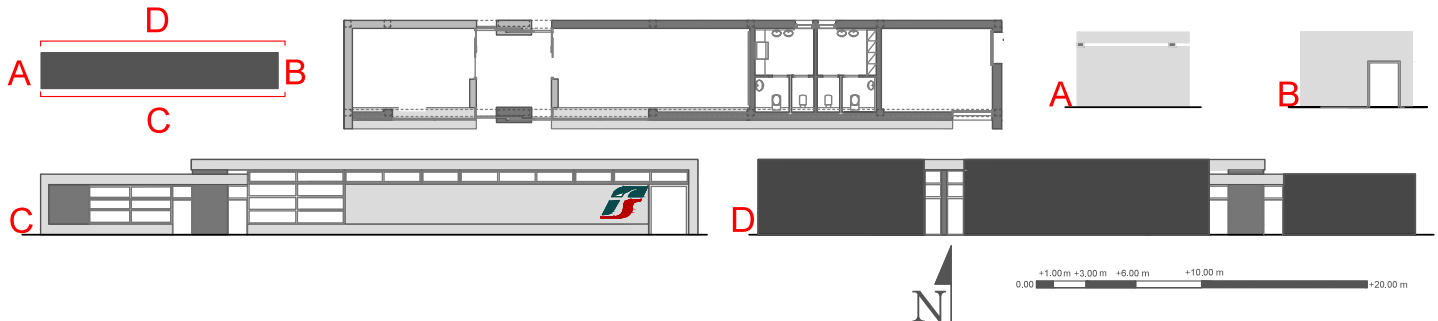
ROMA  
STATO DI FATTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j [kWh/m2];	2,4	0,7	1,3	1,3	4,5	1,9	3,4	3,4	6,2	5,4	6,0	6,0	
AL,i [mq]	115,5	97,6	40,8	29,0	115,5	97,6	40,8	29,0	115,5	97,6	40,8	29,0	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
g <sub>L</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	3.663	769	732	520	5.723	2.075	1.627	1.157	6.015	5.966	2.503	1.780	
TOTALE QSI [kWh]				5.684				10.582				16.264	

Tab. 6.22

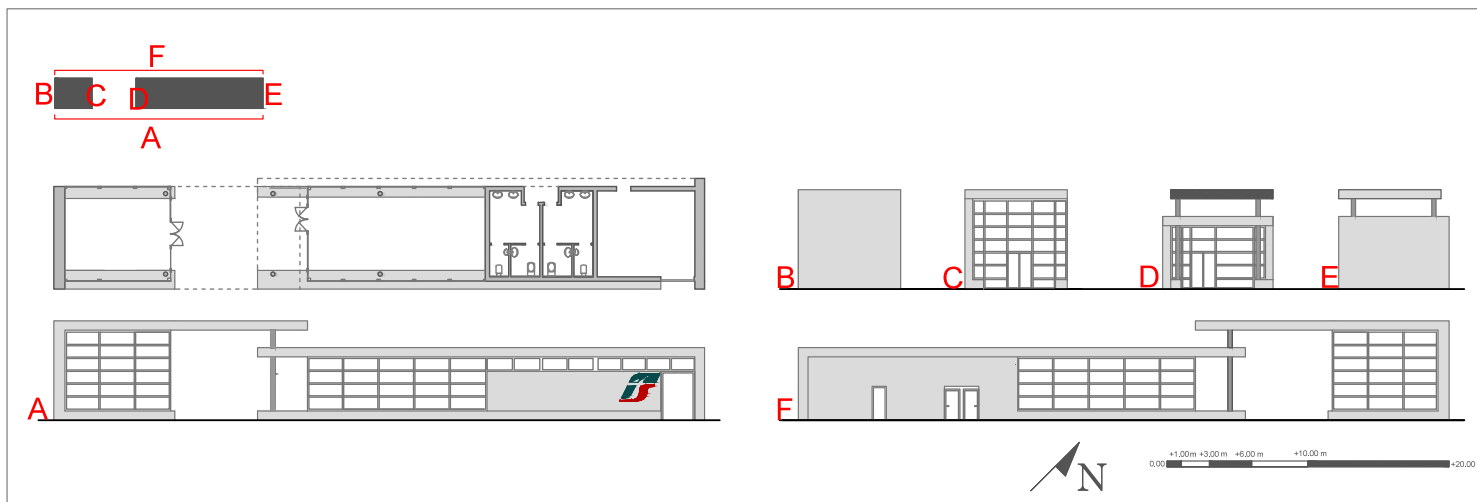
STATO DI PROGETTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
NTO													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/mq];	2,4	0,7	1,3	1,3	4,5	1,9	3,4	3,4	3,4	6,2	5,4	6,0	6,0
AL,i [mq]	65,5	16,0	5,5		65,5	16,0	5,5		65,5	16,0	5,5		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9 A. Roos et al. 2000
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6
Fsh,i,j	0,4												
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7 UNI TS 11300-1:2008
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4 UNI EN 13363-1:2008
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2 UNI EN 13363-1:2008
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	2.308	140	127	0	582	378	323		0	1.417	1.087	556	0
TOTALE QSI				2.575					1.284				3.060
Δ QSI (KWh)	1.355	628	605	520	5.141	1.697	1.304		1.157	4.598	4.878	1.947	1.780
Δ QSI TOTALE (KWh)				3.109					9.298				13.204

Tab. 6.23

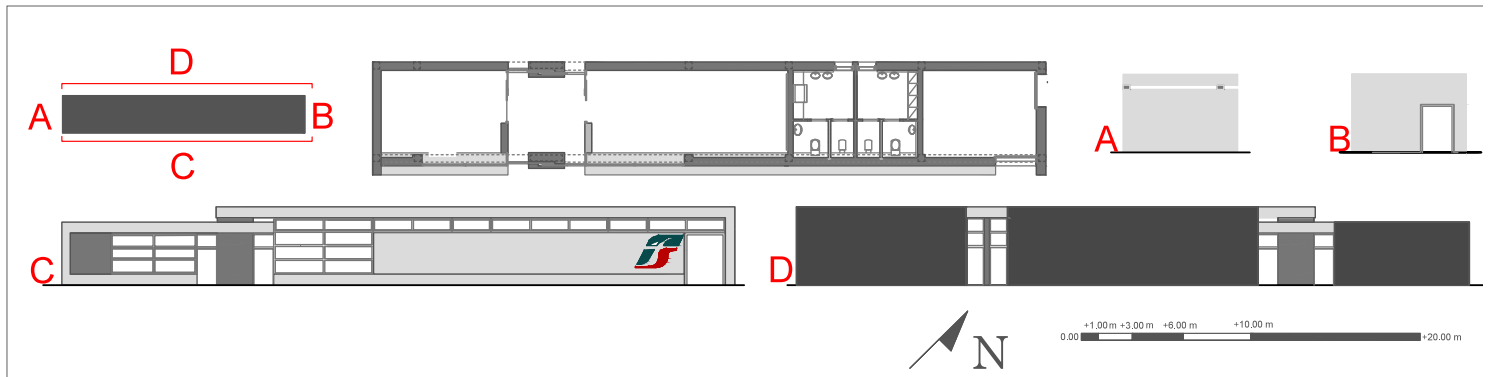
ROMA  
STATO DI FATTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/m2];	2,4	0,7	1,3	1,3	4,5	1,9	3,4	3,4	3,4	6,2	5,4	6,0	6,0
AL,i [mq]	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
g⊥	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	4.640	376	858	2.626	7.250	1.016	1.907	5.838	7.620	2.922	2.935	8.982	
TOTALE QSI [kWh]				8.500				16.012				22.459	

Tab. 6.24

STATO DI PROGETTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/mq];	2,4	0,7	1,3	1,3	4,5	1,9	3,4	3,4	6,2	5,4	6,0	6,0	
AL,i [mq]	57,3	7,9	7,9	55,3	57,3	7,9	7,9	55,3	57,3	7,9	7,9	55,3	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	A. Roos et al. 2000
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6	
Fsh,i,j	0,4												
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	UNI TS 11300-1:2008
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	UNI EN 13363-1:2008
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	UNI EN 13363-1:2008
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,9	0,3	0,3	0,4	0,9	0,2	0,3	
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	2.018	69	181	1.267	509	159	134	1.014	1.239	457	169	1.508	
TOTALE QSI [kWh]				3.535				1.816				3.373	
Δ QSI (KWh)	2.622	307	676	1.359	6.741	857	1.774	4.824	6.381	2.465	2.766	7.474	
Δ QSI TOTALE (KWh)				4.965				14.196				19.086	

Tab. 6.25

## CONSIDERAZIONI APPORTI SOLARI, ROMA

A Roma abbiamo inserito i brise-soleil sui lati sud (con lamelle orizzontali) Sud-est, sud-ovest (con lamelle verticali) nei mesi estivi.

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse EST-OVEST sono:

RM (EST-OVEST)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	5'683	2'575	3'108	- 55 %
MARZO	10'582	1'283	9'298	- 88 %
GIUGNO	16'263	3'060	13'203	- 82 %

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse NORD-SUD sono:

RM (NORD-SUD)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	5'345	2'063	3'282	- 62 %
MARZO	11'139	1'520	9'618	- 87 %
GIUGNO	16'977	2'248	14'729	- 87 %

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse NORD-EST, SUD-OVEST sono:

RM (NORD-EST, SUD-OVEST)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	8'500	3'535	4'964	- 59 %
MARZO	16'011	1'815	14'196	- 89 %
GIUGNO	22'458	3'373	19'085	- 85%

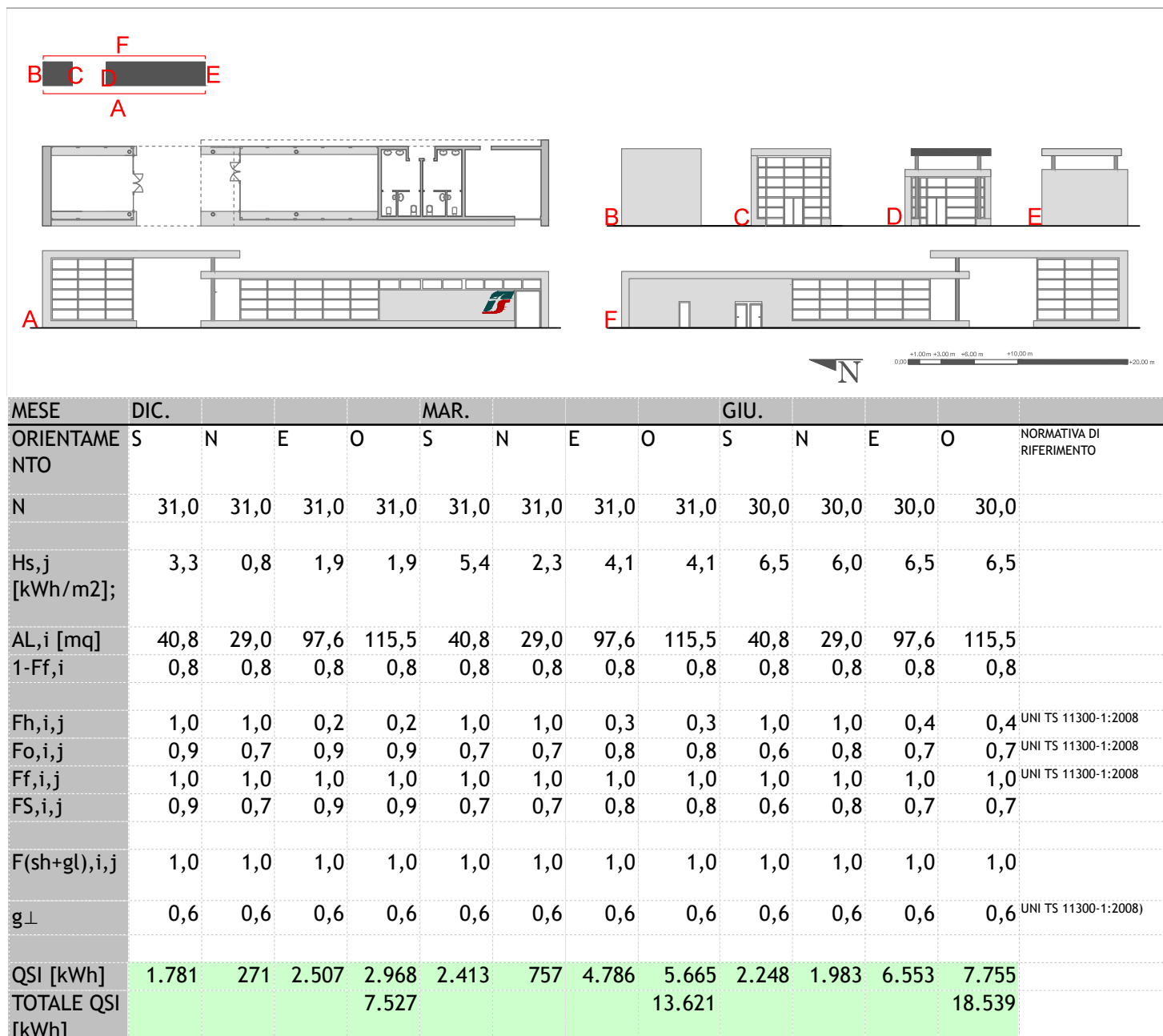
Notiamo come gli apporti solari diminuiscano notevolmente arrivando al 88% in meno nei mesi estivi, grazie alla notevole riduzione della superficie vetrata del 70%; a favore della sup. opaca, che riesce a garantire un maggiore isolamento ( $\Delta HT = 390,2$  W/K MIGLIORAMENTO HT DEL 60%;  $\Delta UC,k = 0,4$  W/mqK MIGLIORAMENTO UC,k DEL 48 %).

CATANIA.

*A seguito illustreremo gli apporti solari dello stato di fatto e dello stato di progetto, e li metteremo a confronto.*

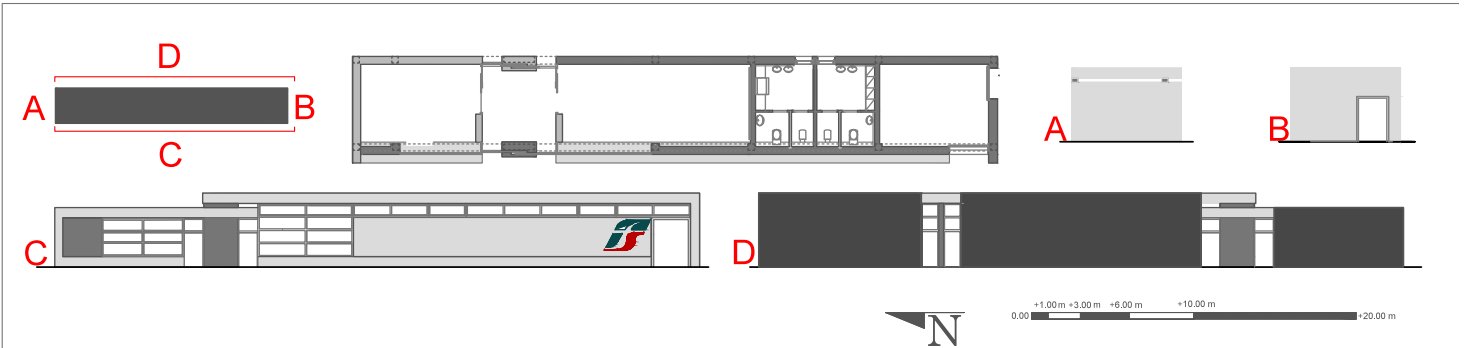
*Non riporteremo i calcoli sugli apporti solari della sup.opache, essendo  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici opache relativamente basso rispetto al  $\Delta$  (STATO DI FATTO;STATO DI PROGETTO) degli apporti solari delle superfici trasparenti.*

CATANIA  
STATO DI FATTO S.T.



Tab. 6.26

STATO DI PROGETTO S.T.

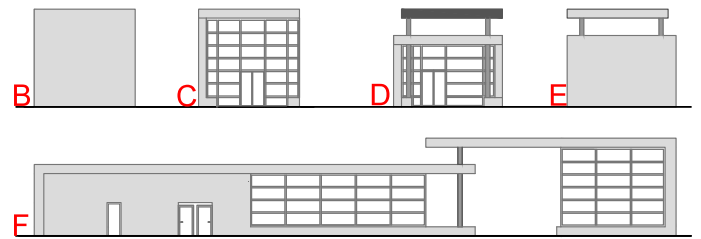
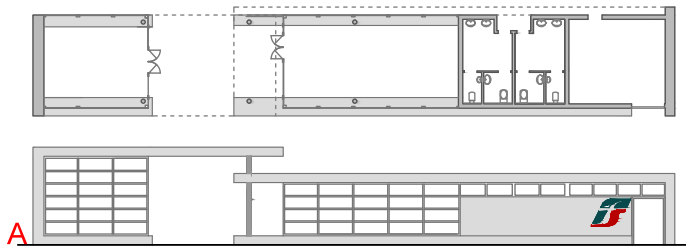
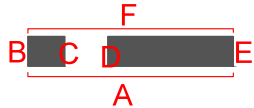


MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO	
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O		
ORIENTAME NTO														
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j [kWh/mq];	3,3	0,8	1,9	1,9	5,4	2,3	4,1	4,1	6,5	6,0	6,5	6,5		
AL,i [mq]	5,5		16,0	65,5	5,5		16,0	65,5	5,5		16,0	65,5		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008	
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008	
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008	
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0		
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9 A. Roos et al. 2000	
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6		
Fsh,i,j	0,4													
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008	
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8		
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1		
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4 UNI EN 13363-1:2008	
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2 UNI EN 13363-1:2008	
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,9	0,3	0,3	0,4	0,9	0,2	0,3		
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008)	
QSI [kWh]	269	0	525	2.149	59	0	332	1.477	127	0	373	1.955		
TOTALE QSI [kWh]				2.943				1.868				2.455		
Δ QSI	1.512	271	1.982	818	2.354	757	4.455	4.188	2.121	1.983	6.180	5.801		
Δ QSI TOTALE				4.583				11.753				16.084		

Tab. 6.27

CATANIA

STATO DI FATTO S.T.



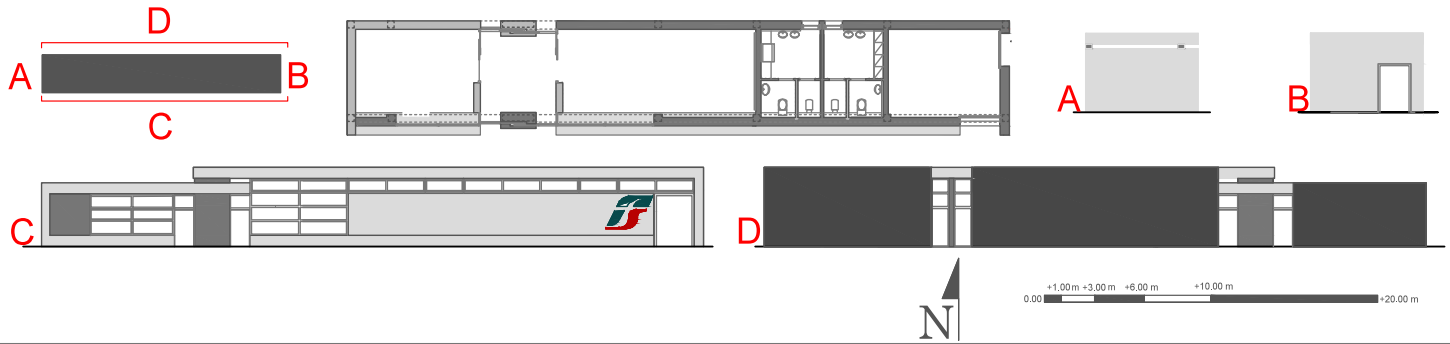
MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O		
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j [kWh/m2];	3,3	0,8	1,9	1,9	5,4	2,3	4,1	4,1	6,5	6,0	6,5	6,5		
AL,i [mq]	115,5	97,6	40,8	29,0	115,5	97,6	40,8	29,0	115,5	97,6	40,8	29,0		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	UNI TS 11300-1:2008	
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	UNI TS 11300-1:2008	
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	UNI TS 11300-1:2008	
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7		
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
g⊥	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	UNI TS 11300-1:2008)	
QSI [kWh]	5.044	911	1.048	745	6.835	2.547	2.000	1.422	6.367	6.674	2.738	1.947		
TOTALE QSI [kWh]				7.748				12.804				17.726		

Tab. 6.28

CALCOLO APPORTI SOLARI  
STATO DI PROGETTO S.T.

ZONA CLIMATICA: CT/ ITALIA SUD

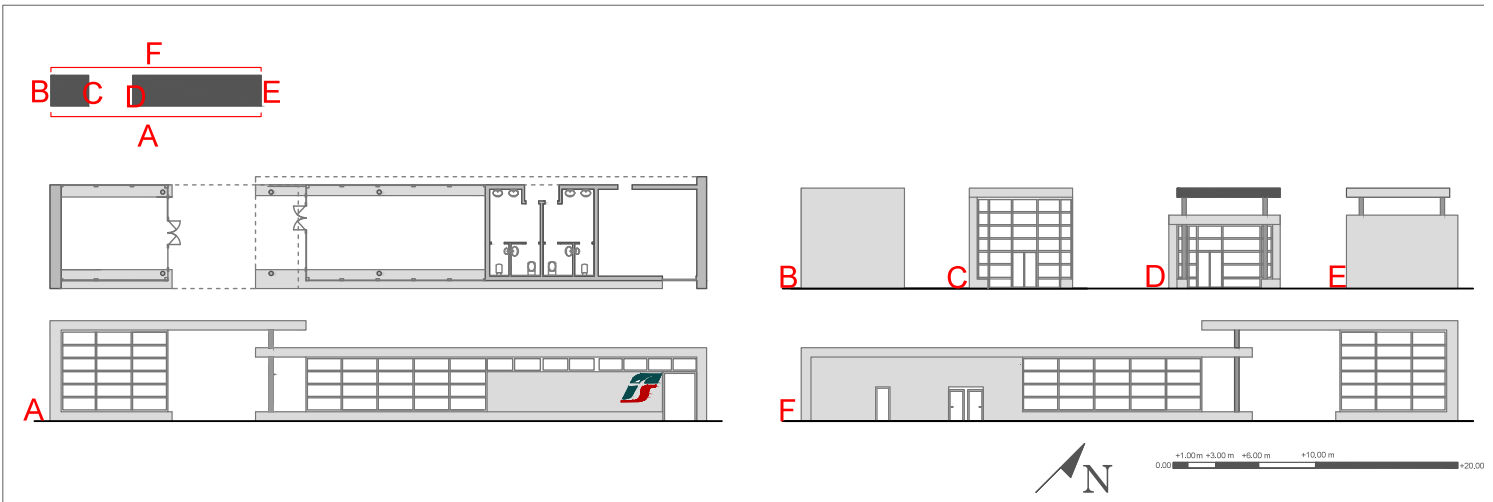
ORIENTAMENTO: EST-OVEST



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	
Hs,j [kWh/mq];	3,3	0,8	1,9	1,9	5,4	2,3	4,1	4,1	6,5	6,0	6,5	6,5	
AL,i [mq]	65,5	16,0	5,5		65,5	16,0	5,5		65,5	16,0	5,5		
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9 A. Roos et al. 2000
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6	
Fsh,i,j	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4 UNI EN 13363-1:2008
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2 UNI EN 13363-1:2008
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	3.178	166	182	0	2.073	464	397	0	2.388	1.216	608	0	
TOTALE QSI [kWh]				3.526				2.935				4.212	
Δ QSI (KWh)	1.866	745	866	745	4.761	2.083	1.603	1.422	3.979	5.458	2.130	1.947	
Δ QSI TOTALE (KWh)				4.222				9.869				14.402	

Tab. 6.29

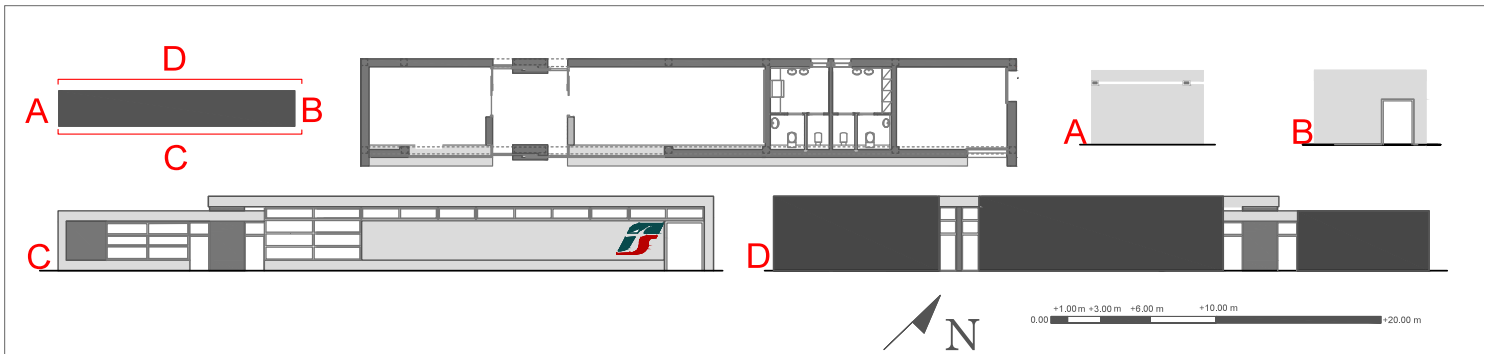
CATANIA  
STATO DI FATTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMEN TO													
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/m2];	3,3	0,8	1,9	1,9	5,4	2,3	4,1	4,1	6,5	6,0	6,5	6,5	
AL,i [mq]	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3	47,8	47,8	146,3	146,3	47,8	47,8	146,3	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4 UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
g⊥	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6 UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	6.390	446	1.228	3.759	8.658	1.248	2.345	7.176	8.066	3.269	3.210	9.824	
TOTALE QSI [kWh]				11.824				19.427				24.370	

Tab. 6.30

STATO DI PROGETTO S.T.



MESE	DIC.				MAR.				GIU.				NORMATIVA DI RIFERIMENTO
	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
ORIENTAMENTO	S	N	E	O	S	N	E	O	S	N	E	O	
N	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Hs,j [kWh/mq];	3,3	0,8	1,9	1,9	5,4	2,3	4,1	4,1	6,5	6,0	6,5	6,5	
AL,i [mq]	57,3	7,9	7,9	55,3	57,3	7,9	7,9	55,3	57,3	7,9	7,9	55,3	
1-Ff,i	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Fh,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Fo,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
Ff,i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 UNI TS 11300-1:2008
FS,i,j	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	
Fgl,i	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9 A. Roos et al. 2000
fb,j	0,8	0,0	0,5	0,5	0,7	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6	
Fsh,i,j	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
fshd,j	0,9	0,0	0,5	0,4	0,8	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	0,8	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008
U [W/mqK]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
G (W/mqK)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
pe,b	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
ae,B,⊥	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4 UNI EN 13363-1:2008
te,B,⊥	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2 UNI EN 13363-1:2008
g(sh+gl),d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
F(sh+gl),i,j	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,9	0,5	0,6	0,6	0,9	0,5	0,5	
g⊥	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7 UNI TS 11300-1:2008)
QSI [kWh]	2.779	82	260	1.813	1.813	195	312	2.232	2.088	511	442	3.278	
TOTALE QSI [kWh]				4.934				4.552				6.319	
Δ QSI (KWh)	3.611	364	968	1.946	6.845	1.053	2.032	4.944	5.978	2.758	2.768	6.547	
Δ QSI TOTALE				6.890				14.874				18.050	

Tab. 6.31

## CONSIDERAZIONI APPORTI SOLARI, CATANIA

A Catania abbiamo inserito i brise-soleil sui lati sud (con lamelle orizzontali) Sud-est, sud-ovest (con lamelle verticali) nei mesi estivi.

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse EST-OVEST sono:

CT (EST-OVEST)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	7'748	3'526	4'222	- 55 %
MARZO	12'803	2'934	11'247	- 78 %
GIUGNO	17'726	4'211	14'401	- 77 %

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse NORD-SUD sono:

CT (NORD-SUD)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	7'526	2'943	4'583	- 61 %
MARZO	13'620	1'867	11'753	- 87 %
GIUGNO	18'539	2'454	16'084	- 87 %

I valori QSI (STATO DI FATTO- STATO DI PROGETTO) per l'edificio orientato lungo l'asse NORD-EST, SUD-OVEST sono:

CT (NORD-EST, SUD-OVEST)	QSI (KWh) STATO DI FATTO	QSI (KWh) S. DI PROGETTO	$\Delta$ QSI(KWh)	%
DICEMBRE	11'824	4'934	6'889	- 59 %
MARZO	19'426	4'552	14'874	- 77 %
GIUGNO	24'369	6'319	18'050	- 75%

Notiamo come gli apporti solari diminuiscano notevolmente arrivando al 75% in meno nei mesi estivi, grazie alla notevole riduzione della superficie vetrata del 70%; a favore della sup. opaca, che riesce a garantire un maggiore isolamento ( $\Delta HT = 390,2 \text{ W/K}$  MIGLIORAMENTO HT DEL 60%;  $\Delta UC,k = 0,4 \text{ W/mqK}$  MIGLIORAMENTO UC,k DEL 48 %).

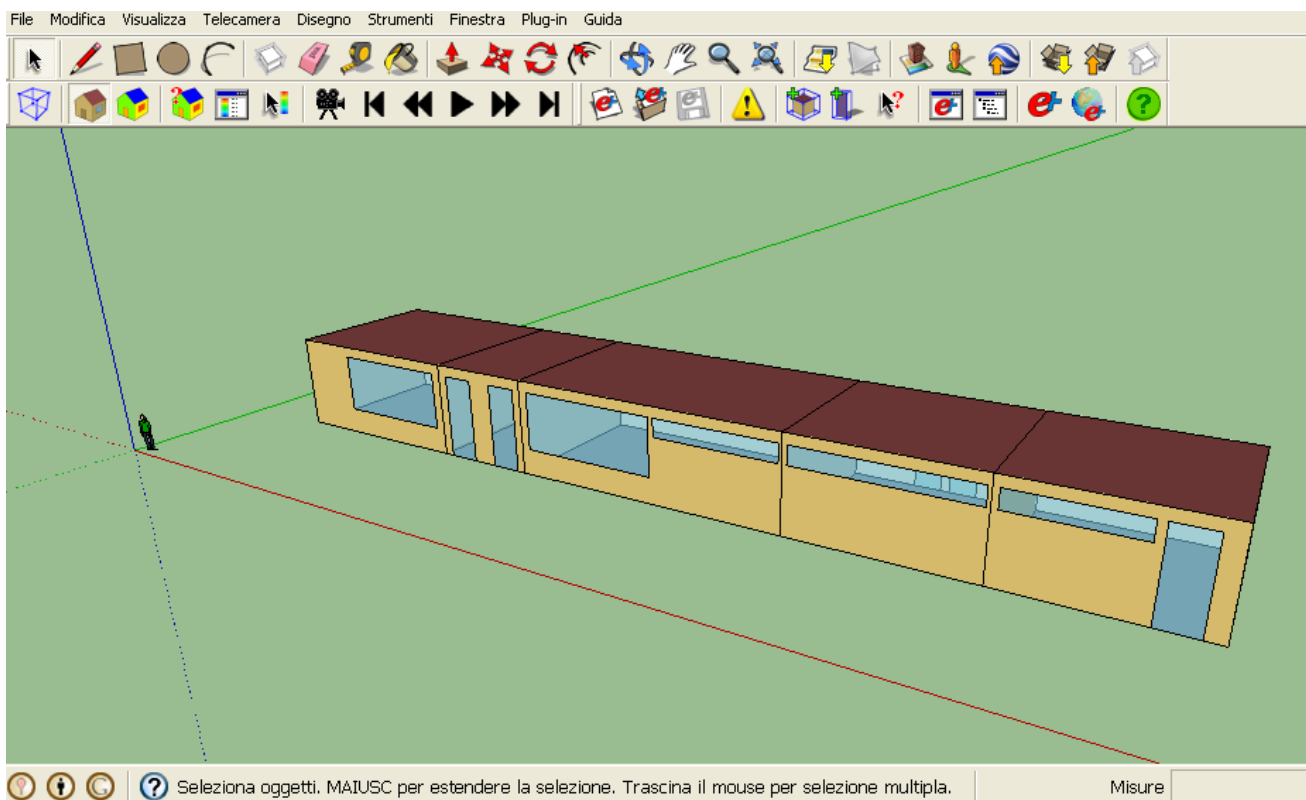
## 6.4 SIMULAZIONE DINAMICA

Abbiamo eseguito una simulazione dinamica con il software “bestopenstudio” sull’ edificio per avere un riscontro esatto sulle sue prestazioni ricavandone le temperature interne, è stato considerato nullo l’ utilizzo di impianti di riscaldamento e raffrescamento. La simulazione è stata eseguita nelle zone di Milano, Roma e Catania nei giorni 1° Gennaio, 1° Aprile e 1° Agosto.

### “OPENSTUDIOBEST”

*“Il software OpenStudio BEST è un plugin per Google SketchUp 8, che utilizza il motore di calcolo Energyplus 7.0 al fine di effettuare simulazioni energetiche in regime dinamico su modelli di edifici. Esso coniuga, pertanto, la facilità ed intuitività della modellazione di SketchUp, con la potenza di calcolo e la sofisticazione di Energyplus. Quest’ultimo, infatti, pur essendo uno strumento molto all’avanguardia sulla simulazione energetica in regime dinamico, presenta il limite di essere caratterizzato da una notevole complessità nel suo utilizzo, essendo sostanzialmente sprovvisto di un’interfaccia grafica, se si esclude un semplice editor per la scrittura del file di input.”*

Fig. 6.4  
Scherma in fase di elaborazione con il software BESTopenstudio



*L'unione di questi due strumenti permette l'accesso da parte della maggior parte dei progettisti alla sofisticata simulazione dinamica, rendendo maggiormente intuitiva la creazione dei modelli di calcolo da processare, per stimare i fabbisogni di energia ed i consumi degli edifici. L'ulteriore pregio della combinazione di questi strumenti è la totale gratuità dell'intero pacchetto, in quanto sia il motore di calcolo, che il modellatore geometrico SketchUp sono liberamente scaricabili dai rispettivi siti internet, previa registrazione dell'utente.*

*Per quanto sopra esposto, il software sostanzialmente permette la creazione facilitata dei principali oggetti necessari al motore di calcolo per effettuare la simulazione dell'edificio, utilizzando i semplici comandi di modellazione geometrica di SketchUp, oltre alle interfacce appositamente create. Gli oggetti di cui sopra vengono salvati in un file di formato .idf, che rappresenta l'input dei dati di cui necessita Energyplus. Successivamente, viene lanciata la simulazione fornendo tale file al motore di calcolo, senza dover uscire dal programma SketchUp.*

*Tutti gli oggetti che vengono creati nel file di input, pertanto, si riconducono alle sintassi ed alle specifiche contenute nella documentazione del motore di calcolo, alla quale si rimanda sempre per ulteriori approfondimenti<sup>1</sup>, o per analisi molto più particolareggiate di quelle per le quali è stato studiato l'applicativo OpenStudio BEST.”*

Manuale utente del software  
BESTopen studio

"BESTOPENSTUDIO"  
simulatore dinamico

ZONE CLIMATICHE:  
MILANO/ROMA/CATANIA

TEMPERATURE. INTERNE

MILANO	0,3 RICAMBI ARIA L' ORA:		0,08 RICAMBI ARIA L' ORA:		*CON RICAMBI E FRANGISOLE	
TEMP. (C°)	min.	Max.	min.	Max.	min.	Max.
1° GENNAIO	8,5	10,0	12,0	13,2	-	-
1° APRILE	22,0	25,9	16,3	20,1	-	-
1° AGOSTO	28,5	31,3	25,9	29,2	23,8	24,9

ROMA	0,3 RICAMBI ARIA L' ORA:		0,08 RICAMBI ARIA L' ORA:		*CON RICAMBI E FRANGISOLE	
TEMP. (C°)	min.	Max.	min.	Max.	min.	Max.
1° GENNAIO	15,8	18,2	18,3	20,2	-	-
1° APRILE	20,4	22,5	17,5	20,1	-	-
1° AGOSTO	29,4	31,6	27,1	30,0	24,4	25,8

CATANIA	0,3 RICAMBI ARIA L' ORA:		0,08 RICAMBI ARIA L' ORA:		*CON RICAMBI E FRANGISOLE	
TEMP. (C°)	min.	Max.	min.	Max.	min.	Max.
1° GENNAIO	19,3	21,3	20,7	22,4	-	-
1° APRILE	20,4	22,5	16,4	20,1	-	-
1° AGOSTO	29,4	31,6	28,5	29,4	25,0	26,7

\*CON RICAMBI MASSIMI NOTTURNI E SCHERMATURA FRANGISOLE NEL PERIODO ESTIVO

## CONSIDERAZIONI APPORTI SOLARI, ROMA

I risultati ottenuti tengono conto di alcune caratteristiche progettuali:

1) dovendo template-station risultare il più isolata termicamente possibile dovranno essere regolati quanto più possibile gli ingressi; è per questo che sono previsti degli accessi ai binari esterni ai lati dell'edificio (in prossimità di eventuali parcheggi) si viene così indotti all'utilizzo di tali accessi perché più diretti e più visibili rispetto all'ingresso principale passante per l'atrio dell'edificio.

2) Lo scambio d'aria ottimale sarà per tutte le località di 1 ricambi l'ora notturna e 0 diurna per il 1° Agosto, nel mese di Gennaio e Aprile un ricambio d'aria di 0,3; a Milano, nel caso in cui vi fosse una bassa frequentazione dell'edificio, sarà opportuno diminuire i ricambi d'aria a 0,08 l'ora.

3) Per ovviare al problema "effetto serra" estivo sono previste schermature solari esterne, che offrono le prestazioni migliori, in quanto bloccano la radiazione solare prima che questa vada ad innalzare la temperatura dell'ambiente interno.

Un sistema di schermature molto valido sono i frangisole mobili da installare nei mesi più caldi a seconda della zona climatica e delle caratteristiche logistiche.

SI OTTIENE UN EDIFICIO DALLE OTTIME PRESTAZIONI, CONSIDERANDO NULLO L'UTILIZZO DI IMPIANTI:

### MILANO

Otteniamo per Milano una temperatura il 1° Gennaio di min. 8,5 C° max. 10,0 C° il 1° di Aprile min. 22,0 C° max. 25,9 C° e ad Agosto min. 28,5 C° max. 31,3 C°

MILANO	TEMP.INTERNA(C°) (0,3 ricambi aria)	TEMP.CON SCHERMATURA FRANGISOLE (C°)
1° GENNAIO	min. 8,5 max. 10,0	NON PREVISTA
1° APRILE	min. 22,0 max. 25,9	NON PREVISTA
1° AGOSTO	min. 28,5 max. 31,3	min.23,8 max. 24,9

Analizzando la situazione di Milano nel mese invernale possiamo concludere che, sebbene non indispensabile, si possa installare un impianto di riscaldamento (per esempio a pompa di calore) e che sia inoltre possibile, nel caso in cui vi fosse una bassa frequentazione dell' edificio, diminuire i ricambi d' aria a 0,08 l' ora ottenendo un miglioramento del comfort, passando da una temperatura di min. 8,5 C° max. 10,0 C° ad una temperatura di min. 12,0 C° max.13,2 C°.

Nel mese estivo si abbasserà notevolmente la temperatura con l' ausilio di schermature frangisole passando da una temperatura di min. 28,5 C° max. 31,3 C° ad una temperatura di min.23,8 C° max. 24,9 C°.

### ROMA

Otteniamo per Roma una temperatura il 1° Gennaio di min. 15,8 C° max. 18,2 il 1° C° Aprile di min. 20,4 C° max. 22,5 C° e il 1° Agosto min. 29,4 C° max. 31,6 C°

ROMA	TEMP.INTERNA(C°)	TEMP.CON SCHERMATURA FRANGISOLE (C°)
1° GENNAIO	min. 15,8 max. 18,2	NON PREVISTA
1° APRILE	min. 20,4 max. 22,5	NON PREVISTA
1° AGOSTO	min. 29,4 max. 31,6	min.24,4 max .25,8

Analizzando la situazione a Roma nel mese estivo si abbasserà notevolmente la temperatura con l' ausilio di schermature frangisole passando da una temperatura di min. 29,4 C° max. 31,6 C° ad una temperatura di min.24,4 C° max .25,8 C°

### CATANIA

Otteniamo per Roma una temperatura il 1° Gennaio di min. 15,8 C° max. 18,2 il 1° C° Aprile di min. 20,4 C° max. 22,5 C° e il 1° Agosto min. 29,4 C° max. 31,6 C°

CATANIA	TEMP.INTERNA(C°)	TEMP.CON SCHERMATURA FRANGISOLE (C°)
1° GENNAIO	min. 19,3 max. 21,3	NON PREVISTA
1° APRILE	min. 20,4 max. 22,5	NON PREVISTA
1° AGOSTO	min. 29,4 max. 31,6	min. 25,0 max. 26,7

Analizzando la situazione a Catania nel mese estivo si abbasserà notevolmente la temperatura con l'ausilio di schermature frangisole passando da una temperatura di min. 29,4 C° max. 31,6 C° ad una temperatura di min. 24,4 C° max. 25,8 C°.

## 6.5 VENTILAZIONE

Sia il clima interno sia il bilancio energetico di un edificio sono influenzati in maniera dal ricambio d'aria.

Occorre fare distinzione fra ricambio d'aria per ventilazione naturale e infiltrazione( scambio d'aria che avviene in maniera non controllata attraverso punti dove l'involucro dell'edificio non è stagno) .

Il ricambio, breve ma completo, permette di evacuare l'aria viziata (ricca di vapore e di diossido di carbonio) senza disperdere, nello stesso tempo, quantitativi notevoli di calore.

La corrente d'aria si sviluppa a causa di una differenza di pressione tra due regioni che possono ad esempio coincidere con l'interno e l'esterno dell'edificio, questa differenza di pressione può essere ad esempio indotta dal vento. Un altro fattore che può causare una corrente d'aria è costituito dalla temperatura, quando gli interstizi e le aperture nell'edificio sono presenti ad altezze differenti, questo fenomeno si traduce in un tiraggio d'aria dal basso verso l'alto, denominato "effetto camino".

Nelle situazioni in cui l'aria interna dell'edificio sia più calda di quella esterna e sia richiesto un raffrescamento, l'effetto naturale di spostamento dell'aria appena descritto può essere usato per introdurre aria più fresca all'interno dell'edificio ed espellere quella calda.

*All'interno di un edificio, allo scopo di assicurare sufficienti condizioni sia igieniche sia di benessere termoigrometrico, è necessario garantire una portata minima di aria esterna, chiamata in questo contesto portata minima di ventilazione o aerazione, che serve a diluire e mantenere ad un livello accettabile la concentrazione degli inquinanti rilasciati nell'ambiente da persone e cose. Inevitabilmente questo rinnovo d'aria negli ambienti può determinare un incremento dell'energia scambiata con l'esterno, ma ciò è necessario per garantire la salubrità e la qualità dell'aria. Le portate adottate nel seguito risentono di tale necessità più che di quella connessa alla minimizzazione degli scambi termici per ventilazione.*

Procedura di calcolo  
CENED, Lombardia

## SISTEMA DI VENTILAZIONE

Le differenze di pressione tra i diversi piani di un'abitazione, minime ovviamente (dell'ordine di qualche millesimo di atmosfera) aumentano con l'altezza e la differenza di temperatura tra interno ed esterno.

Si deve poi considerare che qualsiasi gas, se riscaldato, si dilata proporzionalmente all'aumento della sua temperatura assoluta. L'espansione produce una diminuzione del peso specifico del gas che tende perciò a salire verso l'alto. Anche l'aria è soggetta a tale fenomeno che può essere sfruttato per ventilare in maniera naturale un'abitazione e mantenerla a temperature ottimali sia in inverno che in estate.

In una casa di più piani, ai livelli più alti salirà l'aria più leggera, cioè quella più calda, creando una pressione superiore a quella atmosferica, diversamente da quanto accadrà ai piani inferiori, dove la pressione sarà leggermente minore di quella atmosferica. Questa considerazione comporta che nei locali interrati si può verificare un'indesiderata aspirazione di aria e gas nocivi come il radon (presente nel tufo) dal terreno circostante e che dagli infissi mal sigillati ai piani più bassi di un edificio, si possa avvertire più che altrove l'ingresso di spifferi d'aria fredda dall'esterno.

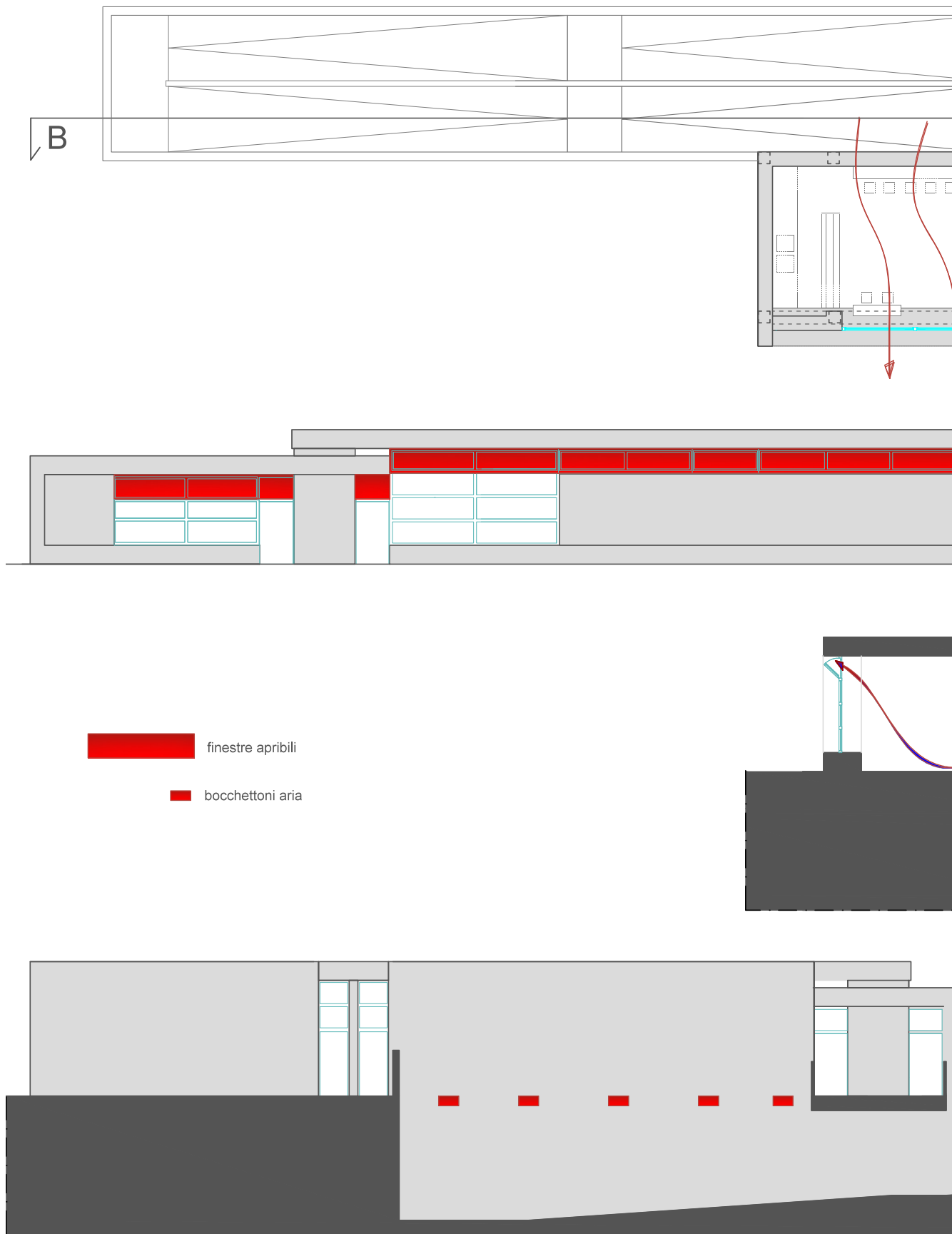
Porte e finestre giocano un ruolo importante nella regolazione della ventilazione naturale, e li si deve saper collocare perché essi determinano la posizione del punto neutro dell'abitazione, ovvero il punto (variabile in funzione degli infissi aperti) in cui la pressione interna è pari a quella esterna.

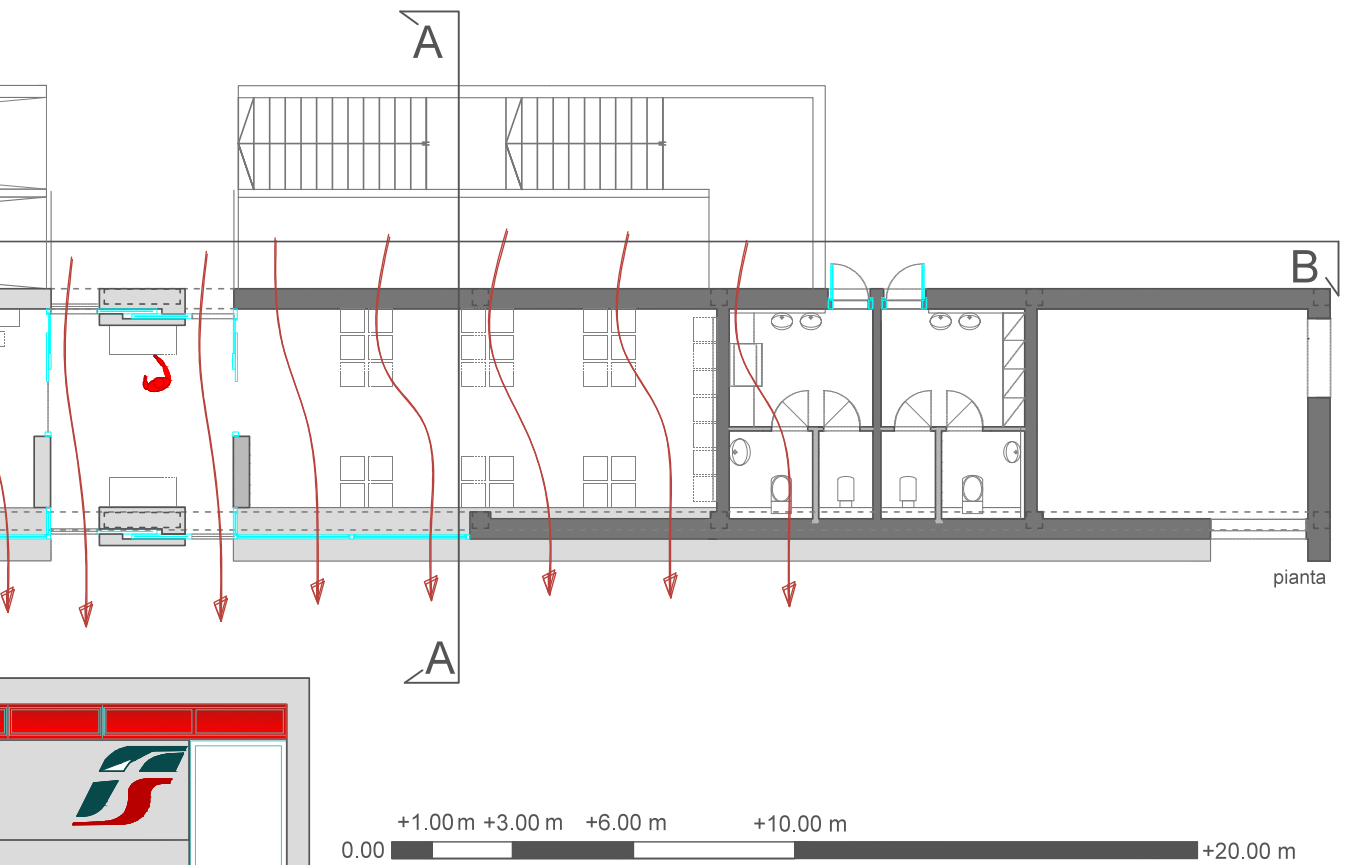
L'effetto camino è alla base del funzionamento delle pareti ventilate, dove l'eventuale condensa, cioè il vapore acqueo che si potrebbe formare sulla superficie esterna della parete, viene eliminata dal moto convettivo di aria che si crea nell'intercapedine. In estate, inoltre, il flusso d'aria nell'intercapedine, fa sì che il calore accumulato dalla superficie esterna della parete, non venga trasmesso all'interno, bensì dissipato.

L'azione coadiuvante e regolatrice delle condizioni ottimali del comfort abitativo, svolta da una corretta ventilazione naturale e/o forzata, deve coinvolgere l'intero edificio. Si rende necessario pertanto un'integrazione spinta fra progetto del sistema di ventilazione e progetto architettonico, sia dal punto di vista della distribuzione, della relazione e del dimensionamento degli spazi interni, sia dal punto di vista della scelta degli elementi costituenti l'involucro. Le condizioni favorevoli sul microclima interno si ottengono pertanto a seguito di una corretta scelta progettuale volgendo principalmente l'attenzione al rapporto tra l'organismo edilizio, l'ambiente circostante e il clima.

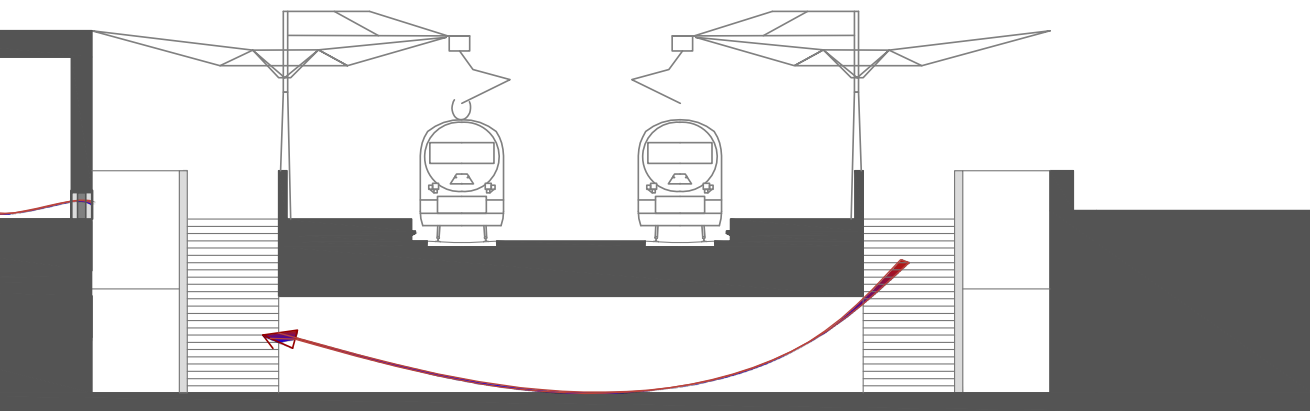
Di seguito illustreremo uno schema che indica come funziona la ventilazione dell'edificio in cui sfruttiamo la ventilazione passante, trasversale, e l'effetto camino.

I bocchettoni posti in basso sul lato NORD portano l'aria che si incanala nel sottopassaggio all'interno dell'edificio, che viene poi espulsa dalle finestre poste in alto sul lato SUD, sfruttando così l'effetto camino.

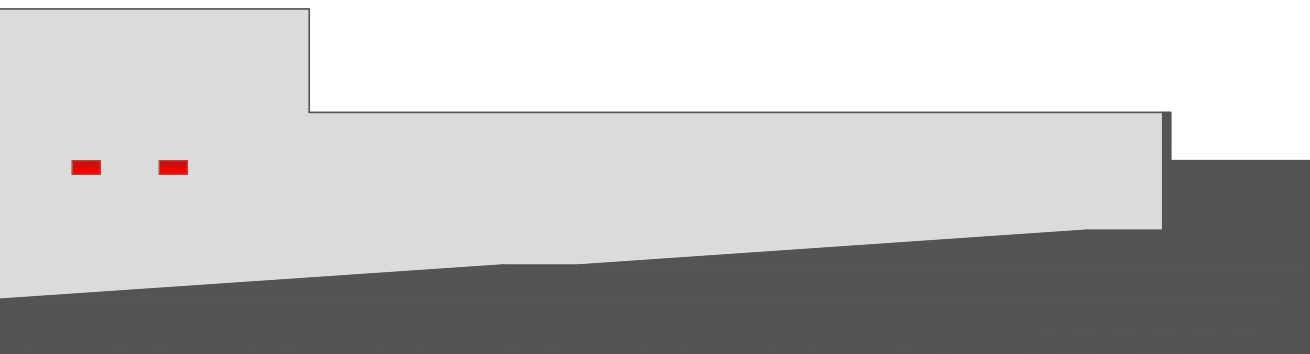




prospetto su strada



sez. A-A



sez. B-B

## 6.6 SCHERMATURE ESTIVE

La radiazione solare che colpisce le vetrate viene trasmessa all'interno e ciò innesca il fenomeno dell'effetto serra, che, mentre in inverno è un fattore positivo, poiché contribuisce al riscaldamento dell'edificio, in estate è un fenomeno da evitare, poiché aumenta i carichi termici dell'ambiente interno, con conseguente aumento dei consumi elettrici per la climatizzazione.

### SCHERMATURE

In estate una soluzione per l'innalzamento della temperatura negli ambienti interni è predisporre schermature esterne all'involucro che blocchino la radiazione solare, prima che questa riscaldi gli elementi esterni dell'edificio.

Le schermature solari esterne, evitando che la radiazione solare colpisca l'involucro dell'edificio, offrono le prestazioni migliori, in quanto bloccano la radiazione solare prima che questa vada ad innalzare la temperatura dell'ambiente interno

La progettazione di schermature per l'ombreggiamento è strettamente legata alla logistica. Template-station sarà dunque provvista di schermature mobili, ciò permetterà di poterne effettuare la rimozione secondo necessità, nei mesi invernali.



*Fig. 6.5  
Schermatura frangisole,  
metallica orizzontale*

### SCHEMATURE MOBILI VERTICALI

Questo tipo di elementi schermanti è indicato per schermare pareti esposte ad est o ad ovest, perché non è in grado di ostacolare le radiazioni molto inclinate rispetto alla facciata, come la radiazione estiva nelle ore centrali del giorno. Risultano comunque efficienti, specialmente se utilizzati insieme a sistemi meccanici che ruotano le pale o le lamelle in funzione dell'angolazione della radiazione solare da schermare.



*Fig. 6.6  
Render della Template-  
station, con l'installazione  
delle schermature metalliche  
nei mesi estivi*

Risulta estremamente importante il progetto del dimensionamento delle pale o lamelle e della distanza tra i vari elementi, in quanto influisce direttamente sulla quantità di luce che verrà schermata o liberamente trasmessa all'interno dell'edificio. Durante la notte, in inverno, le pale verranno chiuse per contribuire a limitare le dispersioni termiche attraverso l'involucro; in estate, invece, le pale verranno completamente aperte, per consentire la dissipazione dell'eventuale calore accumulato durante il giorno.

## 6.7 ILLUMINOTECNICA

### IL RUOLO DELL'ILLUMINAZIONE NATURALE

La capacità visiva dell'uomo è frutto di un adattamento alla luce proveniente da Sole e cielo, sviluppatosi nel corso del tempo; da ciò, deriva l'importante ruolo che l'illuminamento naturale riveste per lo svolgimento di molte attività ed i problemi di natura psico-fisica che quasi sempre interessano coloro che, per differenti motivi, sono destinati a svolgere compiti visivi in ambienti illuminati esclusivamente con sorgenti artificiali.

Tale problematica è di grande attualità, in quanto le capacità visive sviluppate dall'uomo nel tempo erano un tempo finalizzate essenzialmente alle attività all'aperto, che ben poco hanno in comune con quelle caratteristiche di una società industrializzata, svolte in ambienti statici, all'interno di edifici ed al riparo dagli agenti esterni. Oggi, sembra essere certo il ruolo giocato dalla luce naturale sullo stato d'animo, sulla fisiologia, sulla psicologia, e in generale sul benessere dell'essere umano, in particolare dopo le scoperte di Brainard e Thapan, e gli studi di Rea, Veitch e Andersen, con cui sembra prendere forma il ruolo dell'illuminazione biologica (in particolare naturale) nei confronti del sistema circadiano. Non esistono ancora ad oggi delle regole semplici, atte a garantire, per qualunque tipo di attività, una buona illuminazione naturale in uno spazio confinato. Le aperture, che consentono alla luce di penetrare all'interno dell'ambiente, dovrebbero essere, in rapporto al volume complessivo, in armonia con la distribuzione degli spazi ed in accordo, per gli aspetti architettonici, con le caratteristiche della facciata. Esse, d'altronde, dovrebbero essere proporzionate e collocate in modo da assicurare, nelle diverse ore del giorno, una confortevole distribuzione della luce naturale evitando comunque fenomeni di abbagliamento. Da quanto detto ne consegue che, in fase di progetto, l'impiego della luce naturale impone lo studio di soluzioni che forniscano una

soddisfacente risposta sia alle esigenze visive che a quelle architettoniche e quindi influenza la distribuzione funzionale degli spazi, il benessere sia

visivo che termico degli occupanti, la struttura ed il comportamento energetico dell'edificio, l'utilizzazione di luce artificiale ed i relativi sistemi di controllo per l'integrazione.

La progettazione di un sistema che assicuri il mantenimento delle condizioni di benessere visivo mediante l'utilizzo dell'illuminamento naturale presenta, a differenza di quella fatta nel caso di illuminazione artificiale, delle problematiche molto più complesse. In primo luogo, la disponibilità di luce naturale, a differenza di quella artificiale, non può essere controllata e fissata dal progettista: la sua distribuzione e la sua intensità sono funzioni della stagione e della latitudine considerate ed è inoltre necessario tener conto delle caratteristiche architettoniche della struttura, del suo orientamento e di tutto ciò che la circonda. È solo negli ultimi decenni, d'altra parte, che i principi della fotometria ed alcune procedure di calcolo caratteristiche dell'illuminotecnica delle sorgenti artificiali, sono stati estesi anche all'illuminazione naturale.

Le considerazioni dei progettisti relativamente all'illuminazione naturale, per secoli, non si sono mai discostate molto da quelle esposte da Vitruvio, sul posizionamento delle finestre e gli effetti visivi all'interno. In realtà un approccio quantitativo più preciso scaturì da esigenze di natura legale, dal bisogno cioè di definire i rapporti di vicinato tra le costruzioni, in termini di ostruzioni alla vista e della possibile reciproca limitazione nell'illuminamento connesse alla presenza di edifici adiacenti. Il problema principale fu quello di determinare l'illuminamento sul piano di lavoro, mentre successivamente si è evidenziata la possibilità di assegnare un significato numerico agli aspetti soggettivi connessi all'impiego della luce naturale, quali ad esempio l'abbagliamento, l'attenzione e la distrazione negli operatori.

Una delle caratteristiche principali che rende preferibile la sorgente solare rispetto ad altre è la sua qualità: il suo rendimento nella percezione del colore è, ad esempio più elevato rispetto ad altre fonti. Inoltre la radiazione visibile proveniente dal Sole e dal

cielo aggiunge una naturale dinamica alle condizioni d'illuminazione di un ambiente, attraverso le variazioni temporali di colore, contrasto e luminanza di ogni superficie; tali effetti difficilmente possono essere simulati mediante l'utilizzo di sorgenti artificiali.

## LUCE ED ENERGIA

L'importanza dell'illuminamento naturale non è legata solo agli aspetti psico-fisiologici della vita umana, ma anche a problematiche di tipo energetico. La conseguenza più immediata di uno studio che tenda a massimizzare l'apporto di illuminamento naturale all'interno di un ambiente confinato, è quella di ottenere una diminuzione sensibile del consumo di energia elettrica. Ad un'analisi superficiale, questa risulterebbe essere una strada obbligata da seguire al fine di ottenere una

economicità di gestione dell'edificio. In realtà, il discorso risulta essere più complesso poiché, deve considerarsi l'effetto dovuto all'elevata quantità d'energia termica immessa nell'ambiente per irraggiamento, positivo nei periodi invernali, in quanto si somma ai carichi interni diminuendo la potenza termica da immettere mediante l'impianto HVAC per mantenere le condizioni di benessere prefissate, negativo nei periodi estivi, in quanto l'impianto HVAC per le stesse ragioni deve fornire

una potenza frigorifera maggiore. Si deve infine considerare anche l'apporto, in termini di potenza termica dissipata nell'ambiente, dei sistemi di illuminamento artificiale necessari ad integrare, nel caso se ne presentasse la necessità, il livello d'illuminamento non ottenibile tramite sorgente naturale. Solo dopo un'attenta analisi delle condizioni che intervengono nei diversi periodi, quindi, si può optare per una scelta della percentuale di captazione ed utilizzo della luce naturale.

Il vantaggio dell'utilizzo di questa forma d'energia però non è associato esclusivamente alla diminuzione della spesa energetica, ma anche alla riduzione dell'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera. La necessità di ottimizzare (aumentando il rendimento degli utilizzatori) il consumo dei combustibili,

*“Linee guida per  
l’utilizzazione della luce”  
F. Gugliermetti, F. Bisegna,  
L. Monti (ENEA Agenzia  
Nazionale per le Nuove  
Tecnologie, l’Energia e  
lo Sviluppo Economico*

prevalentemente di tipo primario (petrolio, carbone, gas), è divenuto nel corso degli ultimi decenni una problematica di rilevante interesse. La ricerca di nuove soluzioni è stata dettata

in principio da problemi di tipo economico-politici (crisi petrolifera, crisi del Medio Oriente), ma ha ricevuto una formidabile spinta da una “nuova” coscienza ambientale.

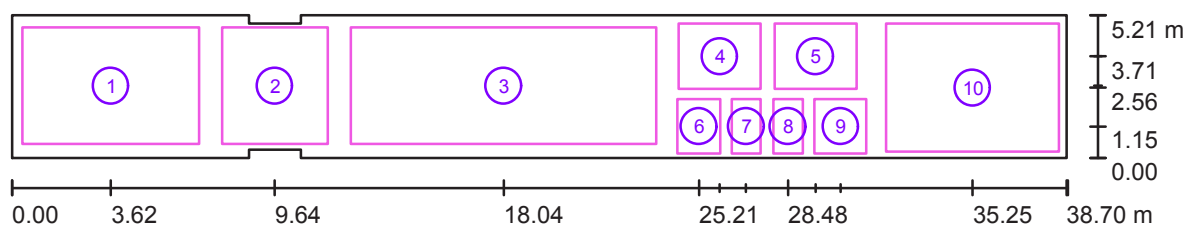
Di seguito illustreremo l’ analisi illuminotecnica eseguita con l’ ausilio del software DIALux.

Abbiamo analizzato l’ illuminazione dell’ edificio simulando l’effetto della luce naturale alle ore 12:00 del 21 Giugno, scegliendo quindi la situazione più sfavorevole (nel momento dell’ anno in cui il sole sorge più alto) .

Stazione

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**Stazione / Luce Naturale / Superfici di calcolo (panoramica risultati)**



Scala 1 : 277

**Elenco superfici di calcolo**

No.	Denominazione	Tipo	Reticolo	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Area Commerciale	perpendicolare	128 x 128	662	61	2810	0.092	0.022
2	Atrio	perpendicolare	16 x 16	738	305	1827	0.414	0.167
3	Sala d'attesa	perpendicolare	128 x 128	691	251	3135	0.363	0.080
4	Bagno M	perpendicolare	8 x 8	459	99	1871	0.217	0.053
5	Bagno F	perpendicolare	8 x 8	449	102	1928	0.227	0.053
6	Servizio MH	perpendicolare	4 x 4	263	158	331	0.601	0.477
7	Servizio M	perpendicolare	2 x 4	187	122	231	0.650	0.526
8	Servizio F	perpendicolare	2 x 4	190	111	239	0.588	0.466
9	Servizio FH	perpendicolare	4 x 4	266	161	344	0.607	0.470

Tab. 6.32

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

Stazione / Luce Naturale / Rendering 3D

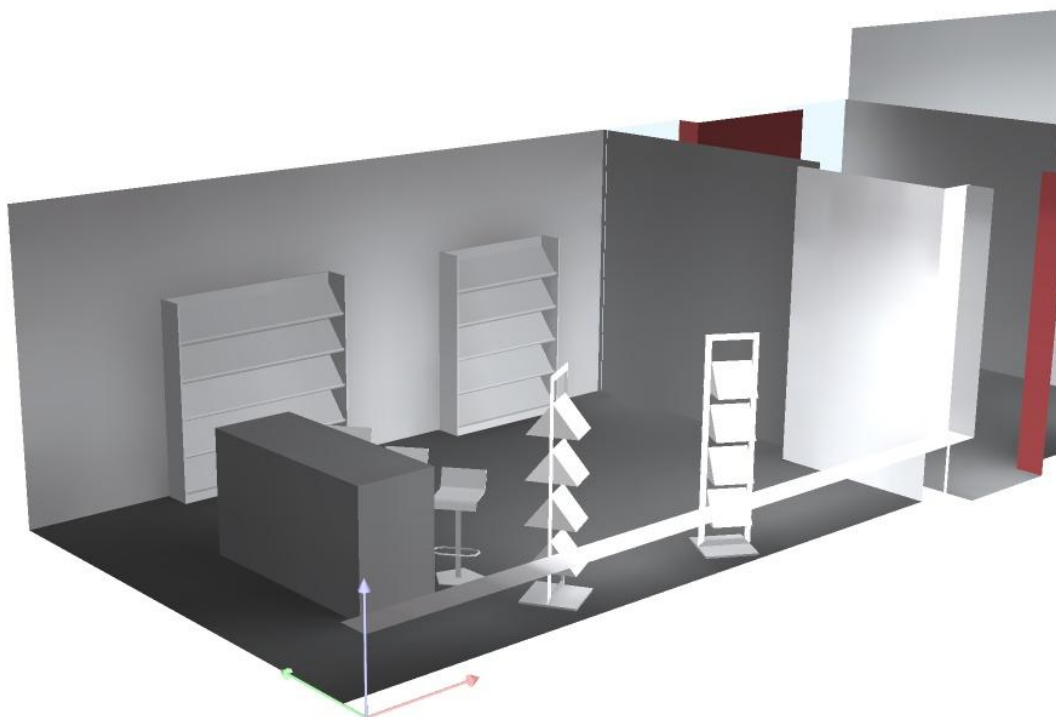


Fig. 6.7

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

Stazione / Luce Naturale / Rendering 3D

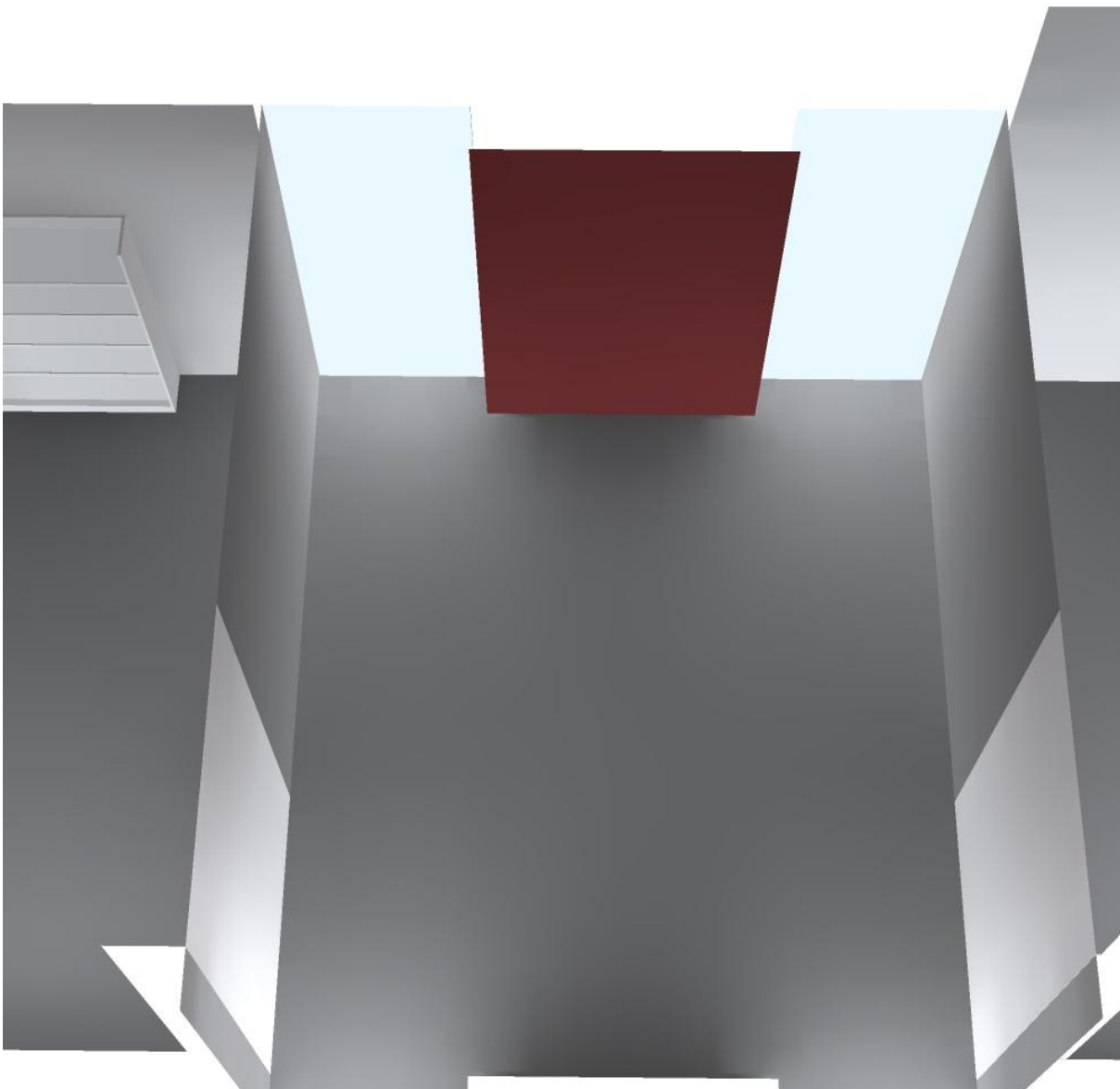


Fig. 6.8

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

Stazione / Luce Naturale / Rendering 3D

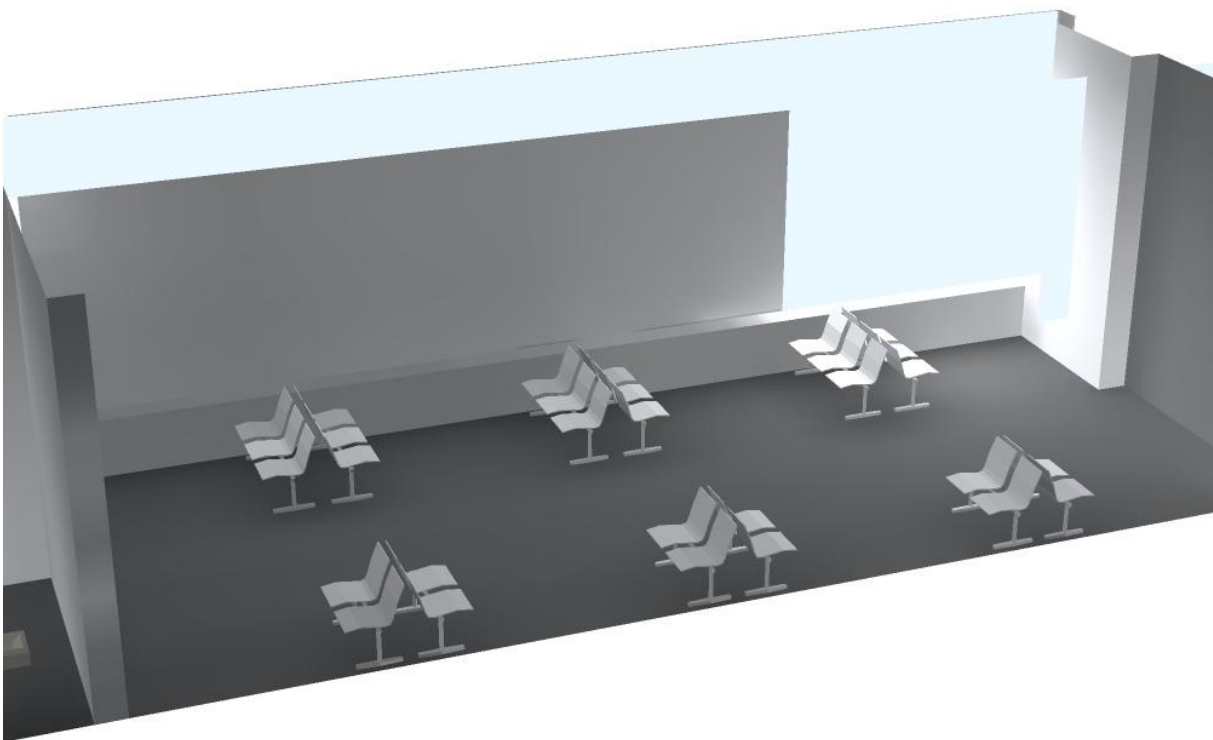


Fig. 6.9

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

Stazione / Luce Naturale / Rendering 3D



Fig. 6.10

## COSIDERAZIONI SUI RISULTATI DIALUX

Come si può evincere dalla verifica riportata nelle pagine precedenti i meno illuminati risultano essere i vani del wc (125 lx) e parte della sala d'attesa; questo perché presentano delle aperture poste in alto, e che quindi non vengono colpite, nel giorno da noi indicato, dalla luce diretta;

Complessivamente si ha una buona illuminazione naturale in tutte le zone della stazione ferroviaria, così da evitare l'impiego nelle ore diurne di illuminazione artificiale, una delle casue maggiori di spreco energetico.



# 7

## TEMPLATE STATION

### 7.1 TAVOLE STATO DI PROGETTO

Tavola 6.2 PLANIMETRIA GENERALE

Tavola 6.3 PIANTA - SEZIONI - PROSPETTI

Tavola 6.4 PIANTA - PROSPETTI - SEZIONI (SPECCHIATO)

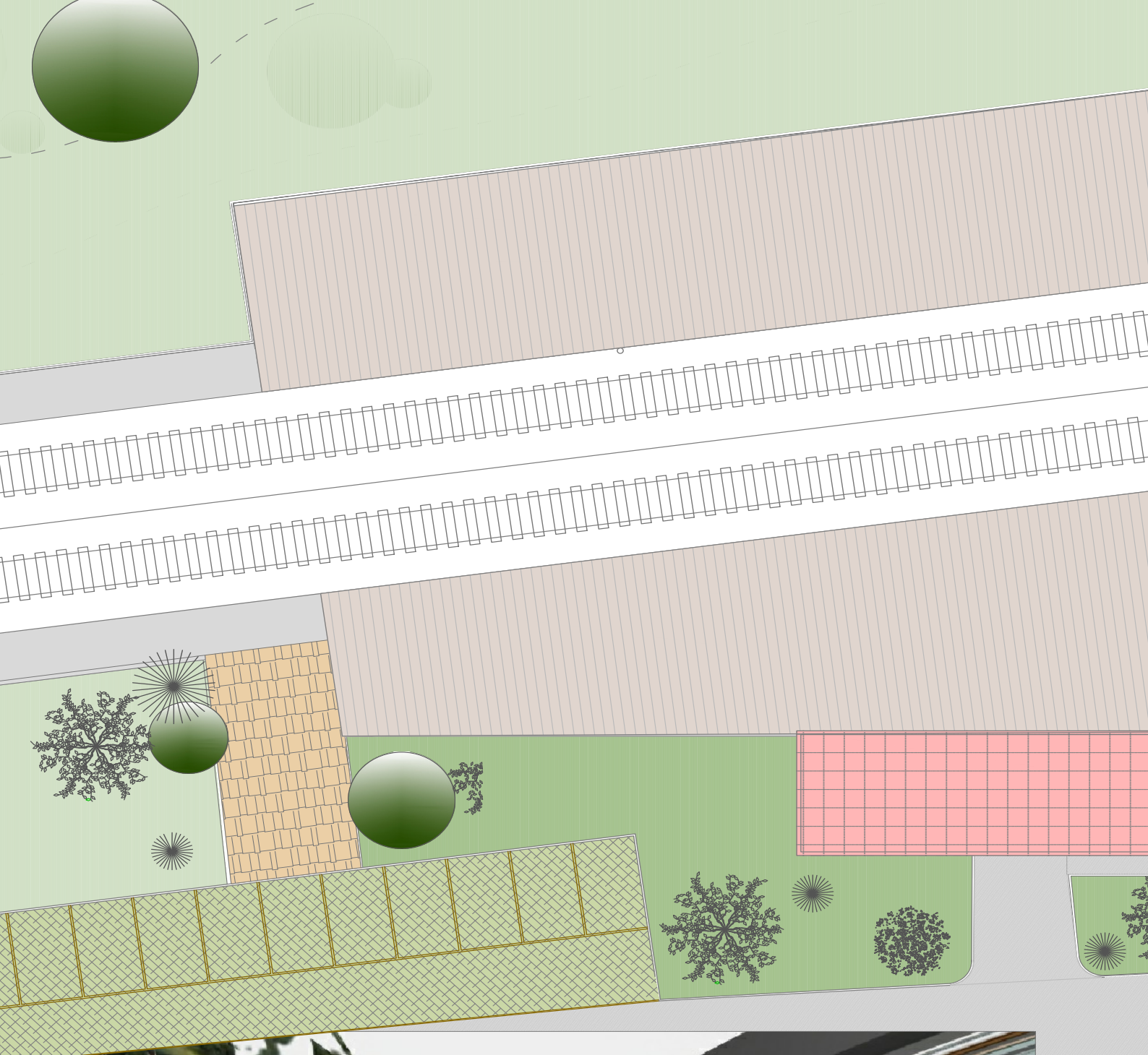
Tavola 6.5 PARTICOLARI COSTRUTTIVI

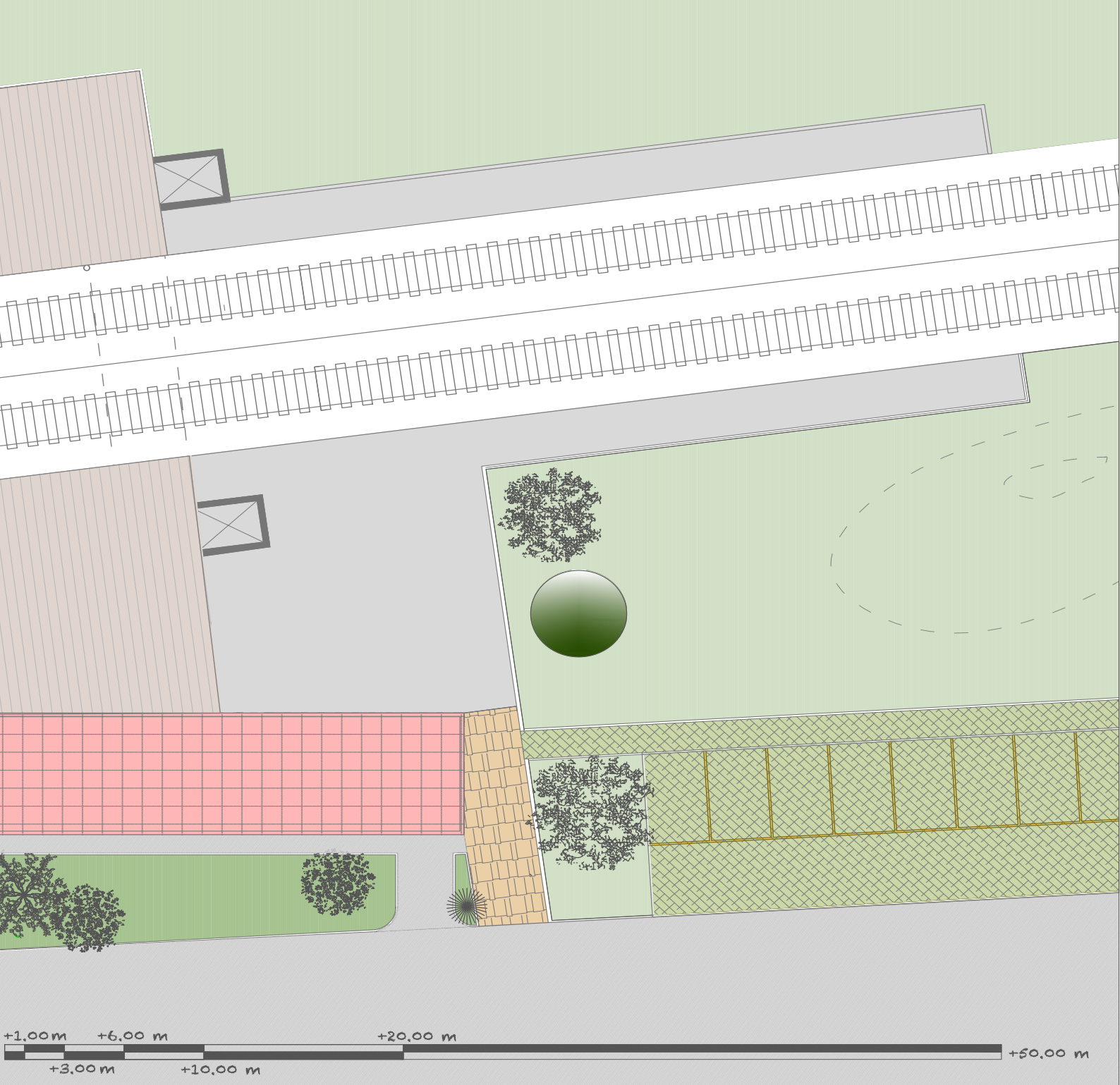
Tavola 6.6 RAFFRONTO PIANTA

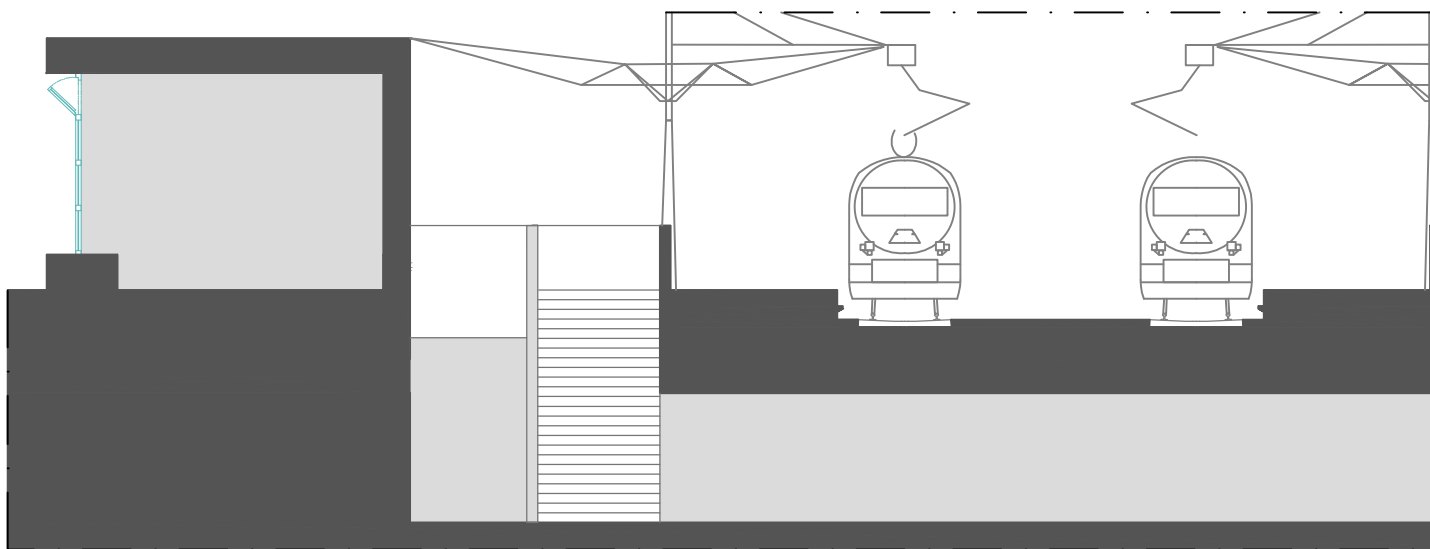
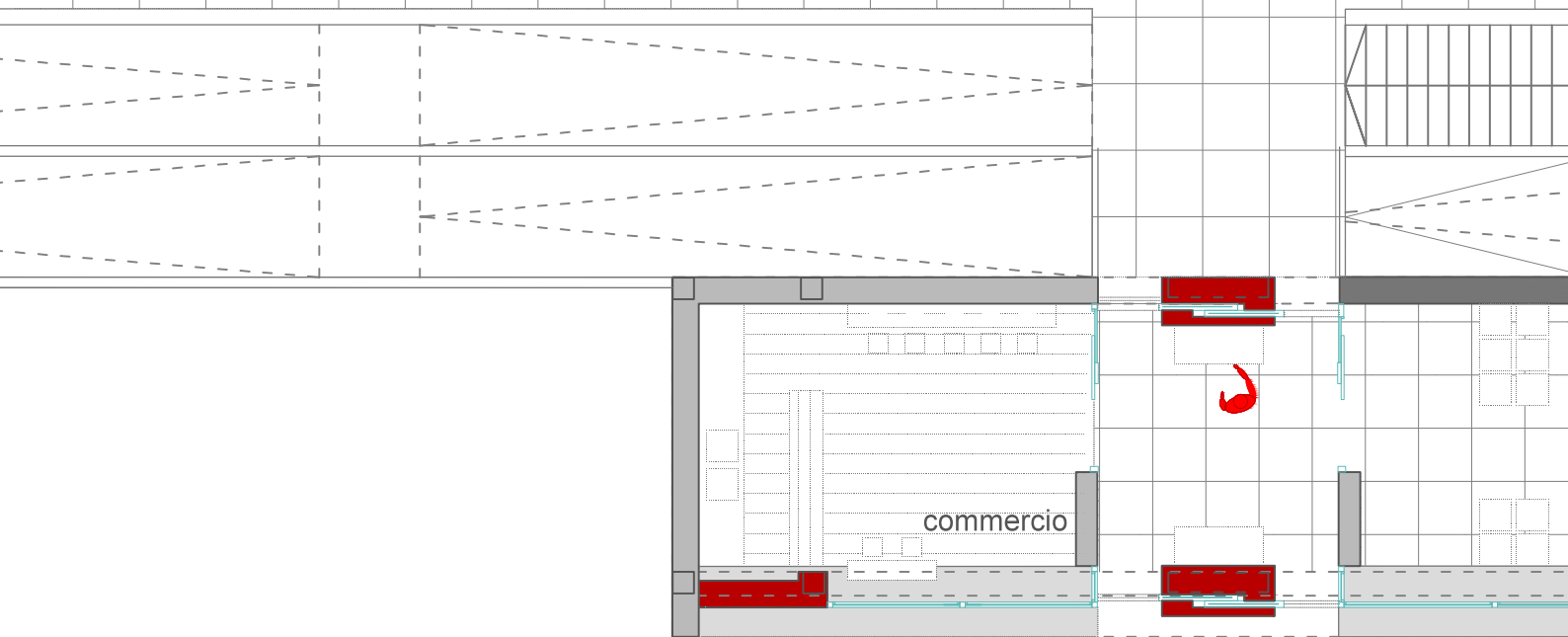
Tavola 6.7 RAFFRONTO PROSPETTO

Tavola 6.8 ACCESSI E PASSAGGI

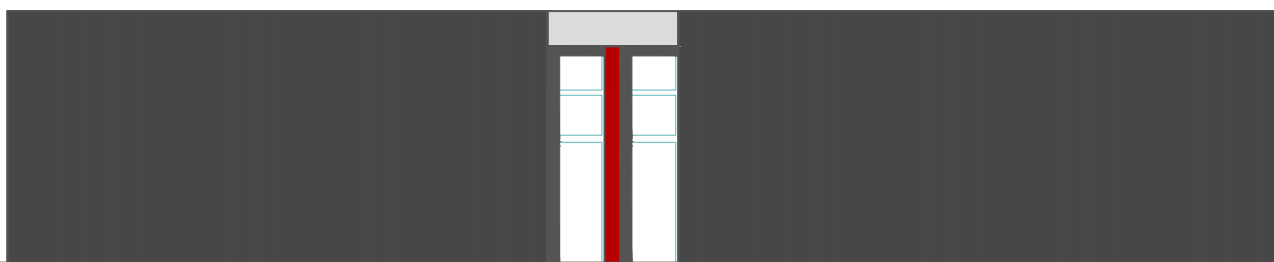
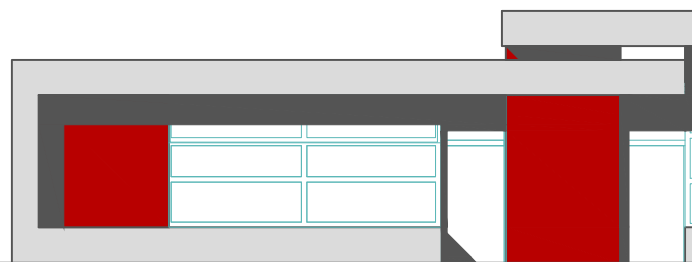
Tavola 6.9 SOLUZIONI DI ORIENTAMENTI

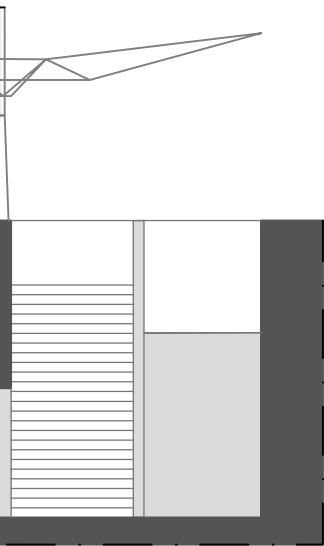
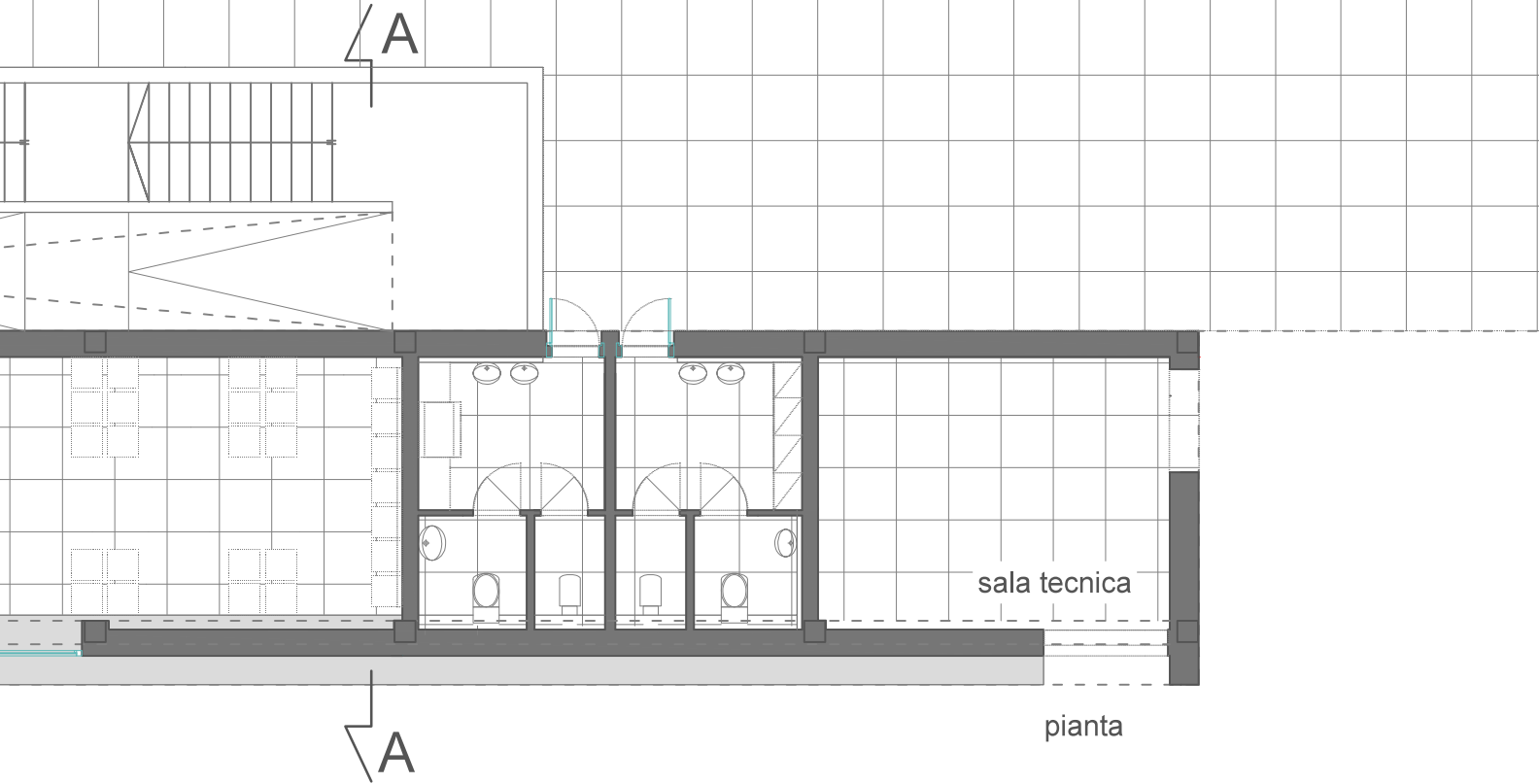




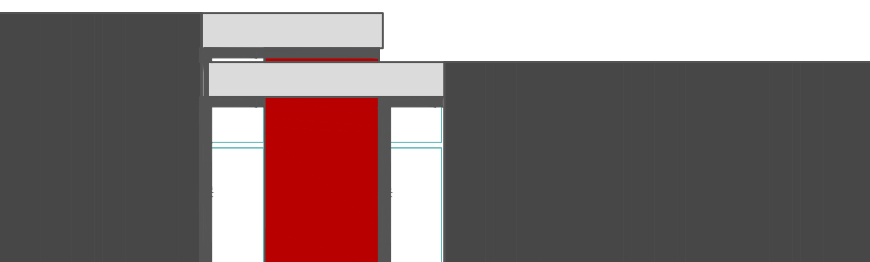
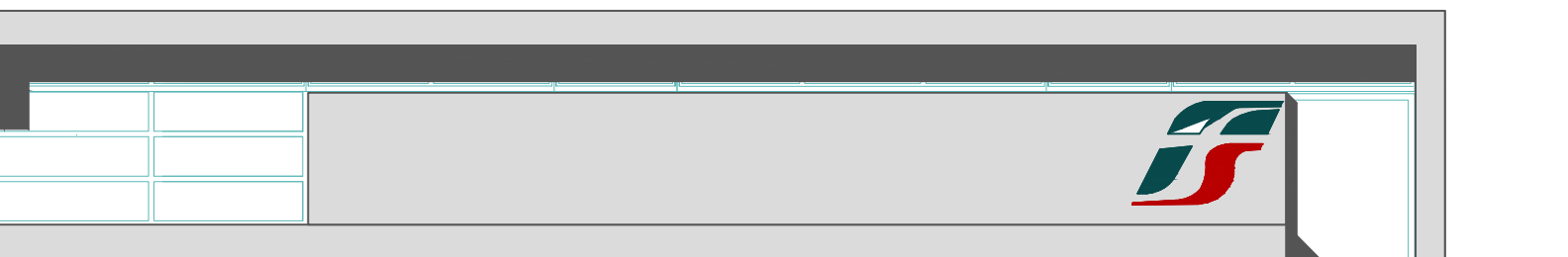


prospetto su strada

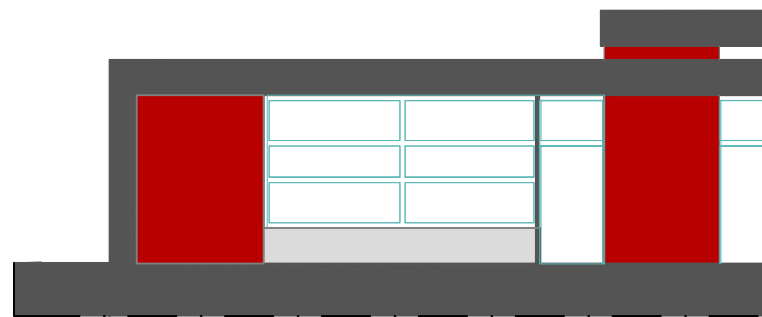
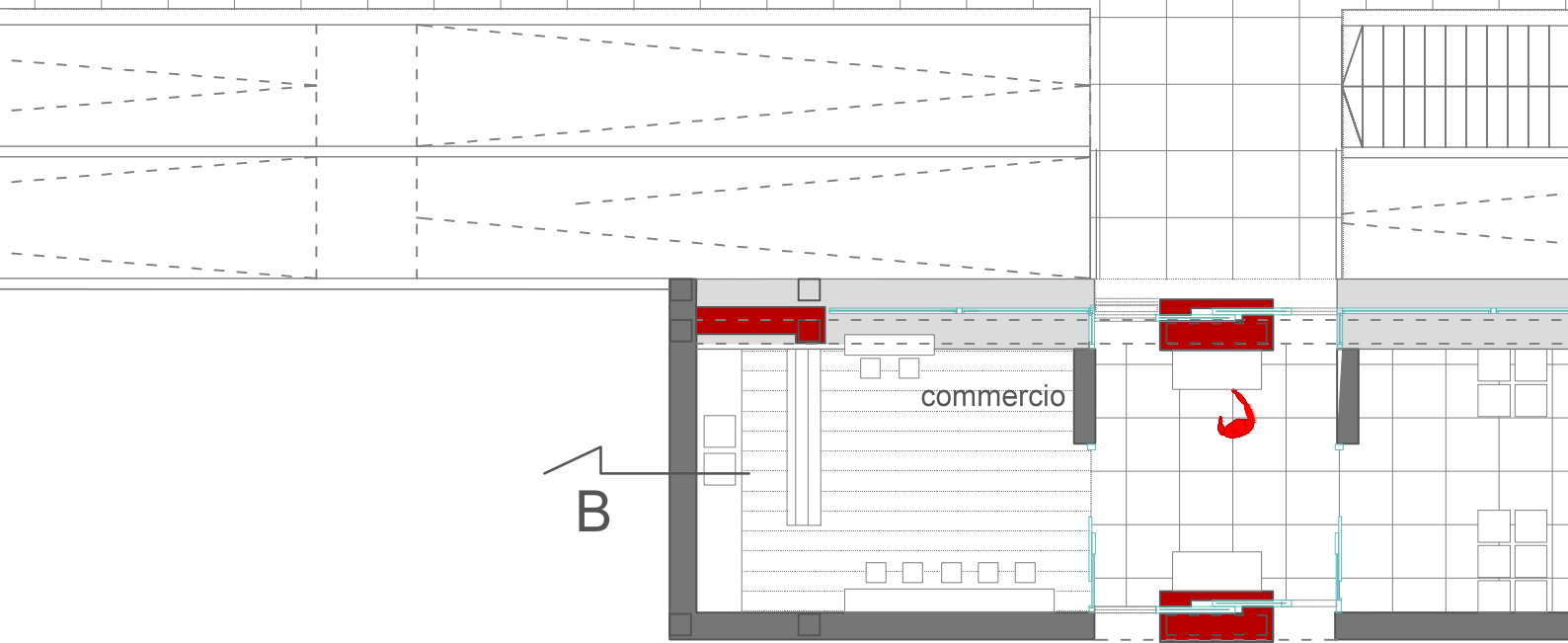




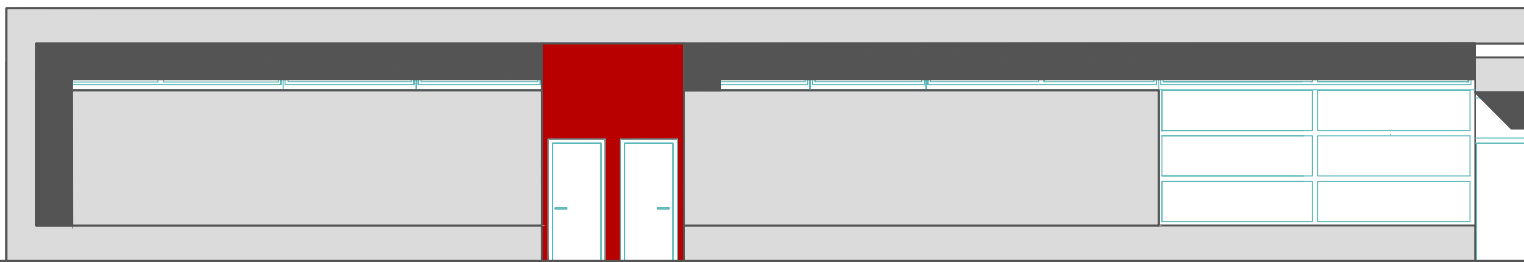
sez. A-A



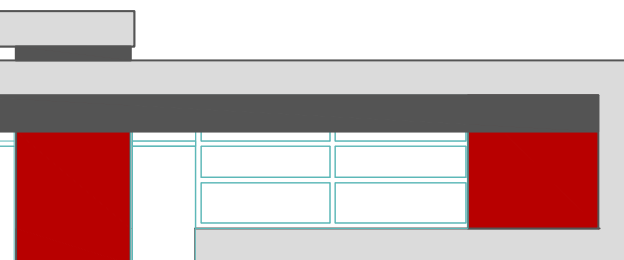
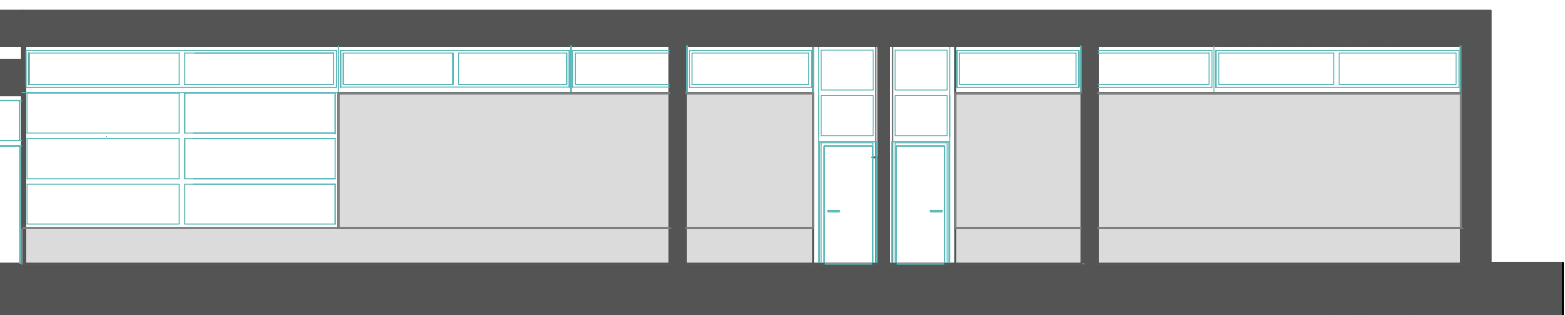
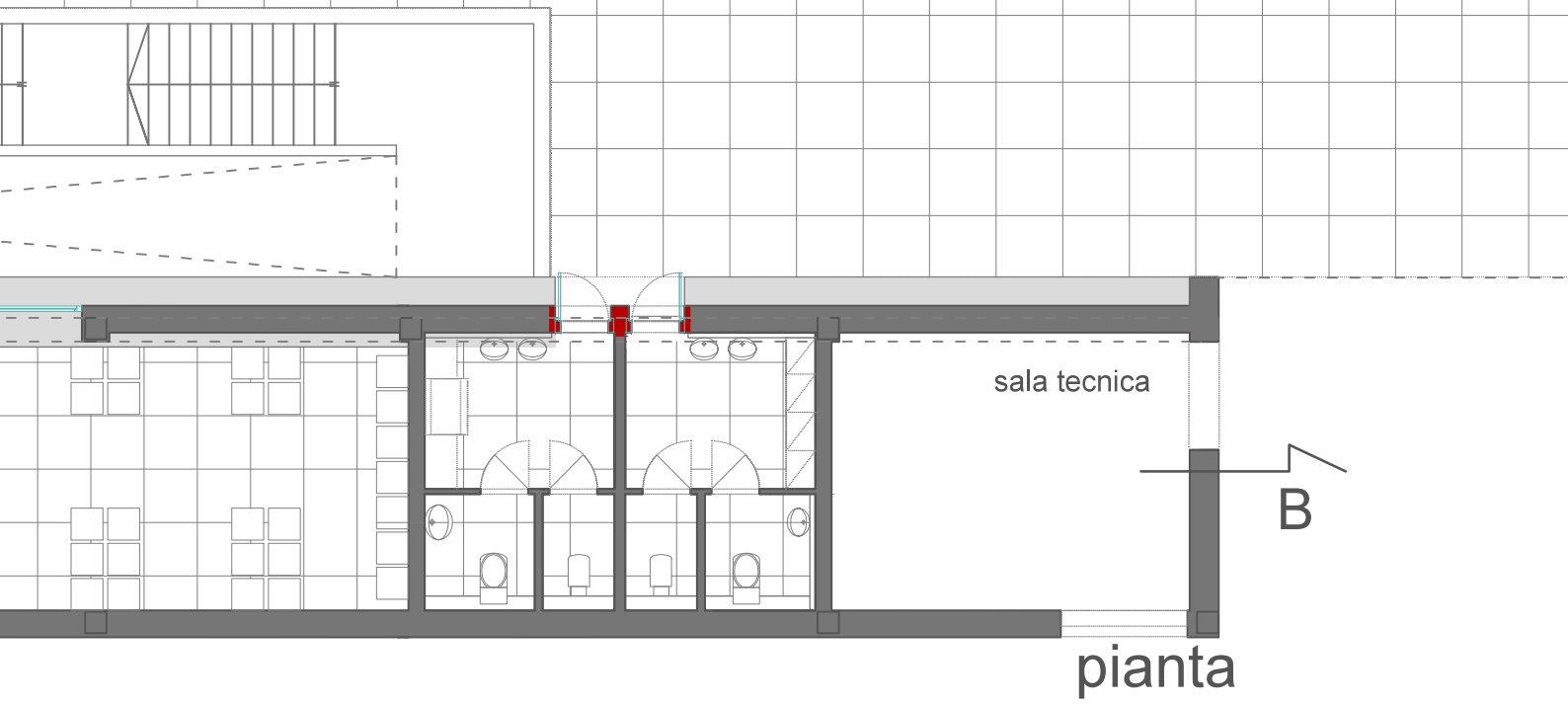
prospetto su lato ferrovia



sez. B-B

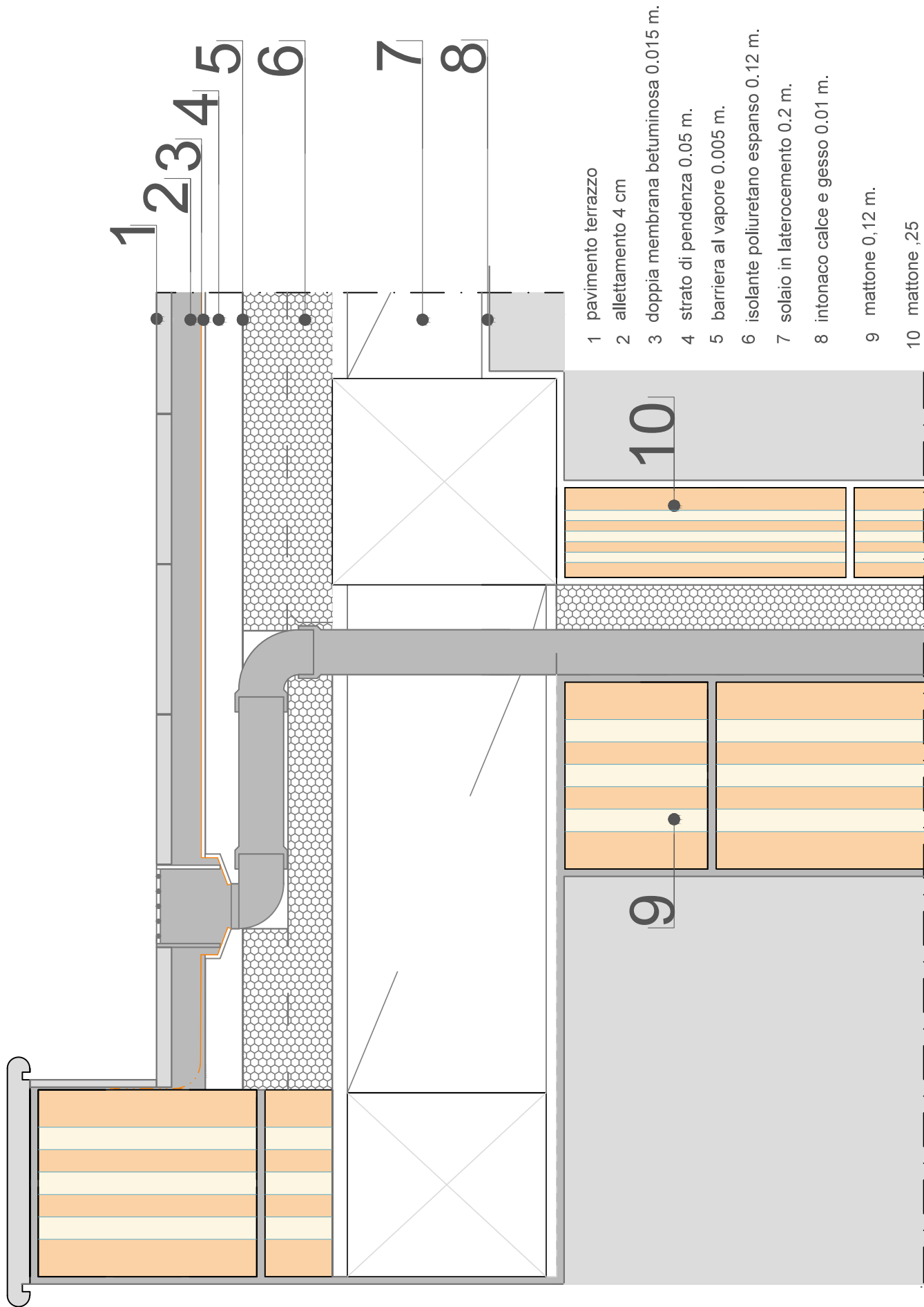


prospetto su strada



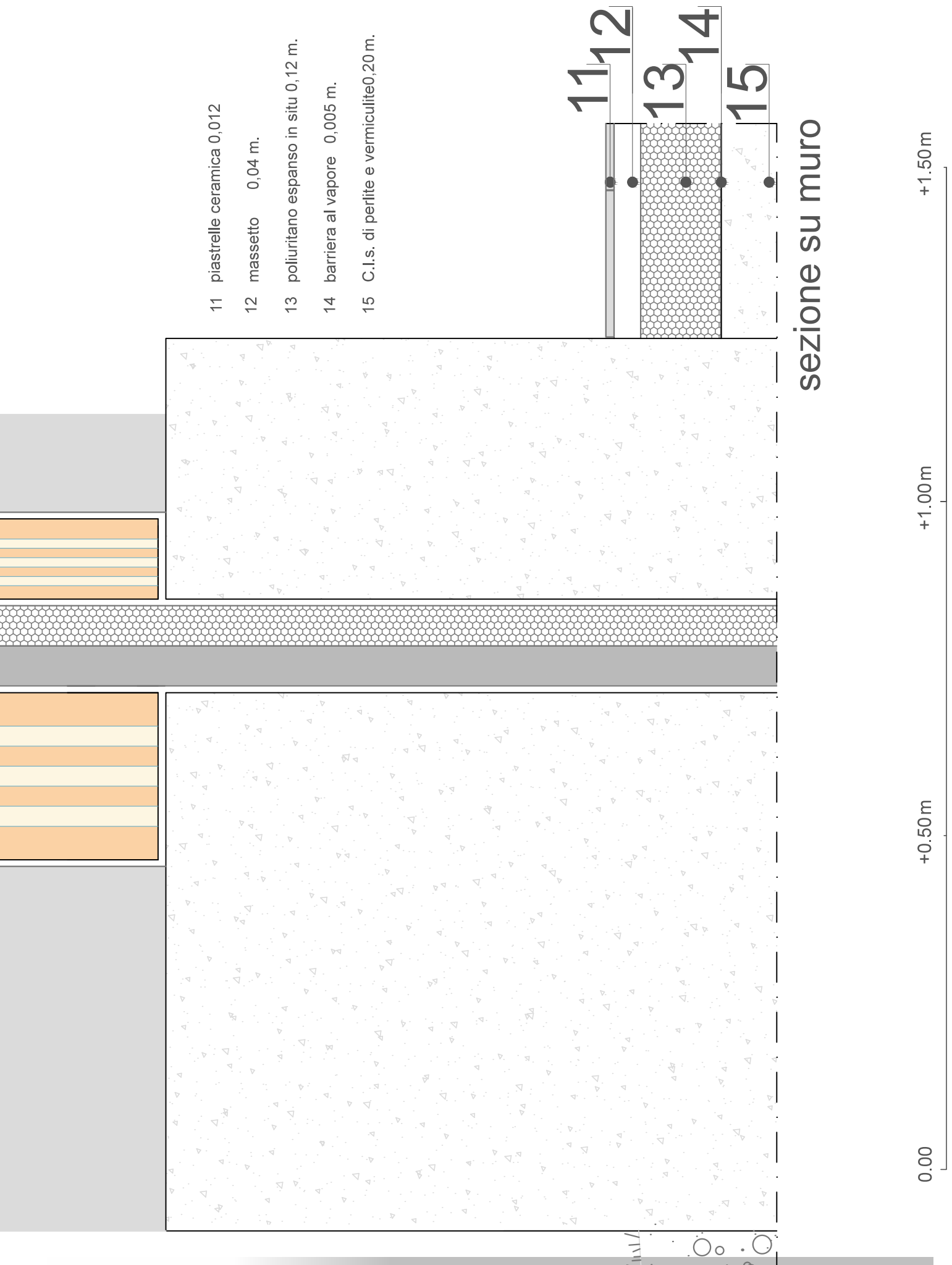
prospetto lato ferrovia



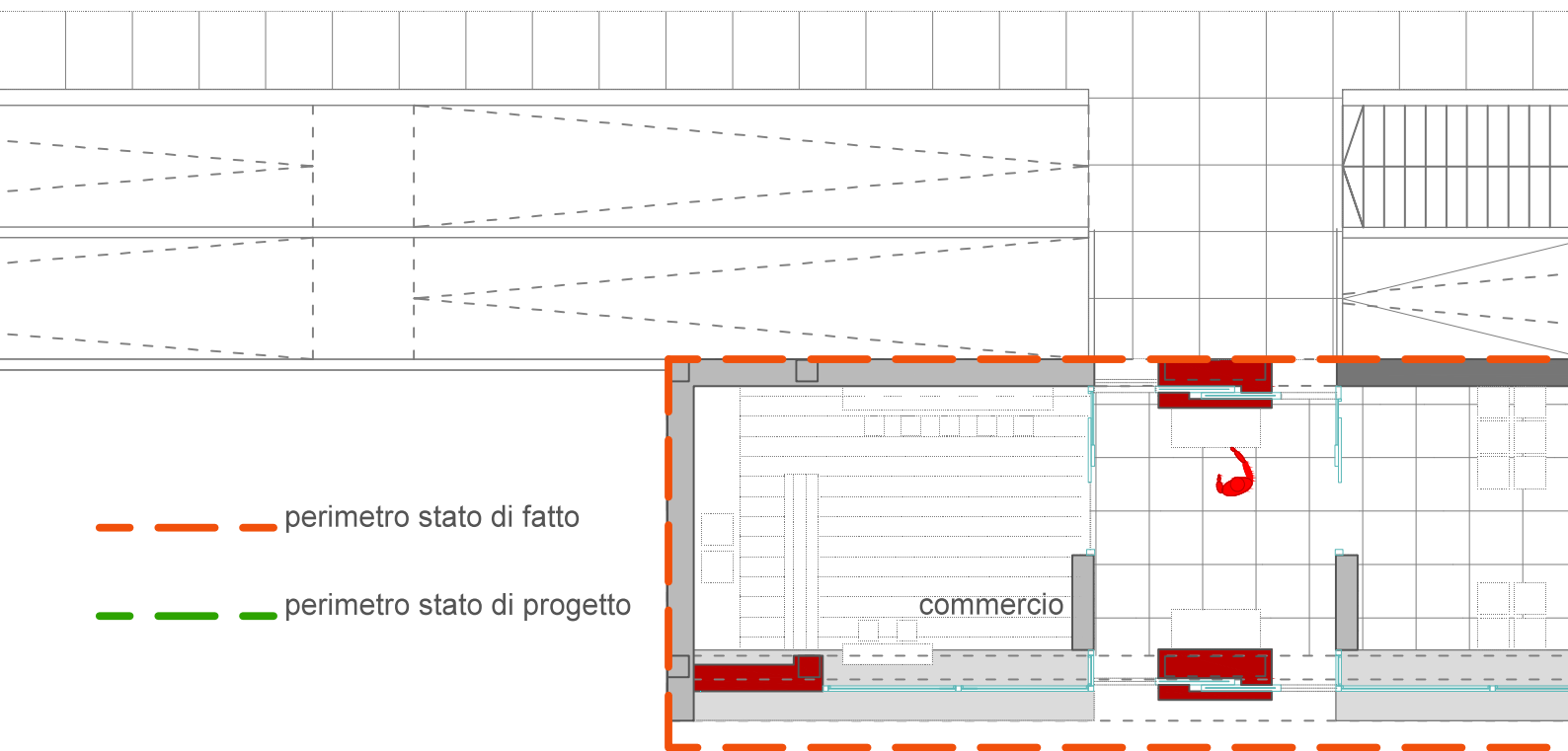
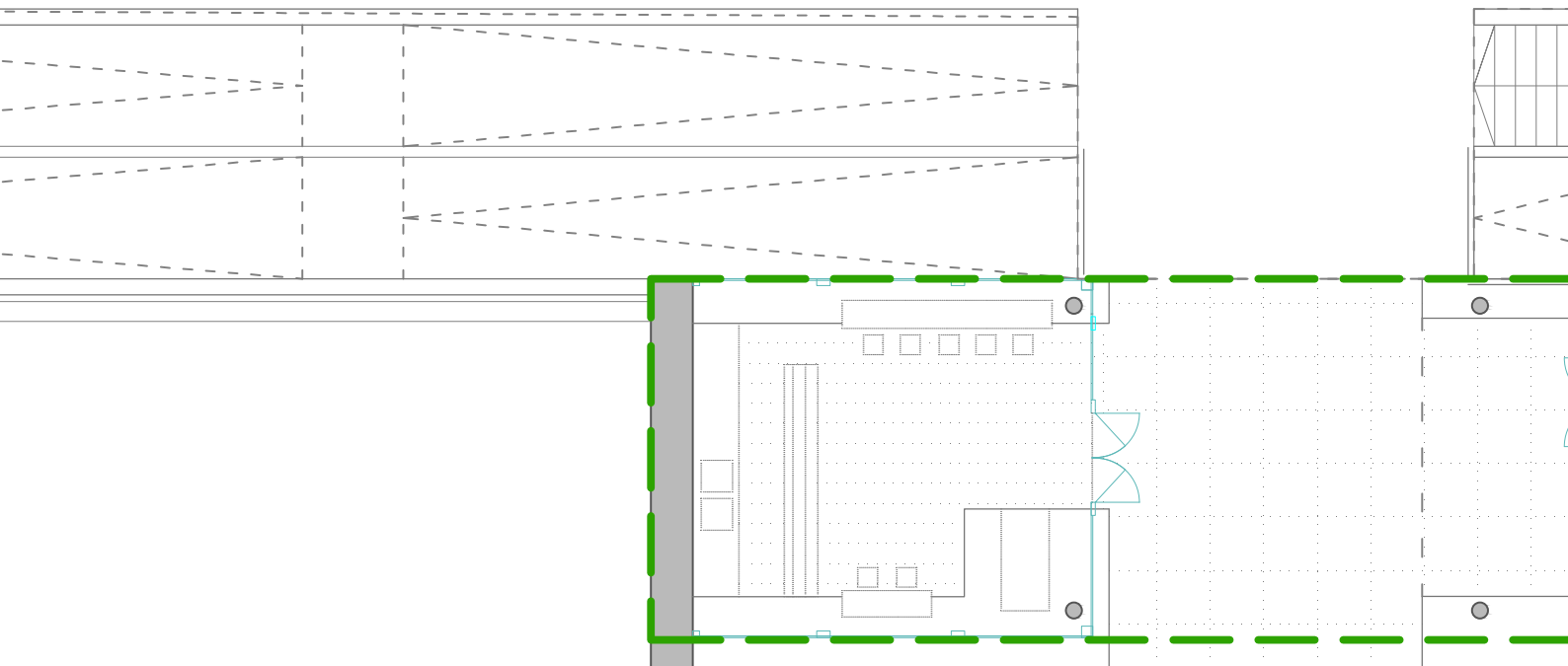


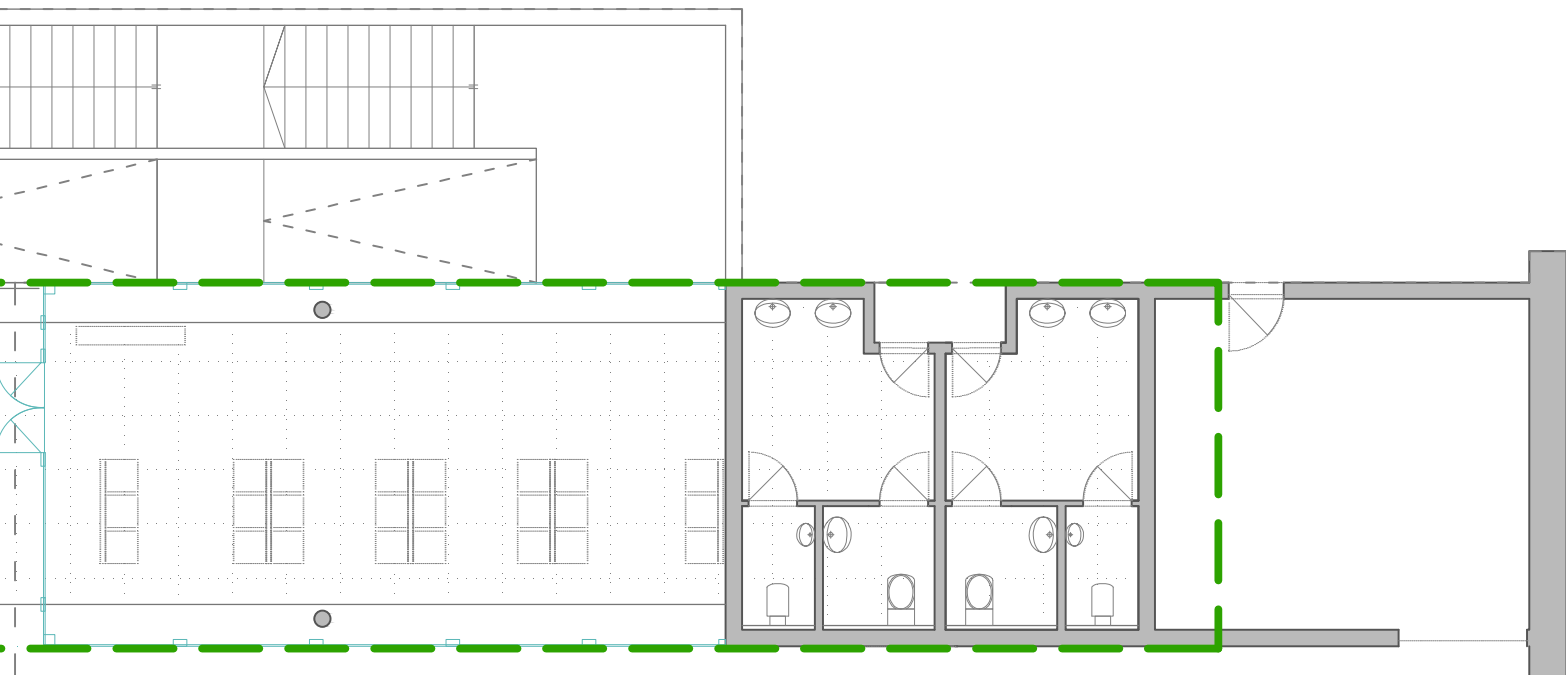
- 1 pavimento terrazzo
- 2 allettamento 4 cm
- 3 doppia membrana bituminosa 0.015 m.
- 4 strato di pendenza 0.05 m.
- 5 barriera al vapore 0.005 m.
- 6 isolante poliuretano espanso 0.12 m.
- 7 solaio in laterocemento 0.2 m.
- 8 intonaco calce e gesso 0.01 m.
- 9 mattone 0,12 m.
- 10 mattone ,25

- 11 piastrelle ceramica 0,012
- 12 massetto 0,04 m.
- 13 poliuretano espanso in situ 0,12 m.
- 14 barriera al vapore 0,005 m.
- 15 C.I.s. di perlite e vermiculite 0,20 m.

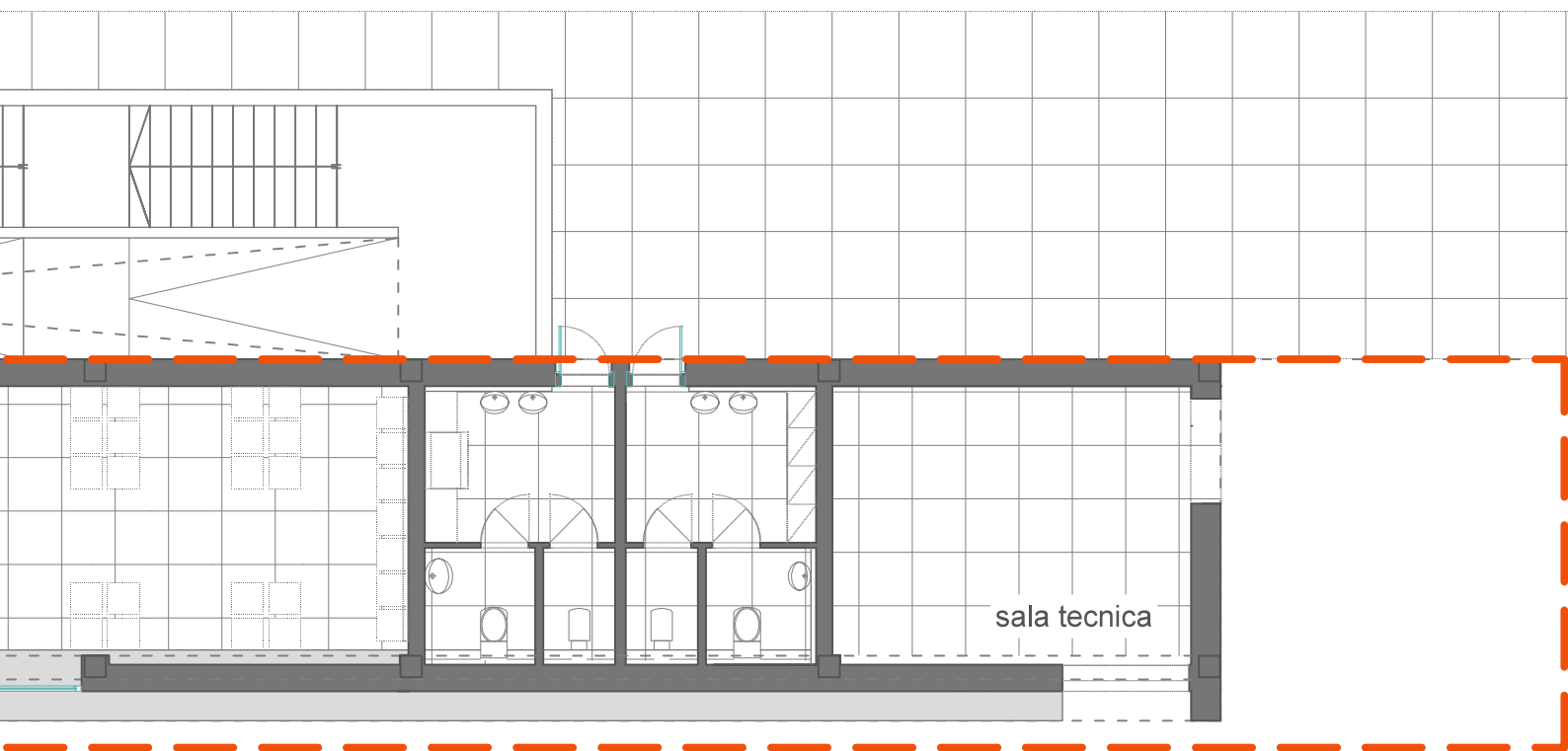


sezione su muro

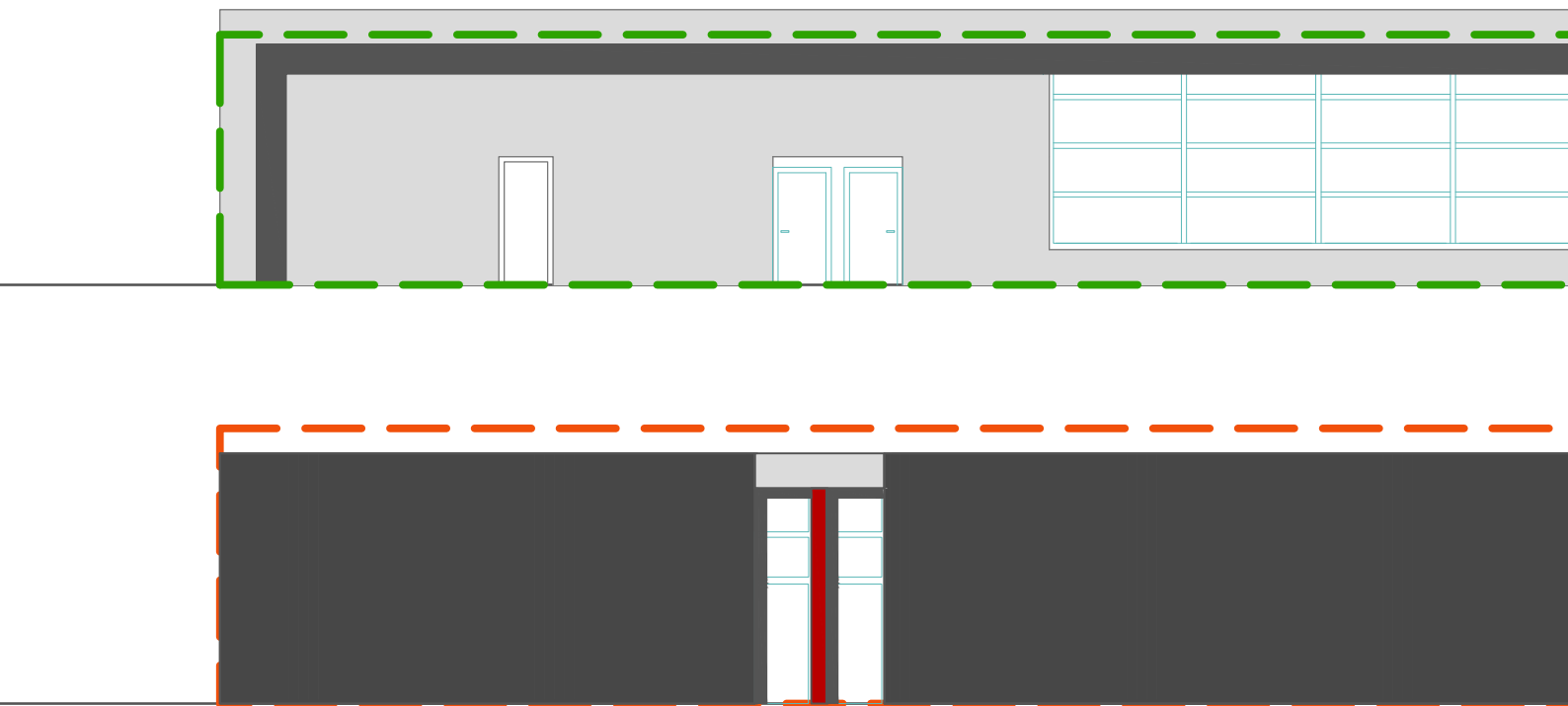
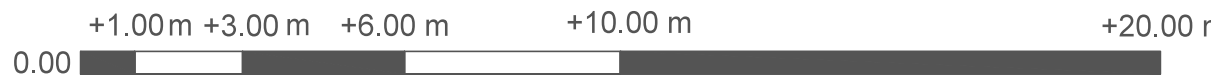
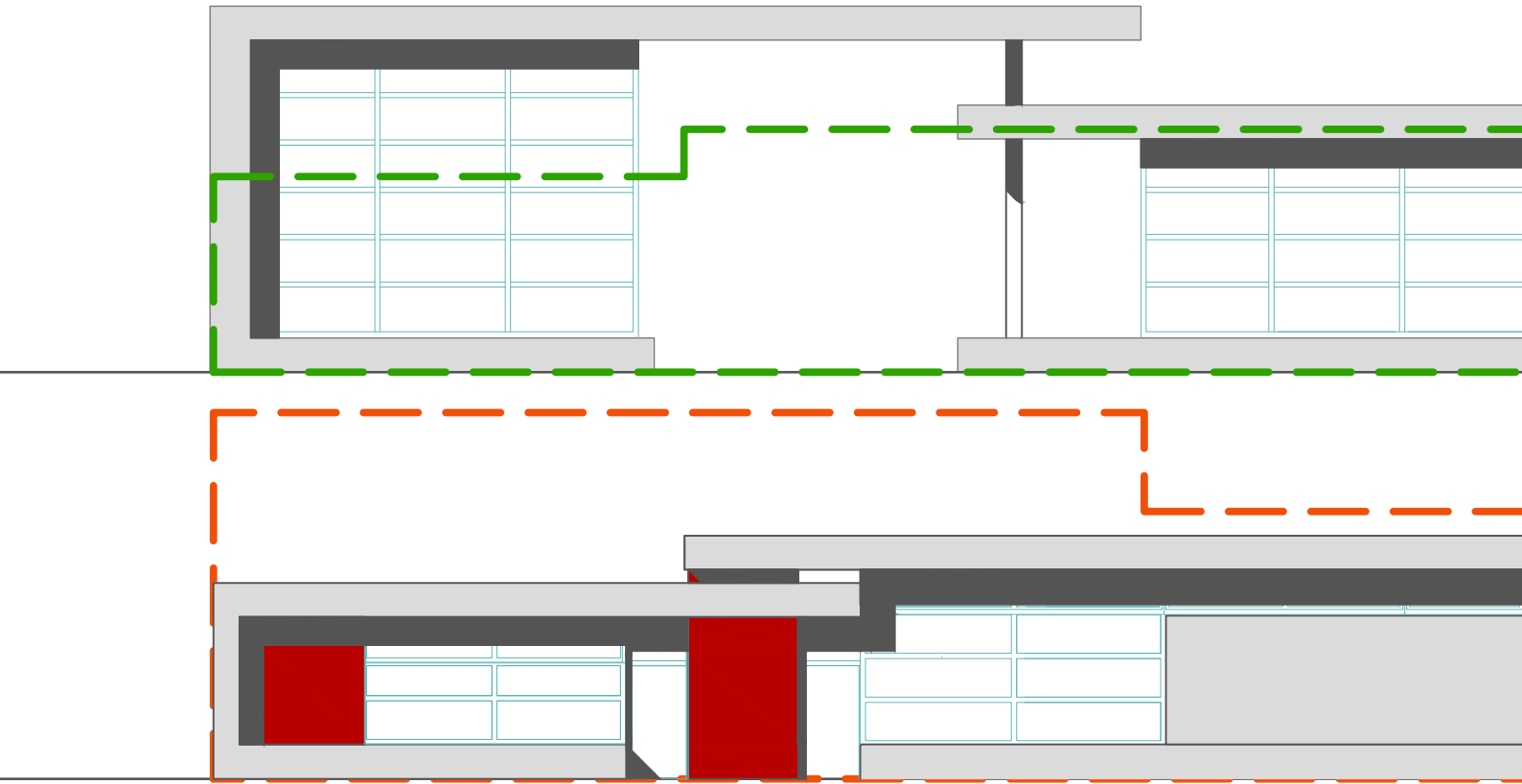


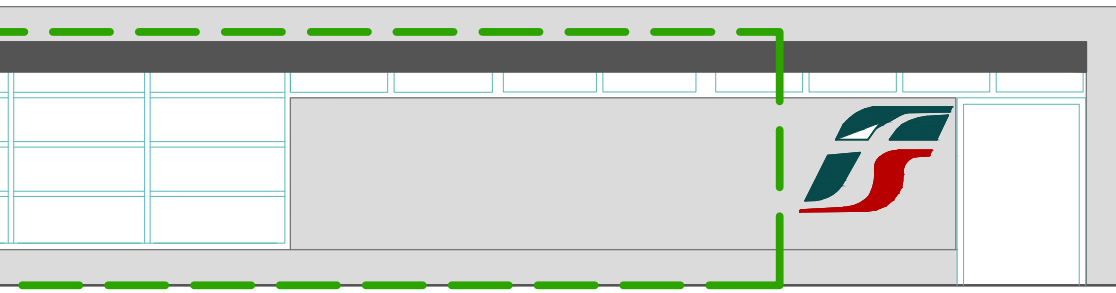


pianta stato di fatto



pianta stato di progetto



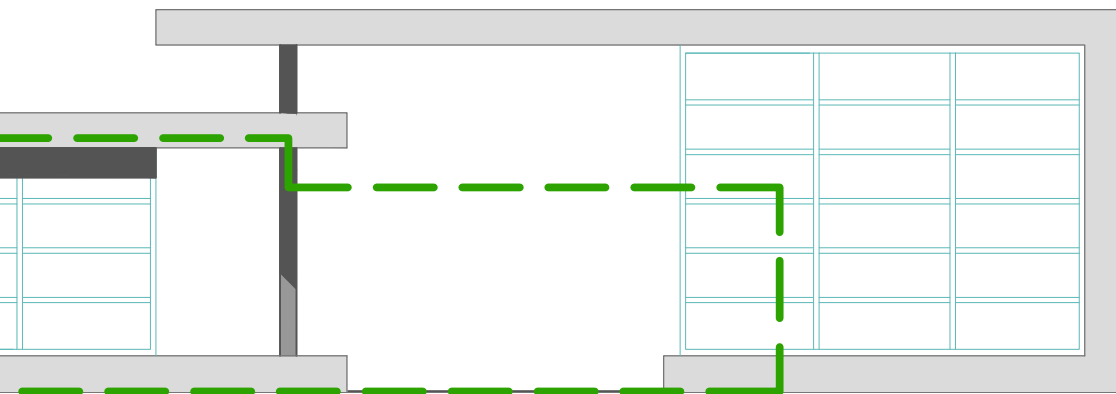


prospetto su strada  
stato di fatto



prospetto su strada  
stato di progetto

----- perimetro stato di fatto  
----- perimetro stato di progetto



prospetto su ferrovia  
stato di fatto



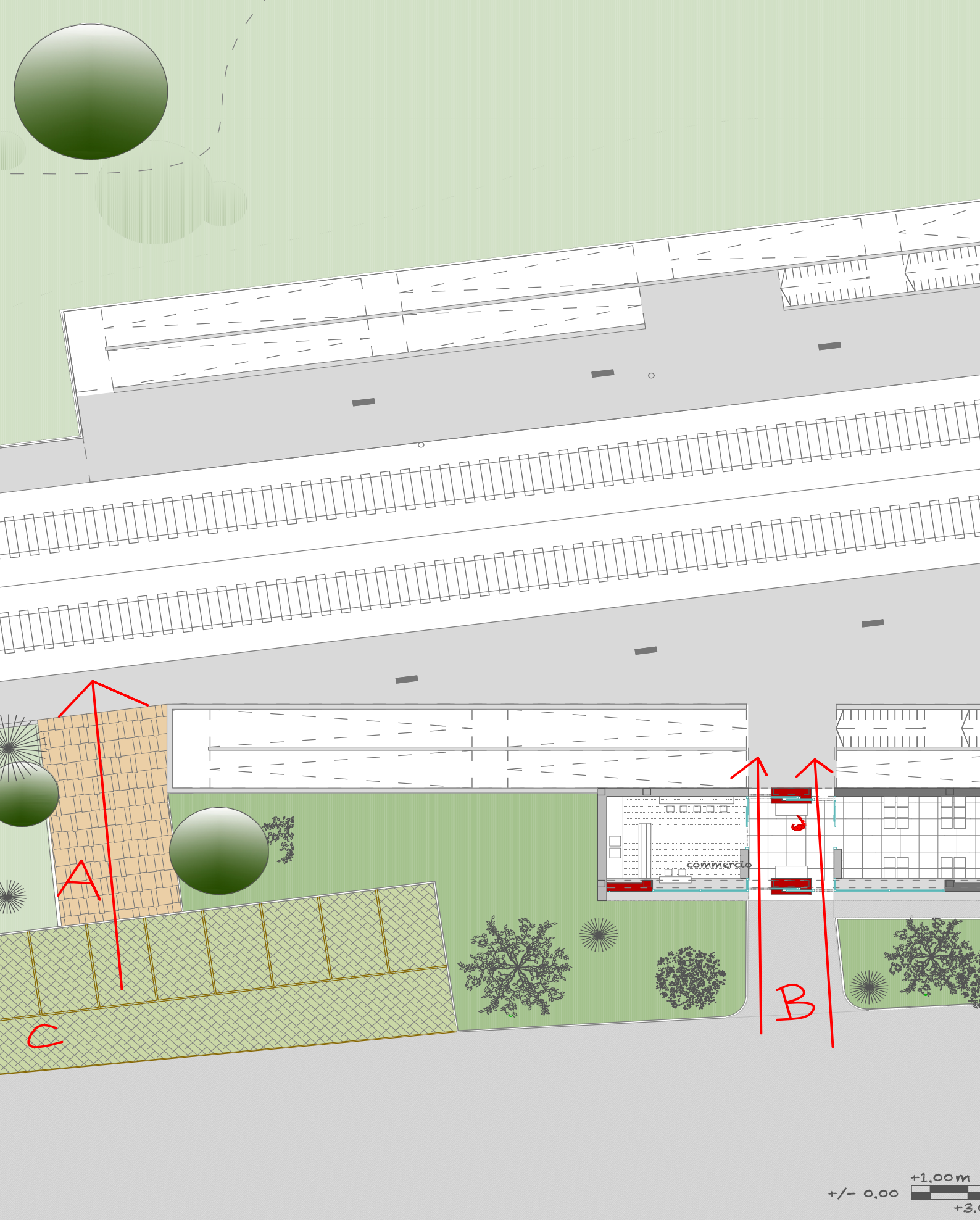
prospetto su ferrovia



## 7.2 ACCESSI E PERCORSI

Dovendo template-station risultare il più isolata termicamente possibile dovranno essere regolati quanto più possibile gli ingressi; è per questo che sono previsti degli accessi ai binari esterni ai lati dell' edificio (in prossimità di eventuali parcheggi) si viene così indotti all' utilizzo di tali accessi perché più diretti e più visibili rispetto all' ingresso principale passante per l' atrio dell' edificio.

A seguito indichiamo la planimetria generale segnando i percorsi orizzontali e gli accessi



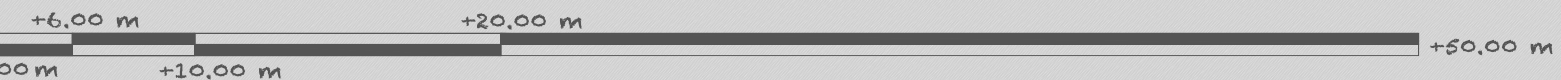
## LEGENDA

A: passaggi esterni  
aperti 24h su 24

B: passaggio interno



## PLANIMETRIA GENERALE "TIPO" (SCHEMA DEI PERCORSI)





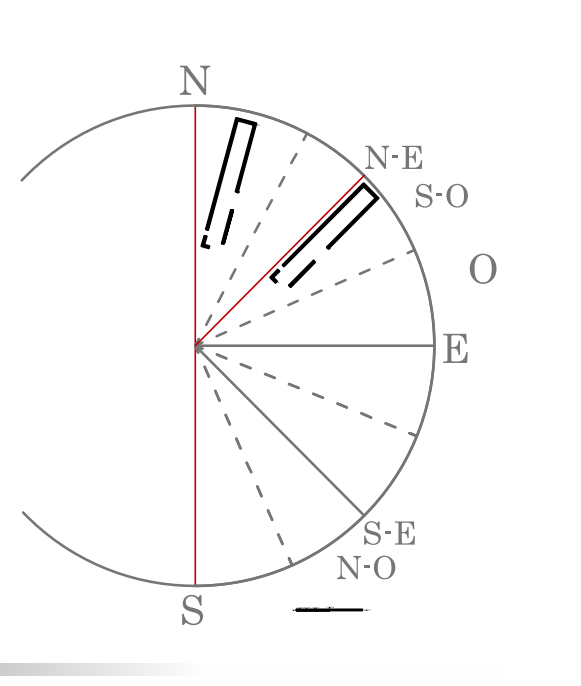
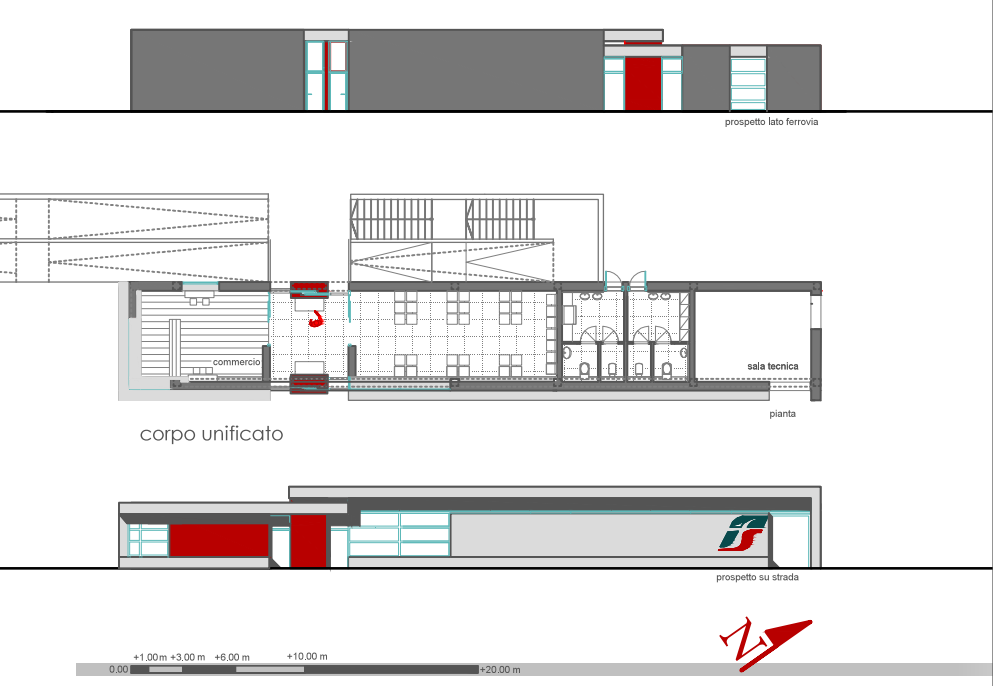
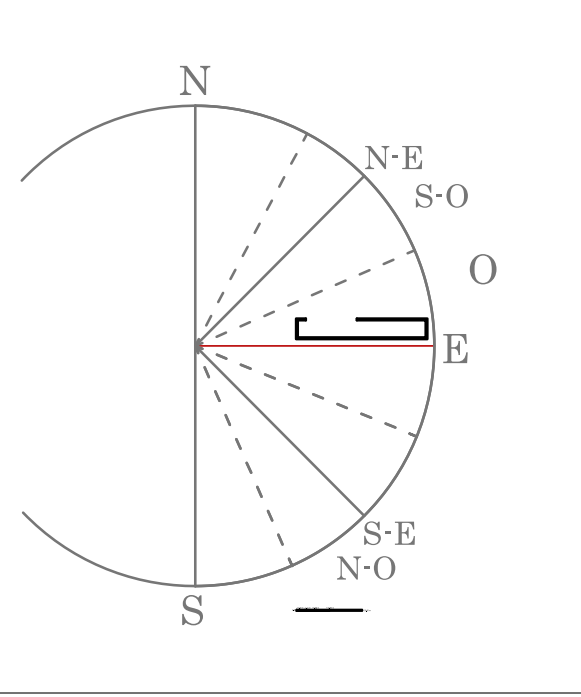
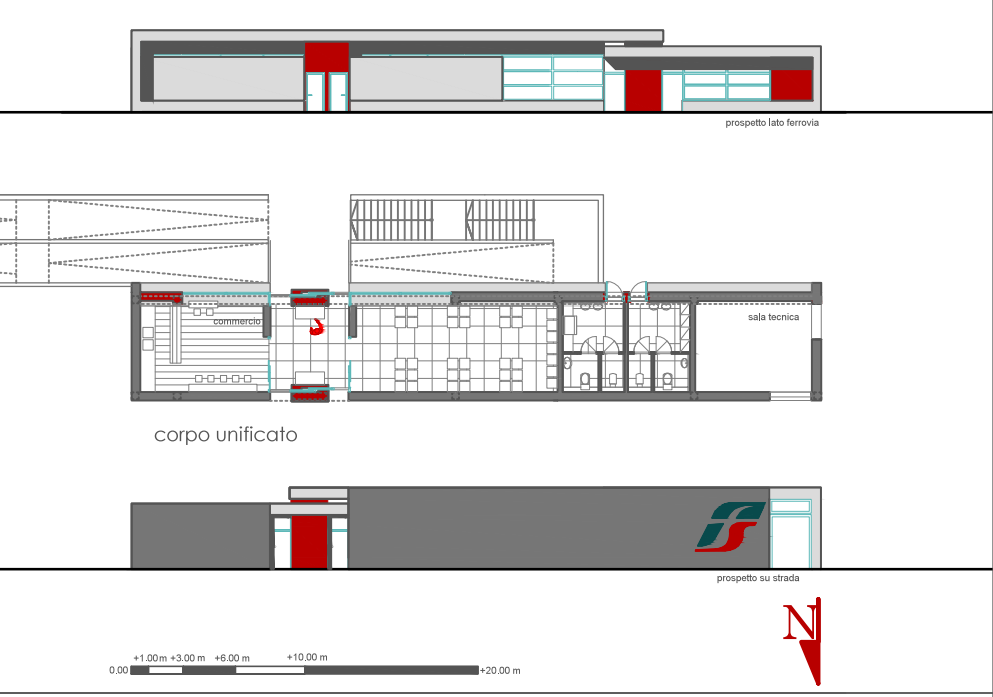
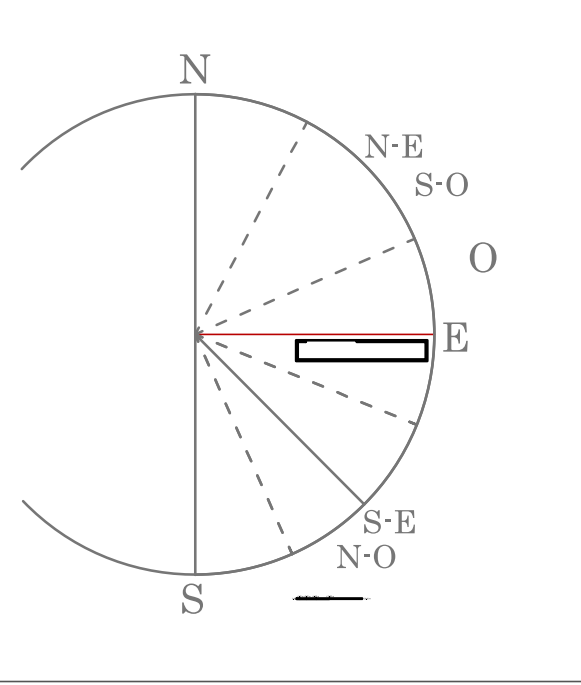
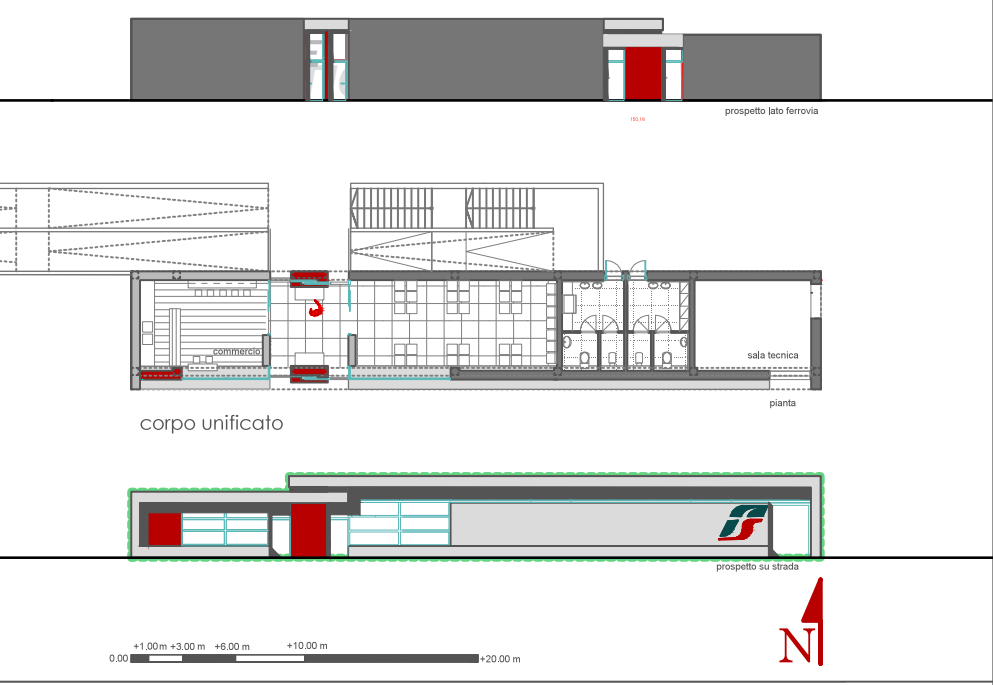
### 7.3 SOLUZIONI DI ORIENTAMENTO

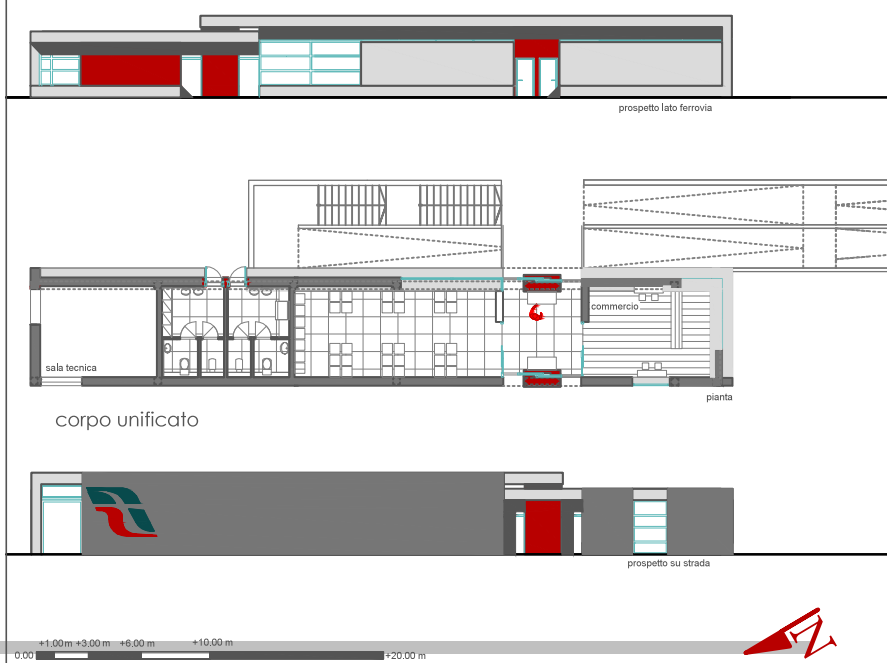
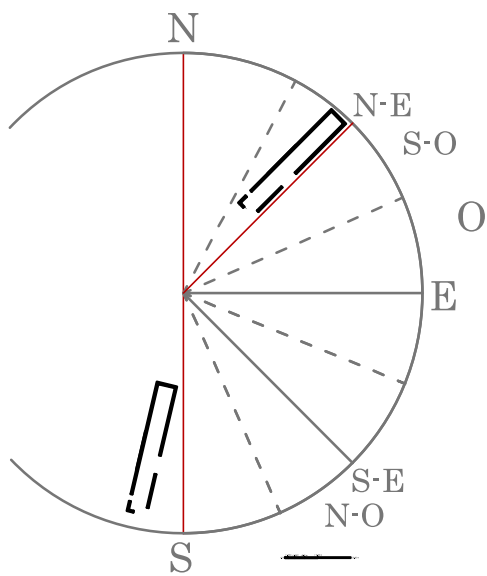
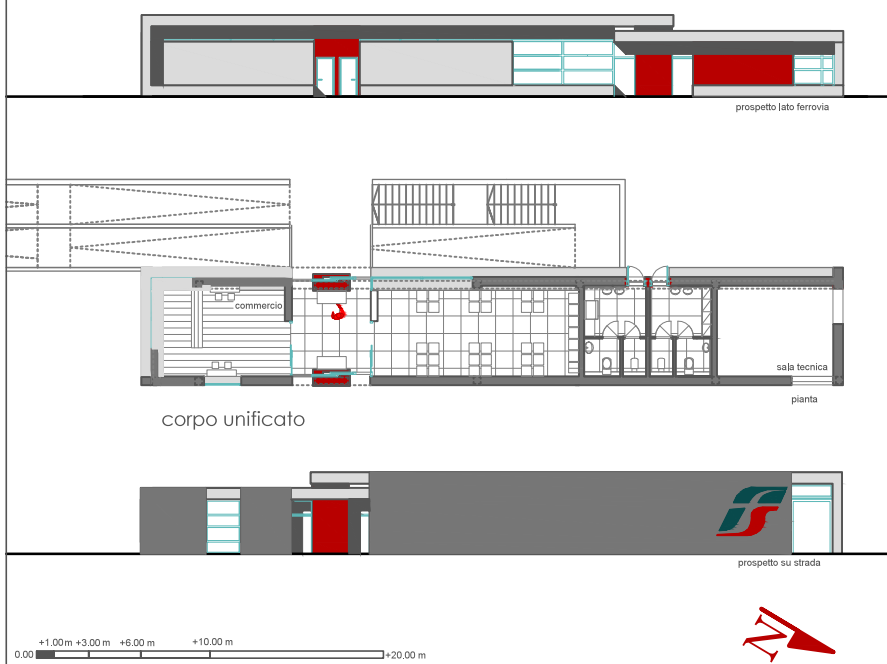
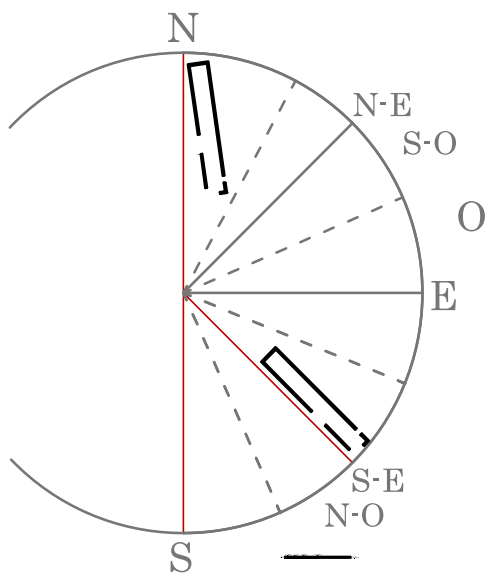
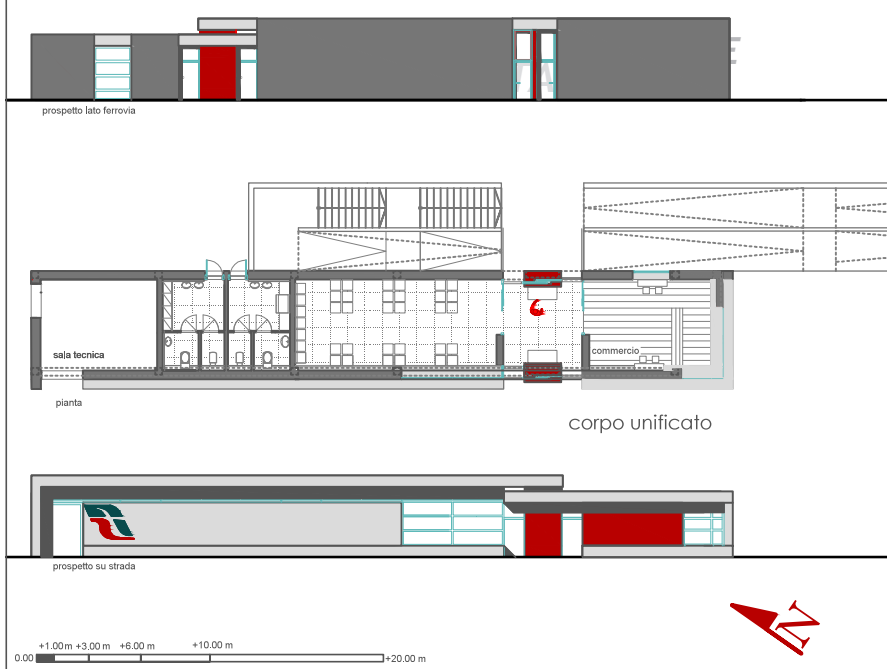
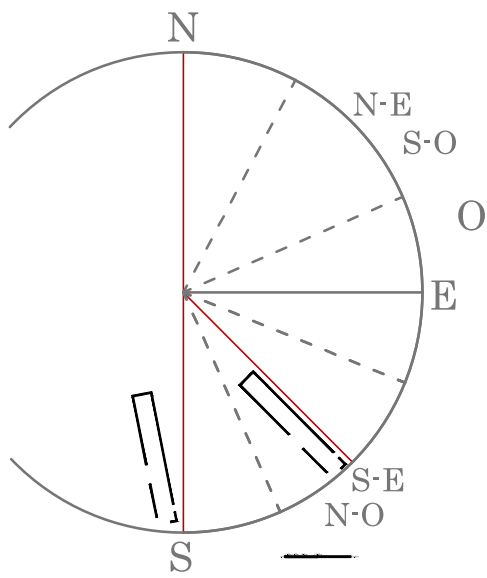
Le stazioni di piccola/media utenza in Italia devono generalmente fiancheggiare i binari ed essere orientate di conseguenza, il problema dell'orientamento è stato fronteggiato presentando diverse tipologie progettuali.

Come soluzioni alternative abbiamo portato alcuni esempi di come sia possibile lavorare sul modulo a seconda del variare dell' orientamento.

Di seguito riportiamo alcuni esempi, questi sono puramente indicativi e sono volti a dimostrare come il modulo possa essere usato come base, un punto di partenza dalla quale sviluppare soluzioni alternative "specifiche".

Modifichiamo quindi gli orientamenti delle superfici opache e trasparenti cercando di mantenerne la relazione sup.opaca/sup.trasparente come nell' originale.







parte **IV**  
**LE CONCLUSIONI**

8. CONCLUSIONI  
BIBLIOGRAFIA  
ALLEGATI



# 8

## CONCLUSIONI

### PERCHÉ PROGETTARE UN NUOVO MODELLO DI STAZIONE ?

*“Innovazioni tecnologiche e conseguenti evoluzioni del servizio rendono necessario adeguare le stazioni minori. L’eterogeneità degli impianti oggi in funzione pone d’altra parte l’esigenza di definire il profilo di un’immagine coordinata che informi le opere che si realizzeranno nel prossimo futuro.*

*Le stazioni minori, con la loro fitta diffusione, rappresentano il principale sistema di accesso degli utenti al servizio ferroviario. Molti di questi impianti sono interessati a processi di trasformazione dell’infrastruttura, come, ad esempio, raddoppi e quadruplicamenti di linee, potenziamento dei nodi, decongestionamento delle aree urbane dal traffico merci e utilizzo delle linee esistenti per servizi di tipo regionale e metropolitano*

*Sono in atto cambiamenti [...] per rendere piccole stazioni e fermate nodi impresenziati, ovvero in grado di funzionare senza la presenza continua di personale addetto alla circolazione ma con l’ausilio di sistemi di telecomando da postazioni centralizzate e remote che governano la circolazione su intere tratte di linea. Attualmente le piccole stazioni e fermate impresenziate*

*sono già più di 1.500. In numerosi casi sono previste trasformazioni d'uso per il tradizionale fabbricato viaggiatori della stazione e in alcuni casi la sostituzione di questo con pensiline attrezzate.*

*In questo quadro si rinnova l'esigenza di definire tipi funzionali e manufatti ripetibili per ottenere, attraverso affinamenti progettuali e concrete sperimentazioni, la massima qualità nell'offerta del servizio e, al tempo stesso, una omogeneità delle strutture che le renda riconoscibili come terminali di una rete diffusa nel territorio.”*

Rete Ferroviaria Italiana SpA  
(RFI) 18/12/2006

Non ci è stato possibile quantificare il numero di stazioni di piccola-media utenza italiane, ma sappiamo che sono molte e che, come già esplicitato nell' introduzione e nel cap.2, sono per lo più stazioni obsolete, e presentano, oltre al problema del degrado, il problema della presenza di barriere architettoniche.

Alcune figure professionali, come il capotreno e l' addetto alla biglietteria, stanno scomparendo all' interno delle stazioni minori a favore di un sistema più automatizzato, a causa dell' assenza di personale fisso, le stazioni di piccola-media utenza sono spesso sovradimensionate, e caratterizzate da vani dismessi. Il disuso di tali aree, che spesso non sono interessate da alcun tipo di manutenzione, ne causa il degrado.

Si rende quindi necessario, almeno per quanto riguarda le stazioni di nuova costruzione, di rivederne la progettazione. RFI (Rete Ferroviaria Italiana) prevede che vengano definite “strutture omogenee e ripetibili”; a seguito di tali premesse noi abbiamo cercato di dare il nostro contributo ottenendo un miglioramento, dal punto di vista ambientale, di un progetto esistente.

Abbiamo dunque cercato di rendere un'idea progettuale progetto concreto e realizzabile.

Il modello scelto come riferimento è stato menzionato sul sito di europaconcorsi, ma non è stato il vincitore del concorso indetto da RFI (Rete Ferroviaria Italiana); tale soluzione si è rivelata per noi la più adatta allo scopo, essendo la struttura, a nostro avviso, più semplice, compatta e meglio descritta rispetto alle altre.

## FINO A CHE PUNTO E' POSSIBILE CREARE UN MODELLO DI STAZIONE REALIZZABILE A LIVELLO NAZIONALE ?

Il problema principale che ci si è da subito presentato è stato quello della logistica; noi non riteniamo sia possibile creare un modulo di stazione a livello nazionale che si adatti perfettamente a qualsiasi clima, ci siamo dunque prefissati l'obiettivo di rendere un progetto esistente il più adattabile possibile alle diverse situazioni, tramite lo studio delle forme, la riduzione delle superfici vetrate, l'aumento delle sezioni murarie e la chiusura di alcuni spazi aperti; ne abbiamo quindi ridotto le dispersioni aumentando l'isolamento.

Siamo riusciti ad ottenere notevoli miglioramenti al progetto originale, lavorando sulla geometria, diminuendo le dispersioni (-60% scambio termico per trasmissione tra interno ed esterno) e diminuendo gli apporti solari arrivando a -75% nei mesi estivi, anche nei mesi invernali gli apporti solari diminuiscono fino a -53% a causa della notevole riduzione della superficie vetrata (-70%); a favore della sup. opaca, che però permette di favorire, come abbiamo visto, un maggiore isolamento.

Le stazioni di piccola/media utenza in Italia devono generalmente fiancheggiare i binari ed essere orientate di conseguenza, il problema dell'orientamento è stato fronteggiato presentando diverse tipologie progettuali, la soluzione che abbiamo preso d'esempio nel confronto stato di fatto- stato di progetto è stata quella con estensione est-ovest.

Abbiamo eseguito una simulazione dinamica sull'edificio per avere un riscontro esatto sulle sue prestazioni ricavandone le temperature interne nei giorni 1° Gennaio, 1° Aprile e 1° Agosto, nelle zone di Milano, Roma e Catania, è stato considerato nullo l'utilizzo di impianti di riscaldamento e raffrescamento.

Nelle situazioni estreme da noi analizzate di Milano, nel periodo invernale, e Roma e Catania, nel periodo estivo, le temperature minime non scendono sotto gli 8,5 C° e le massime non salgono sopra i 31,6 C°, adottando strategie come gestione della ventilazione e schermature solari le temperature minime passano da

8,5 C° ai 12,0 C°, e le massime passano da 31,6 C° ai 25,8 C°.

Per ottenere dunque un ulteriore miglioramento del comfort sarà utile installare, solo nei casi più estremi, impianti di riscaldamento o raffrescamento; non riteniamo che sia comunque necessario l' utilizzo di tali impianti nel caso in cui, per esempio, vi fosse una bassa frequentazione dell' edificio, essendo comunque le stazioni di medio-bassa utenza frequentate da chi ne usufruisce solo per brevi transizioni, che non prevedono quindi, per esempio, che nell' attesa ci si tolga il cappotto; il range di comfort risulta quindi essere molto più ampio rispetto a quello per di un edificio residenziale o per uffici.

Da ciò concludiamo quindi affermando che “TEMPLATE STATION” risulta essere senza dubbio un edificio dalle ottime prestazioni.

## NON SIETE DUNQUE RIUSCITI A CREARE UN “MODELLO ASSOLUTO” ?

Il nostro obiettivo non è stato quello di creare un “modello assoluto”, riteniamo che la nostra soluzione possa essere presa come punto di partenza dalla quale sviluppare soluzioni alternative “specifiche”.

Non è stata per esempio prevista una soluzione impiantistica unica, dovendo la scelta degli impianti essere fatta in base all' ambiente circostante, inoltre è stato studiato un sistema di ventilazione naturale, che dovrà essere affiancato da un sistema automatizzato anch'esso progettato a seconda delle caratteristiche logistiche.

Tutti questi aspetti dovranno essere trattati singolarmente per ogni modulo.

Possiamo dunque concludere di non aver creato un “modulo assoluto”, ma di aver creato una base progettuale utile a livello nazionale.



## BIBLIOGRAFIA

## CAPITOLO 1

WWW.RFI.IT  
WWW.PANORAMIO.COM  
WWW.FURCISICULO.NET

## CAPITOLO 2

“LE STAZIONI DEL XXI SECOLO”, FERROVIE DELLO STATO, 2007, ELECTA  
“STAZIONI”, ARCHITETTURE 1990-2010, 2001, CRISTINA MAZZONI  
“ARCHITETTURA E MOBILITA’”, TECNOLOGIA E PROGETTO, 2001, RICCARDO DELL’OSSO  
WWW.TERZOBINARIO.IT  
WWW.TRASPORTIAMBIENTE.IT

## CAPITOLO 3

WWW.GRANDISTAZIONI.IT  
WWW.ITALFERR.IT  
WWW.EDILPORTALE.COM  
WWW.EUROPACONCORSI.COM

## CAPITOLO 4

WWW.ACCRINGTON\_ECOSTATION\_BERLIN-KCFCt  
WWW.ALTOADIGEPERTUTTI.IT/IT/STAZIONE-FERROVIA-PLAUS

## CAPITOLO 5

WWW.RUGGEROLENCI.IT

## CAPITOLO 6

“MANUALE DI PROGETTAZIONE EDILIZIA” HOEPLI  
“MANUALE DI DATI E MISURE PER LA PROGETTAZIONE” DAVID ADLER UTET  
“MANUALE UTENTE BESTopenstudio” FEDERICO M. BUTERA, NICCOLO’ ASTE  
“ARCHITETTURA E AMBIENTE” FEDERICO M. BUTERA  
WWW.CENED.IT



# ALLEGATI

SIMULATORE DINAMICO “BESTopenstudio”

PROCEDURA DI CALCOLO “CENED”

DISPERSIONI TERMICHE

APPORTI SOLARI

LINEE GUIDA E VINCOLI DA NORMATIVA PER  
LA PROGETTAZIONE DI PICCOLE STAZIONI  
FERROVIARIE



$$Q_{NC,s} = \max[0; Q_{G,C} - \eta_{L,C} \cdot Q_{L,C,net}]$$

$$Q_{NC,s,adj} = \max[0; Q_{G,C} - \eta_{L,C,adj} \cdot Q_{L,C,net,adj}]$$
(9)

con la condizione:

$$\begin{aligned} \text{se } Q_{NC,s} < 1 & \quad \text{si pone } Q_{NC,s} = 0 \\ \text{se } Q_{NC,s,adj} < 1 & \quad \text{si pone } Q_{NC,s,adj} = 0 \end{aligned}$$
(10)

dove:

- $Q_{NC,s}$  è il fabbisogno di energia termica sensibile di riferimento per il raffrescamento o la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];
- $Q_{NC,s,adj}$  è il fabbisogno di energia termica sensibile corretto per il raffrescamento o la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];
- $Q_{G,C}$  è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];
- $\eta_{L,C}$  è il fattore di utilizzazione di riferimento delle dispersioni termiche;
- $\eta_{L,C,adj}$  è il fattore di utilizzazione corretto delle dispersioni termiche;
- $Q_{L,C,net}$  è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];
- $Q_{L,C,net,adj}$  è la quantità di energia corretta scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

con:

$$\begin{aligned} Q_{L,C,net} &= Q_{L,C} - Q_{SE,O} - Q_{SE,S} \\ Q_{L,C,net,adj} &= Q_{L,C,adj} - Q_{SE,O} - Q_{SE,S} \end{aligned}$$
(11)

dove:

- $Q_{L,C}$  è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];
- $Q_{L,C,adj}$  è la quantità di energia corretta scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];
- $Q_{SE,O}$  è la quantità di energia solare assorbita dai componenti opachi e trasferita alla zona climatizzata o a temperatura controllata, [kWh];
- $Q_{SE,S}$  è la quantità di energia solare trasferita alla zona servita dall'impianto termico dovuta ad eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro attraverso la/le parete/i opaca/opache di separazione; tale contributo è da considerarsi solo quando tali spazi non siano dotati di meccanismi che assicurino la loro ventilazione (esterno su esterno) durante il periodo estivo, [kWh].

#### **E.6.3.4 Fabbisogno di energia termica latente per la climatizzazione estiva**

Per ciascuna zona il fabbisogno convenzionale di energia termica latente per la climatizzazione estiva (dovuta cioè al controllo dell'umidità dell'aria della zona) viene determinato come segue:

$$Q_{NC,I} = \max[0; Q_{WV,S,C} + Q_{WV,V,C}] \quad (12)$$

dove:

$Q_{NC,I}$  è il fabbisogno di energia termica latente per la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];

$Q_{WV,S,C}$  è l'entalpia del vapore di acqua prodotto all'interno della zona da persone, processi e sorgenti varie (cottura, lavaggi, ecc.), [kWh];

$Q_{WV,V,C}$  è l'entalpia della quantità netta di vapore di acqua introdotta nella zona dagli scambi d'aria con l'ambiente circostante per infiltrazione, aerazione e/o ventilazione, [kWh].

### **E.6.3.5 Energia scambiata per trasmissione e ventilazione**

La quantità di energia scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante,  $Q_L$ , si calcola allo stesso modo sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, ed è data, sia nella condizione di riferimento ( $Q_L$ ) che in quella corretta ( $Q_{L,adj}$ ), da:

$$\begin{aligned} Q_L &= Q_T + Q_V \\ Q_{L,adj} &= Q_T + Q_{V,adj} \end{aligned} \quad (13)$$

dove:

$Q_L$  è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

$Q_{L,adj}$  è la quantità di energia corretta scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

$Q_T$  è la quantità di energia dispersa per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

$Q_V$  è la quantità di energia di riferimento dispersa per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

$Q_{V,adj}$  è la quantità di energia corretta trasferita per ventilazione, considerando anche la ventilazione meccanica, in particolare con pre-riscaldamento o pre-raffrescamento e/o recupero termico o entalpico, tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante [kWh].

### **E.6.3.6 Apporti mensili di calore gratuiti**

Gli apporti mensili di calore gratuiti, interni e solari, nella zona climatizzata o a temperatura controllata, devono essere calcolati mediante la seguente relazione:

$$Q_G = Q_I + Q_{SI} + Q_{SI,S} \quad (14)$$

dove:

$Q_G$  è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];

$Q_I$  è la quantità di energia gratuita dovuta ad apparecchiature elettriche e persone, [kWh];

$Q_{SI}$  è la quantità di energia gratuita dovuta alla radiazione solare entrante attraverso le superfici trasparenti rivolte direttamente verso l'ambiente esterno, [kWh];

$Q_{Si,S}$  è la quantità di energia gratuita dovuta alla radiazione solare entrate attraverso le superfici trasparenti rivolte verso un ambiente addossato all'involucro, [kWh].

### **E.6.3.7 Energia scambiata per trasmissione**

La quantità di energia scambiata per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante,  $Q_T$ , è data da:

$$Q_T = H_T \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t + Q_{T,S} \quad (15)$$

dove:

$Q_T$  è la quantità totale di energia trasferita per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

$H_T$  è il coefficiente di scambio termico per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [W/K];

$\Delta\theta$  è la differenza tra la temperatura interna prefissata della zona termica considerata,  $\theta_i$ , e il valore medio mensile della temperatura media giornaliera esterna,  $\theta_e$ , [°C];

$\Delta t$  è la durata del mese considerato (si veda la (17)), [kh];

$Q_{T,S}$  è la quantità totale di energia trasferita per trasmissione attraverso uno spazio soleggiato adiacente alla zona climatizzata o a temperatura controllata considerato (si veda la (55)), [kWh];

con:

$$\Delta\theta = \theta_i - \theta_e \quad (16)$$

$\theta_i$  è la temperatura interna prefissata della zona termica considerata, (si veda § E.3), [°C];

$\theta_e$  è il valore medio della temperatura media giornaliera esterna (si veda § E.6.3.7.1), [°C];

e con:

$$\Delta t = \frac{24 \cdot N}{1000} \quad (17)$$

$N$  è il numero dei giorni del mese considerato.

Nel caso in cui siano presenti serre solari poste a contatto con la zona termica considerata, nel calcolo di  $Q_T$  deve essere considerata l'energia scambiata per trasmissione attraverso la parete divisoria tra la zona termica considerata e la serra (si veda la (55)).

**E.6.3.7.1 Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna**

I valori medi mensili delle temperature medie giornaliere dell'aria esterna per i capoluoghi di Provincia,  $\theta_e^r$ , sono riportati nel Prospetto II.

Per la definizione della temperatura media giornaliera dell'aria esterna nel Comune considerato,  $\theta_e$ , si applica una temperatura corretta che tiene conto della diversa localizzazione e altitudine del Comune considerato rispetto al capoluogo di Provincia, applicando il seguente criterio:

- si identifica il capoluogo di Provincia di appartenenza del Comune considerato;
- si apporta una correzione al valore della temperatura del capoluogo di riferimento per tenere conto della differenza di altitudine tra questo e il Comune considerato, secondo la relazione:

$$\theta_e = \theta_e^r - (z - z^r) \cdot \delta \quad (18)$$

dove:

$\theta_e$  è il valore medio mensile della temperatura media giornaliera esterna, [°C];

$\theta_e^r$  è il valore medio mensile della temperatura media giornaliera dell'aria esterna nel capoluogo di riferimento (Prospetto II), [°C];

$z$  è l'altitudine s.l.m. del Comune considerato, [m];

$z^r$  è l'altitudine s.l.m. del capoluogo di riferimento (Prospetto II), [m];

$\delta$  è il gradiente verticale di temperatura, il cui valore è assunto pari a 1/178, [°C/m].

Comune	Alt. [m]	Ott. [°C]	Nov. [°C]	Dic. [°C]	Gen. [°C]	Feb. [°C]	Mar. [°C]	Apr. [°C]	Mag. [°C]	Giù. [°C]	Lug. [°C]	Ago. [°C]	Set. [°C]
Bergamo	249	14,2	8,6	4,5	3,1	4,9	8,9	13,3	17,0	21,3	23,7	23,2	19,9
Brescia	149	14,0	7,8	3,5	1,5	4,2	9,3	13,5	17,7	22,0	24,4	23,7	19,9
Como	201	13,7	8,4	4,4	2,9	5,0	8,8	12,7	16,7	21,1	23,6	23,1	19,6
Cremona	45	13,4	7,2	2,5	0,7	3,3	8,4	13,3	17,4	21,9	24,3	23,4	19,7
Lecco	214	14,3	9,2	5,3	3,9	5,7	9,6	13,3	16,0	20,1	22,6	22,1	19,2
Lodi	87	13,4	7,3	2,5	0,9	3,3	8,6	13,5	17,8	22,5	24,5	23,4	19,6
Mantova	19	14,0	8,0	2,9	1,0	3,3	8,4	13,3	17,4	22,0	24,3	23,6	20,0
Milano	122	14,0	7,9	3,1	1,7	4,2	9,2	14,0	17,9	22,5	25,1	24,1	20,4
Monza e Brianza	122	14,0	7,9	3,1	1,7	4,2	9,2	14,0	17,9	22,5	25,1	24,1	20,4
Pavia	77	13,3	7,1	2,3	0,5	3,2	8,4	12,9	17,1	21,3	23,5	22,7	19,3
Sondrio	307	12,4	6,6	1,7	0,5	3,3	8,2	12,6	16,0	20,0	22,3	21,4	18,1
Varese	382	11,2	5,3	1,9	1,2	1,9	6,0	10,4	14,0	17,7	20,5	19,6	16,4

**Prospetto II– Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna,  $\theta_e^r$**

(Fonte: UNI 10349:1994)

**E.6.3.7.2 Coefficiente di scambio termico per trasmissione**

Per edifici esistenti, il coefficiente di scambio termico per trasmissione,  $H_T$ , che tiene conto delle perdite o guadagni di calore attraverso le strutture che separano la zona termica considerata dall'ambiente

circostante, viene calcolato secondo l'equazione (19). Le diverse condizioni di temperatura, a cui si può trovare l'ambiente circostante, vengono valutate applicando il fattore correttivo  $F_T$ .

$$H_T = \sum_k A_{L,k} \cdot U_{C,k} \cdot F_{T,k} \quad (19)$$

dove:

$H_T$  è il coefficiente di scambio termico per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [W/K];

$A_{L,k}$  è l'area lorda della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [m<sup>2</sup>];

$U_{C,k}$  è la trasmittanza termica media, eventualmente corretta, della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];

$F_{T,k}$  è il fattore correttivo da applicare a ciascuna struttura k-esima così da tener conto delle diverse condizioni di temperatura degli ambienti con cui essi sono a contatto (Prospetto III);

k è il numero delle strutture disperdenti.

Ambiente circostante	$F_{T,k}$
Ambienti con temperatura pari alla temperatura esterna	1,00
Ambiente non climatizzato	
- con una parete esterna	0,40
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,50
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,60
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,80
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestra o serramenti esterni	0,50
- con finestre o serramenti esterni	0,80
Sottotetto	
- aerato	1,00
- tetto isolato	0,70
Terreno	0,45
Vespai aerato	0,80

**Prospetto III– Fattori correttivi da applicare a ciascun componente, k, così da tener conto delle diverse condizioni di temperatura degli ambienti adiacenti alla zona termica considerata**

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Per edifici di nuova costruzione, il coefficiente di scambio termico per trasmissione,  $H_T$ , è dato dalla:

$$H_T = \sum_k A_{L,k} \cdot U_k \cdot \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e} \quad (20)$$

- $A_{L,k}$  è l'area lorda della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [m<sup>2</sup>];
- $U_k$  è la trasmittanza termica media della struttura opaca k-esima, che separa la zona termica considerata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];
- $\theta_a$  è la temperatura media mensile dell'ambiente circostante, calcolata secondo la metodologia descritta all' Appendice A, [°C];
- $\theta_i$  è la temperatura interna prefissata della zona termica considerata, (si veda § E.3), [°C];
- $\theta_e$  è il valore medio mensile della temperatura media giornaliera esterna (si veda § E.6.3.7.1), [°C].

Per edifici esistenti, lo scambio di energia attraverso i ponti termici può essere determinato forfaitariamente incrementando il valore della trasmittanza termica media della struttura in cui sono presenti oppure con il calcolo analitico previsto per edifici di nuova costruzione. Le maggiorazioni forfaitarie, di cui al Prospetto IV, si applicano alle dispersioni della parete opaca e tengono conto anche della presenza dei ponti termici relativi ad eventuali serramenti.

La trasmittanza termica media corretta di ciascuna struttura opaca rivolta verso l'ambiente circostante, da utilizzare nell'equazione (19), si determina mediante la seguente relazione:

$$U_{C,k} = U_k \cdot (1 + F_{PT}) \quad (21)$$

dove:

- $U_{C,k}$  è la trasmittanza termica media, eventualmente corretta, della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];
- $U_k$  è la trasmittanza termica media della struttura opaca k-esima, che separa la zona termica considerata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];
- $F_{PT}$  è il fattore correttivo da applicare al valore di trasmittanza termica della struttura opaca così da tener conto delle maggiorazioni dovute ai ponti termici (Prospetto IV).

Ai fini del calcolo del coefficiente di scambio termico per trasmissione della zona termica considerata si assume come superficie disperdente la superficie dei componenti delle strutture opache e trasparenti rivolti verso l'esterno, verso il terreno e verso ambienti non mantenuti a temperatura controllata o climatizzati.

Nel Prospetto IV sono indicate le maggiorazioni percentuali che possono essere utilizzate, per edifici esistenti, in funzione delle caratteristiche della parete opaca.

Descrizione della parete	F <sub>PT</sub>
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e con ponti termici corretti	0,05
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	0,15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	0,05
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	0,10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	0,10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	0,20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	0,30

**Prospetto IV– Maggiorazioni percentuali relative alla presenza di ponti termici in edifici esistenti**

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Per edifici di nuova costruzione, l'incidenza del ponte termico deve essere calcolata analiticamente.

La trasmittanza termica media della generica struttura k-esima, sia essa opaca o trasparente, viene determinata attraverso l'equazione:

$$U_k = \frac{\sum_j A_{L,j} \cdot U_j + \sum_i \Psi_{e,i} \cdot L_{e,i}}{\sum_j A_{L,j}} \quad (22)$$

dove:

$U_k$  è la trasmittanza termica media della struttura opaca k-esima, che separa la zona termica considerata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];

$A_{L,j}$  è l'area lorda di ciascun componente, j, della struttura k-esima che separa la zona termica considerata dall'ambiente circostante, [m<sup>2</sup>];

$U_j$  è la trasmittanza termica di ciascun componente, j, uniforme della struttura k-esima che separa la zona termica considerata dall'ambiente circostante, [W/m<sup>2</sup>K];

$\Psi_{e,i}$  è la trasmittanza termica lineica dell' i-esimo ponte termico lineare attribuito alla struttura k-esima, basata sulle dimensioni esterne, [W/mK];

$L_{e,i}$  è la lunghezza caratteristica del ponte termico i-esimo, [m].

I valori di riferimento della trasmittanza termica lineica,  $\Psi_{e,i}$ , per diverse tipologie di ponti termici bidimensionali, comunemente ricorrenti e indicati in Appendice B, sono riportati nel Prospetto V.

Angoli	$\Psi_e$ [W/mK]	Pavimenti	$\Psi_e$ [W/mK]	Pareti interne	$\Psi_e$ [W/mK]	Pilastrini	$\Psi_e$ [W/mK]
A1	-0,05	Pa1	0,00	PI1	0,00	Pi1	1,30
A2	-0,10	Pa2	0,95	PI2	0,95	Pi2	1,20
A3	-0,20	Pa3	0,90	PI3	0,90	Pi3	1,15
A4	-0,15	Pa4	0,70	PI4	0,00	Pi4	0,90
A5	0,05	Pa5	0,60	PI5	0,00	-	-
A6	0,15	Pa6	0,90	PI6	0,00	-	-
A7	0,15	Pa7	0,65	-	-	-	-
A8	0,10	Pa8	0,45	-	-	-	-

Coperture	$\Psi_e$ [W/mK]	Coperture	$\Psi_e$ [W/mK]	Serramenti	$\Psi_e$ [W/mK]	Serramenti	$\Psi_e$ [W/mK]
C1	0,55	C9	-0,05	S1	0,00	S10	0,10
C2	0,50	C10	0,00	S2	1,00	S11	0,00
C3	0,40	C11	0,05	S3	0,80	S12	0,10
C4	0,40	C12	0,15	S4	0,15	S13	0,80
C5	0,60	B1	0,95	S5	0,40	S14	1,00
C6	0,50	B2	0,95	S6	0,10	S15	0,00
C7	0,65	B3	0,90	S7	0,45	S16	0,15
C8	0,60	B4	0,70	S8	1,00	S17	0,40
-	-	-	-	S9	0,60	S18	0,20

Solai controterra	$\Psi_e$ [W/mK]	Solai su vespaio	$\Psi_e$ [W/mK]
SC1	0,65	SV1	0,75
SC2	0,60	SV2	0,65
SC3	0,55	SV3	0,55
SC4	0,50	SV4	0,50
SC5	0,60	SV5	0,60
SC6	0,45	SV6	0,45
SC7	-0,05	SV7	-0,10
SC8	0,05	SV8	0,00

Prospetto V – Trasmittanza termica lineica in funzione delle tipologie di ponti termici riportati nell'Appendice B

(Fonte: UNI EN ISO 14683:2008)

I valori di trasmittanza termica lineica,  $\Psi_e$ , sopra riportati, sono applicabili qualora sussistano le seguenti condizioni al contorno:

- per tutti i dettagli:
  - resistenza termica superficiale interna  $R_{si}=0,13$  [m<sup>2</sup>K/W]
  - resistenza termica superficiale esterna  $R_{se}=0,04$  [m<sup>2</sup>K/W]
- per le pareti esterne:
  - spessore  $d=0,30$  [m]
- per le pareti interne:
  - spessore  $d=0,20$  [m]
- per pareti isolate:

- trasmittanza termica  $U=0,343 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
- resistenza termica dello strato isolante  $R=2,50 \text{ m}^2\text{K/W]}$
- per pareti non isolate:
  - trasmittanza termica  $U=0,375 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
- per tutte le solette:
  - spessore  $d=0,20 \text{ [m]}$
  - conducibilità termica  $\lambda=2,00 \text{ [W/mK]}$
- per i tetti:
  - trasmittanza termica  $U=0,365 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
  - resistenza termica dello strato isolante  $R=2,50 \text{ [m}^2\text{K/W]}$
- per i telai delle aperture:
  - spessore  $d=0,06 \text{ [m]}$
- per i pilastri:
  - spessore  $d=0,30 \text{ [m]}$
  - conducibilità termica  $\lambda=2,00 \text{ [W/mK]}$
- per i pavimenti controterra:
  - spessore  $d=0,20 \text{ [m]}$
  - conducibilità termica  $\lambda=2,00 \text{ [W/mK]}$
  - resistenza termica dello strato isolante  $R=2,50 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

Per condizioni al contorno che si discostano completamente da quelle sopra riportate è necessario determinare la trasmittanza termica lineica effettiva del ponte termico; tale calcolo può essere effettuato avvalendosi di norme tecniche predisposte dagli organismi deputati a livello nazionale o comunitario, quali ad esempio UNI, CEN, ISO o, in alternativa, avvalendosi dell' Appendice informativa C.

#### E.6.3.7.3 *Trasmittanza termica di componenti particolari*

##### Cassonetti

In mancanza di dati forniti dal costruttore, i valori di trasmittanza termica dei cassonetti devono essere dedotti dal Prospetto VI.

Tipologia cassonetto	Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]
Cassonetto non isolato	6
Cassonetto isolato*	1

\* Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non inferiore ai 2 cm.

**Prospetto VI – Trasmittanza termica dei cassonetti [W/m<sup>2</sup>K]**

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

### Serramenti trasparenti

La trasmittanza termica di serramenti singoli,  $U_w$ , si calcola mediante la relazione:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_t U_t + L_g \Psi_g}{A_g + A_t} \quad (23)$$

dove:

$U_w$  è la trasmittanza termica del serramento singolo, [W/m<sup>2</sup>K];

$A_g$  è l'area del vetro, [m<sup>2</sup>];

$U_g$  è la trasmittanza termica del vetro, [W/m<sup>2</sup>K];

$A_t$  è l'area del telaio, [m<sup>2</sup>];

$U_t$  è la trasmittanza termica del telaio, [W/m<sup>2</sup>K];

$L_g$  è il perimetro del vetro, [m];

$\Psi_g$  è la trasmittanza termica lineare del vetro, (Prospetto VIII e Prospetto IX), [W/mK].

Materiale	Tipo	Trasmittanza termica $U_T$ (W/m <sup>2</sup> )
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥5	2,8
PVC – profilo vuoto	con due camera cave	2,2
	con tre camera cave	2,0
Legno duro	spessore 70 mm	2,1
Legno tenero	spessore 70 mm	1,8
Metallo	-	5,5
Metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	2,4

**Prospetto VII – Valori della trasmittanza termica del telaio per alcune tipologie di materiale**  
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Materiali del telaio	Vetrata doppia o tripla non rivestita, intercapedine con aria o gas $\Psi$ [W/mK]	Vetrata doppia con bassa emissività, vetrata tripla con due rivestimenti a bassa emissività intercapedine con aria o gas $\Psi$ [W/mK]
Telaio in legno o telaio in PVC	0,06	0,08
Telaio in alluminio con taglio termico	0,08	0,11
Telaio in metallo senza taglio termico	0,02	0,05

**Prospetto VIII – Valori della trasmittanza termica lineare  $\Psi$  per distanziatori in metallo**  
(Fonte: UNI EN ISO 10077-1:2007)

Materiali del telaio	Vetrata doppia o tripla non rivestita, intercapedine con aria o gas $\Psi$ [W/mK]	Vetrata doppia con bassa emissività, vetrata tripla con due rivestimenti a bassa emissività intercapedine con aria o gas $\Psi$ [W/mK]
Telaio in legno o telaio in PVC	0,05	0,06
Telaio in alluminio con taglio termico	0,06	0,08
Telaio in metallo senza taglio termico	0,01	0,04

Prospetto IX – Valori della trasmittanza termica lineare  $\Psi$  per distanziatori in PVC

(Fonte: UNI EN ISO 10077-1:2007)

In mancanza di dati più precisi, i valori di trasmittanza termica da utilizzare nel calcolo per alcune tipologie di vetro,  $U_g$ , possono essere dedotti dal Prospetto XV mentre i valori di trasmittanza termica del telaio per alcune tipologie di materiali,  $U_t$ , possono essere dedotti dal Prospetto VII.

Nel caso di serramenti composti da due telai separati, doppio serramento (si veda Figura 1), la trasmittanza si calcola mediante la relazione che segue:

$$U_w = \left( \frac{1}{U_{w1}} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_{w2}} \right)^{-1} \quad (24)$$

dove:

$U_{w1}$  è la trasmittanza termica del componente interno calcolata secondo la (23) o fornita dal costruttore, [W/m<sup>2</sup>K];

$U_{w2}$  è la trasmittanza termica del componente esterno calcolata secondo la (23) o fornita dal costruttore, [W/m<sup>2</sup>K];

$R_{si}$  è la resistenza termica superficiale interna della finestra esterna quando applicata da sola (ai fini del calcolo si assume pari a 0,13 m<sup>2</sup>K/W);

$R_s$  è la resistenza termica dell'intercapedine racchiusa tra le vetrate delle due finestre (Prospetto X), [m<sup>2</sup>K/W];

$R_{se}$  è la resistenza termica superficiale esterna della finestra interna quando applicata da sola (ai fini del calcolo si assume pari a 0,04 m<sup>2</sup>K/W).

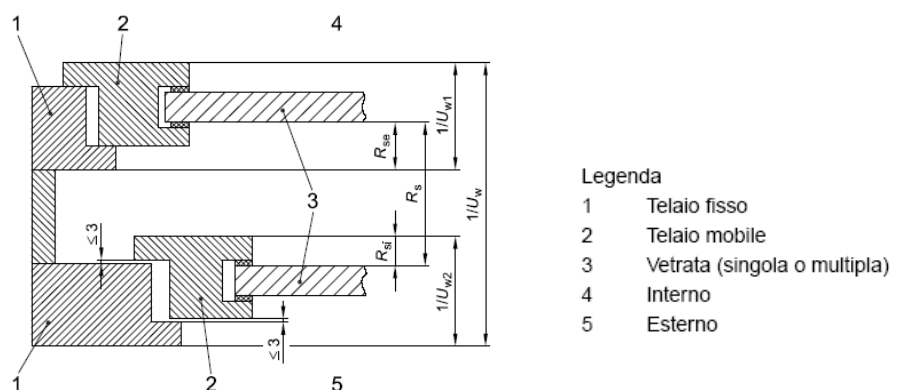


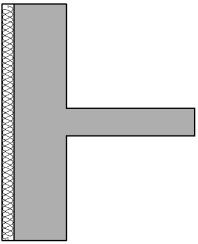
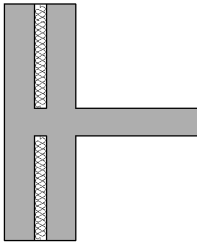
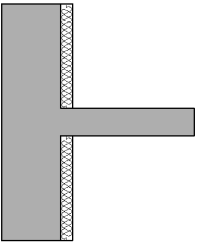
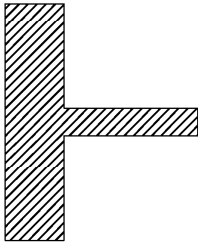
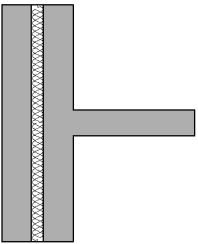
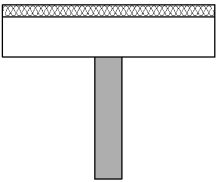
Figura 1 – Esempio di doppio serramento

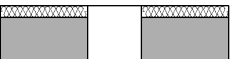
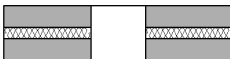


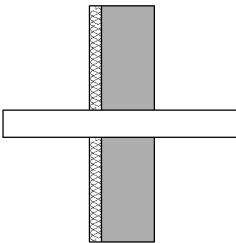
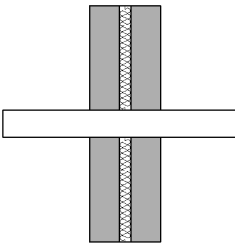
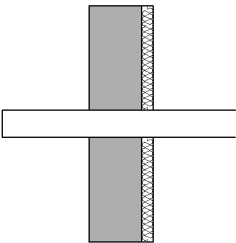
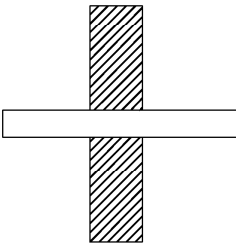
(Fonte: UNI EN ISO 10077-1:2007)

**APPENDICE B**  
**(informativa)**  
**Abaco dei ponti termici**

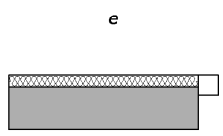
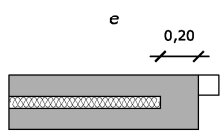
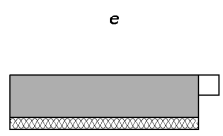
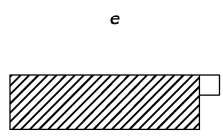
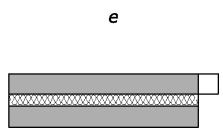
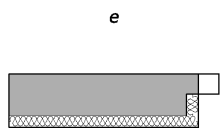
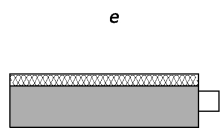
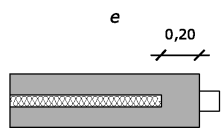
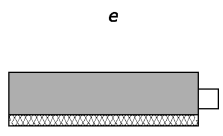
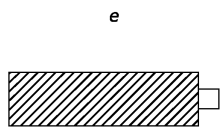
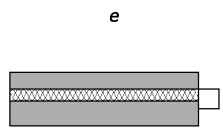
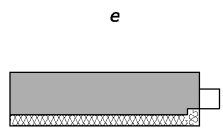
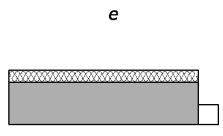
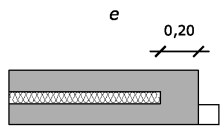
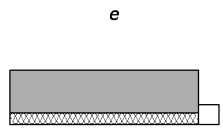
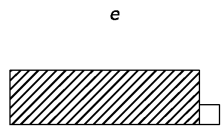
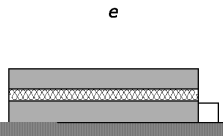
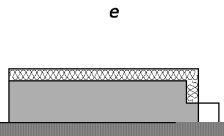
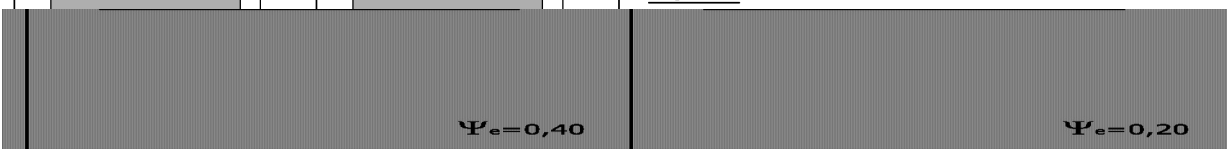
<b>Angoli</b>			
<p><b>A1</b></p> <p><math>\Psi_e = -0,05</math></p>	<p><b>A2</b></p> <p><math>\Psi_e = -0,10</math></p>	<p><b>A3</b></p> <p><math>\Psi_e = -0,20</math></p>	<p><b>A4</b></p> <p><math>\Psi_e = -0,15</math></p>
<p><b>A5</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,05</math></p>	<p><b>A6</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,15</math></p>	<p><b>A7</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,15</math></p>	<p><b>A8</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,10</math></p>

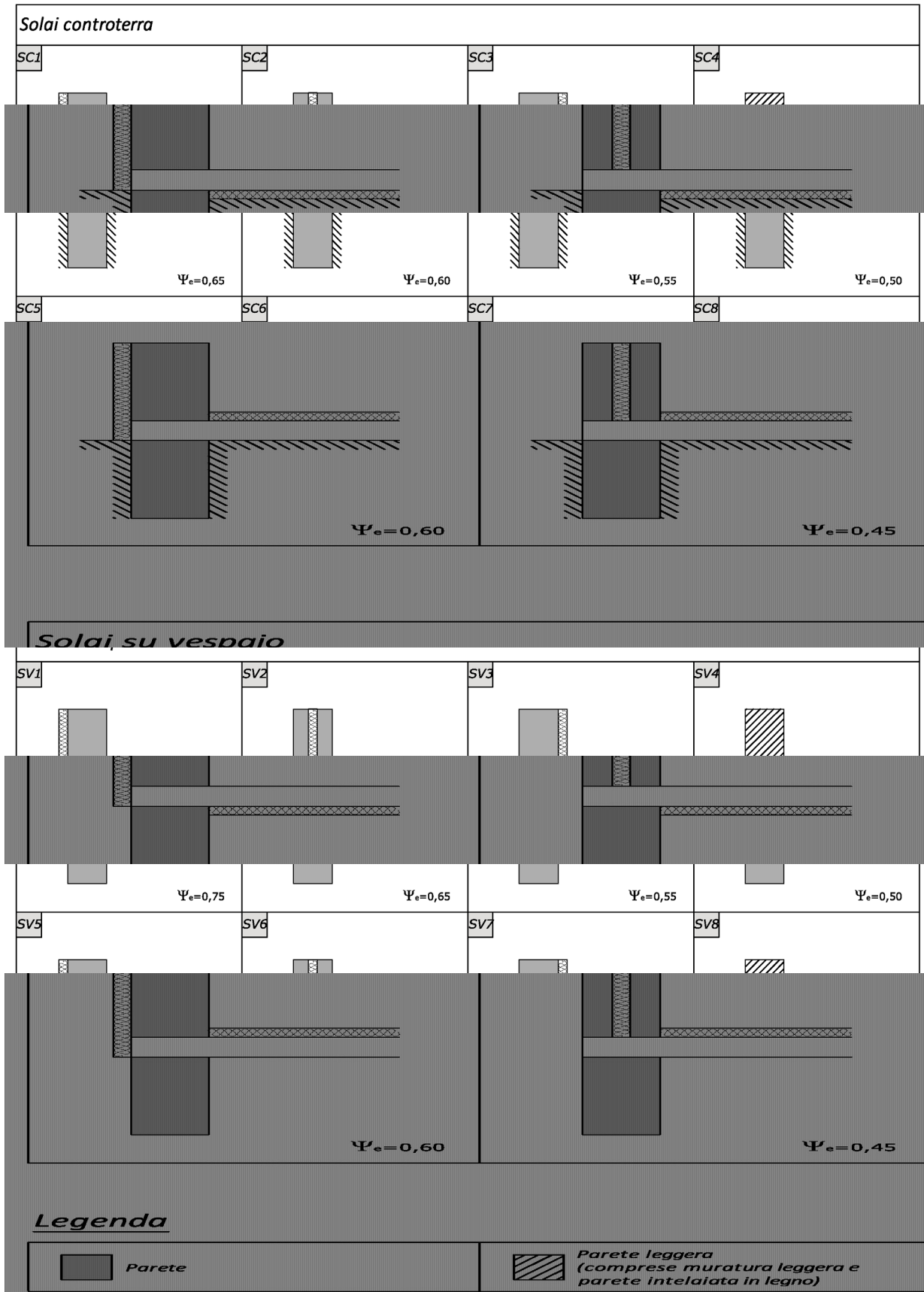
<b>Pavimenti</b>			
<p><b>Pa1</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,00</math></p>	<p><b>Pa2</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,95</math></p>	<p><b>Pa3</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,90</math></p>	<p><b>Pa4</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,70</math></p>
<p><b>Pa5</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,60</math></p>	<p><b>Pa6</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,90</math></p>	<p><b>Pa7</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,90</math></p>	<p><b>Pa8</b></p> <p><math>\Psi_e = 0,90</math></p>

Pareti Interne			
<p>PI1</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>	<p>PI2</p>  <p><math>\Psi_e=0,95</math></p>	<p>PI3</p>  <p><math>\Psi_e=0,90</math></p>	<p>PI4</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>
<p>PI5</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>	<p>PI6</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>		

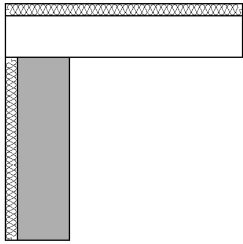
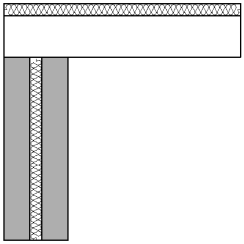
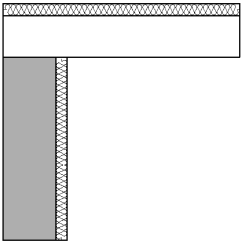
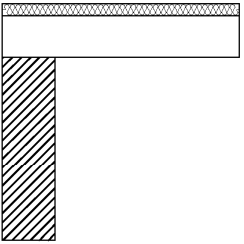
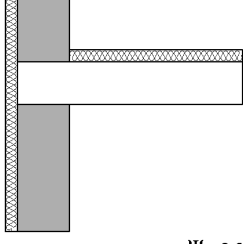
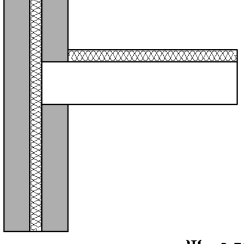
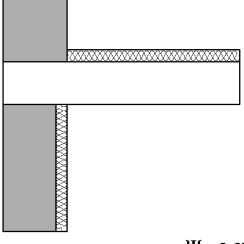
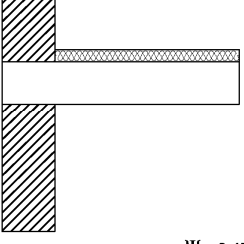
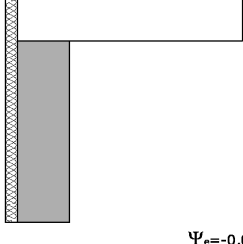
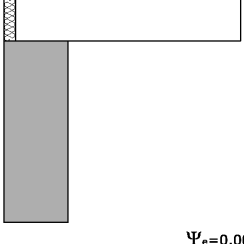
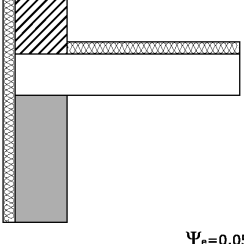
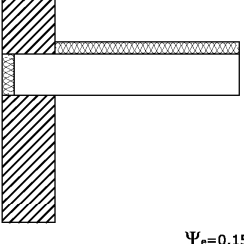
Pilastri e Balconi			
<p>PI1</p>  <p><math>\Psi_e=1,30</math></p>	<p>PI2</p>  <p><math>\Psi_e=1,20</math></p>	<p>PI3</p>  <p><math>\Psi_e=1,15</math></p>	<p>PI4</p>  <p><math>\Psi_e=0,90</math></p>
<p>B1</p>  <p><math>\Psi_e=0,95</math></p>	<p>B2</p>  <p><math>\Psi_e=0,95</math></p>	<p>B3</p>  <p><math>\Psi_e=0,90</math></p>	<p>B4</p>  <p><math>\Psi_e=0,70</math></p>

Serramenti di porte e finestre

<p>S1</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>	<p>S2</p>  <p><math>\Psi_e=1,00</math></p>	<p>S3</p>  <p><math>\Psi_e=0,80</math></p>	<p>S4</p>  <p><math>\Psi_e=0,15</math></p>
<p>S5</p>  <p><math>\Psi_e=0,40</math></p>	<p>S6</p>  <p><math>\Psi_e=0,10</math></p>	<p>S7</p>  <p><math>\Psi_e=0,45</math></p>	<p>S8</p>  <p><math>\Psi_e=1,00</math></p>
<p>S9</p>  <p><math>\Psi_e=0,60</math></p>	<p>S10</p>  <p><math>\Psi_e=0,10</math></p>	<p>S11</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>	<p>S12</p>  <p><math>\Psi_e=0,10</math></p>
<p>S13</p>  <p><math>\Psi_e=0,80</math></p>	<p>S14</p>  <p><math>\Psi_e=1,00</math></p>	<p>S15</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>	<p>S16</p>  <p><math>\Psi_e=0,15</math></p>
<p>S17</p>  <p><math>\Psi_e=0,40</math></p>	<p>S18</p>  <p><math>\Psi_e=0,20</math></p>	<p><i>Legenda</i></p> 	



Coperture

<p>C1</p>  <p><math>\Psi_e=0,55</math></p>	<p>C2</p>  <p><math>\Psi_e=0,50</math></p>	<p>C3</p>  <p><math>\Psi_e=0,40</math></p>	<p>C4</p>  <p><math>\Psi_e=0,40</math></p>
<p>C5</p>  <p><math>\Psi_e=0,60</math></p>	<p>C6</p>  <p><math>\Psi_e=0,50</math></p>	<p>C7</p>  <p><math>\Psi_e=0,65</math></p>	<p>C8</p>  <p><math>\Psi_e=0,45</math></p>
<p>C9</p>  <p><math>\Psi_e=-0,05</math></p>	<p>C10</p>  <p><math>\Psi_e=0,00</math></p>	<p>C11</p>  <p><math>\Psi_e=0,05</math></p>	<p>C12</p>  <p><math>\Psi_e=0,15</math></p>

## **APPENDICE C** **(informativa)**

### **Calcolo della trasmittanza termica lineica**

#### **C.1 TRASMITTANZA TERMICA LINEICA DEI GIUNTI**

La presente appendice intende fornire una metodologia per la determinazione della trasmittanza termica lineica al fine del calcolo dello scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici.

Il coefficiente di scambio termico per trasmissione,  $H_T$ , verrà calcolato attraverso l'equazione:

$$H_T = \sum_k A_{L,k} \cdot U_k \cdot \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e} \quad (C.1)$$

con:

$$U_k = \frac{\sum_j A_{L,j} \cdot U_j + \sum_i \Psi_{e,i} \cdot l_{e,i}}{\sum_j A_{L,j} \cdot U_j} \quad (C.2)$$

dove:

$A_{L,j}$  è l'area lorda di ciascun componente,  $j$ , della struttura  $k$ -esima che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [ $m^2$ ];

$U_j$  è la trasmittanza termica di ciascun componente,  $j$ , uniforme della struttura  $k$ -esima che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [ $W/m^2K$ ];

$\Psi_{e,i}$  è la trasmittanza termica lineica dell' $i$ -esimo ponte termico lineare attribuito alla struttura  $k$ -esima, basata sulle dimensioni esterne, [ $W/mK$ ];

$l_{e,i}$  è la lunghezza applica caratteristica del ponte termico  $i$ -esimo, [ $m$ ].

#### **C.1.1 Giunto tra parete e serramento**

Di seguito si fornisce la trasmittanza termica lineica per grado Kelvin e per metro di perimetro del vano di finestre, porte-finestre e porte esterne.

##### **C.1.1.1 Pareti senza isolamento o con isolamento interno**

In funzione della posizione del telaio la trasmittanza termica lineica viene calcolata con le seguenti relazioni:

- telaio a filo interno o in mezzeria (Figura C.1 e Figura C.2):

$$\Psi_i = \frac{0,9 \cdot s}{1,25 + R_{ps}} \quad (C.3)$$

- telaio a filo esterno (Figura C.3):

$$\Psi_i = \frac{14 \cdot s}{1,25 + R_{ps}} \quad (C.4)$$

dove:

$s$  è lo spessore della parete, [m];

$R_{ps}$  è la resistenza termica della parete in corrispondenza del vano della finestra, escluse le resistenze termiche superficiali, [m<sup>2</sup>K/W].

**NOTA:** qualora il davanzale o l'architrave siano costituiti da elementi in calcestruzzo, nelle (C.3) e (C.4) deve essere utilizzata la resistenza termica dell'elemento in calcestruzzo. Nel caso di serramento doppio, se lo spessore dell'infisso è piccolo rispetto allo spessore della parete, il calcolo deve essere effettuato come se si trattasse di una finestra semplice. Nel caso in cui lo spessore totale dell'infisso sia circa uguale a quello della parete e nel caso in cui un serramento sia a filo interno e l'altro a filo esterno, la trasmittanza termica lineica deve essere assunta pari a zero.

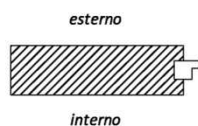


Figura C.1

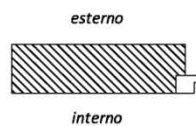


Figura C.2

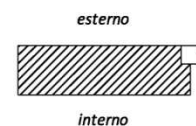


Figura C.3

#### C.1.1.2 Pareti con isolamento termico esterno

In funzione di come è posizionato l'isolamento in corrispondenza dello stipite, la trasmittanza termica lineica viene calcolata con le seguenti relazioni:

- isolamento interrotto in corrispondenza dello stipite (Figura C.4 e Figura C.5):

$$\Psi = \frac{0,6 \cdot s}{0,06 + R_{ie}} \quad (C.5)$$

- isolamento che ricopre lo stipite

$$\Psi = 0,6 \cdot U \quad (C.6)$$

dove:

$s$  è lo spessore della parete, [m];

$R_{ie}$  è la resistenza termica della parte di parete interna all'isolamento termico, [m<sup>2</sup>K/W];

$U$  è la trasmittanza unitaria della parete [W/m<sup>2</sup>K].

Nei casi in cui l'infisso sia posto a filo esterno, la trasmittanza termica unitaria della parete si assume nulla (Figura C.6 e Figura C.7).

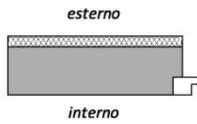


Figura C.4

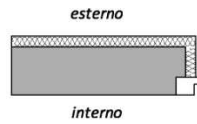


Figura C.5

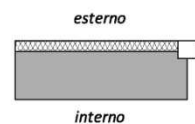


Figura C.6

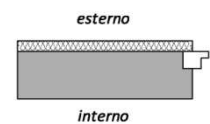


Figura C.7

### C.1.1.2 Pareti con isolamento termico interno

Se l'infisso è posto a filo esterno, l'espressione della trasmittanza termica lineica varia a secondo che l'isolamento sia interrotto in corrispondenza dello stipite (Figura C.8) o lo ricopra (Figura C.9). La trasmittanza termica lineica si calcola mediante la relazione (C.4) nel primo caso e (C.5) nel secondo caso. Nei casi in cui l'infisso venga posto a filo interno, la trasmittanza termica lineare è nulla (Figura C.10 e Figura C.11).

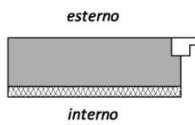


Figura C.8

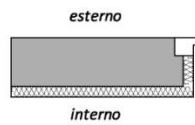


Figura C.9

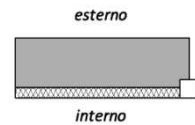


Figura C.10

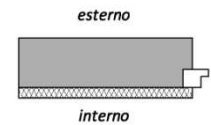


Figura C.11

### C.1.2 Spigolo costituito da due pareti esterne

Di seguito si fornisce la trasmittanza termica lineica per grado Kelvin e per metro di giunto sia che si tratti di spigolo sporgente sia di spigolo rientrante.

#### C.1.2.1 Pareti senza isolamento o con isolamento interno

Se le due pareti sono identiche (Figura C.12 e Figura C.15) la trasmittanza termica lineica è data da :

$$\Psi = 0,2 \cdot U \cdot s \quad (C.7)$$

dove:

s è lo spessore comune alle due pareti, [m];

U è la trasmittanza unitaria della parete [W/m<sup>2</sup>K].

Se le due pareti, pur essendo diverse si compenetrano, la trasmittanza termica lineica è fornita dalla:

$$\Psi = 0,2 \cdot U_m \cdot s_m \quad (C.8)$$

dove:

s<sub>m</sub> è lo spessore medio delle due pareti, [m];

U<sub>m</sub> è la trasmittanza unitaria media delle due pareti [W/m<sup>2</sup>K].

Se le due pareti sono diverse e una di esse forma lo spigolo (Figura C.13, Figura C.16, Figura C.17) la trasmittanza termica lineica è data da:

$$\Psi = \frac{0,2 \cdot s_m}{0,2 + R_2 \cdot \frac{s_1}{s_2}} \quad (C.9)$$

dove:

$s_m$  è lo spessore medio delle due pareti, [m];

$s_1, s_2$  sono gli spessori rispettivamente delle pareti 1 e 2, [m];

$R_2$  è la resistenza termica della parete che forma lo spigolo (riferimento 2 sulle figure), [ $m^2K/W$ ].

Se lo spigolo è formato da un pilastro in calcestruzzo si ha:

$$\Psi = 0,45 \cdot s_m \quad (C.10)$$

dove:

$s_m$  è lo spessore medio delle due pareti, [m].

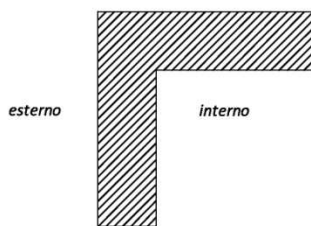


Figura C.12

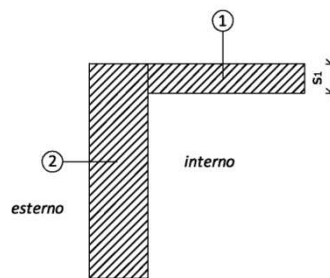


Figura C.13

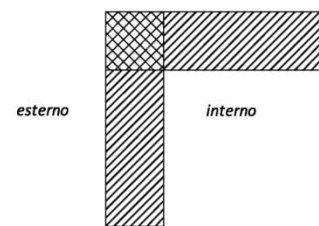


Figura C.14

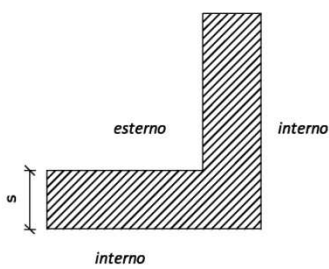


Figura C.15

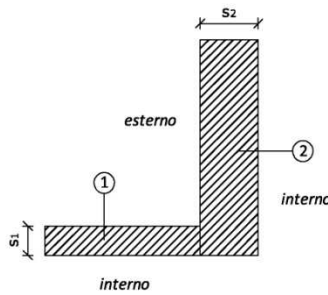


Figura C.16

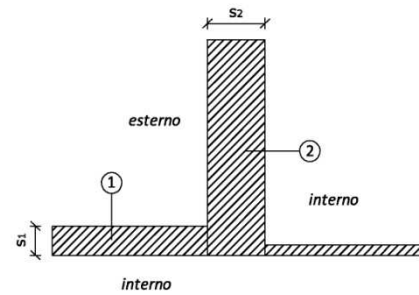


Figura C.17

**C.1.2.2 Due pareti con isolamento termico esterno se si tratta di uno spigolo sporgente o con isolamento termico interno se si tratta di uno spigolo rientrante**

Se le due pareti sono identiche la trasmittanza termica lineica è fornita dalla relazione:

$$\Psi = 0,6 \cdot U \cdot s \quad (C.11)$$

dove:

180  $s$  è lo spessore comune alle due pareti, [m];

$U$  è la trasmittanza unitaria delle pareti [ $W/m^2K$ ].

Se le due pareti sono diverse si ha:

$$\Psi = 0,6 \cdot U_2 \cdot s_m \quad (C.12)$$

dove:

$s_m$  è la media aritmetica degli spessori delle due pareti non comprensivi dell'isolamento termico, [m];

$U_2$  è la trasmittanza unitaria della parete che forma lo spigolo (riferimento 2 sulle figure), [ $W/m^2K$ ].

Se le due pareti si compenetrano, si fa riferimento ancora alle relazioni (C.11), (C.12) utilizzando la trasmittanza termica unitaria media delle due pareti.

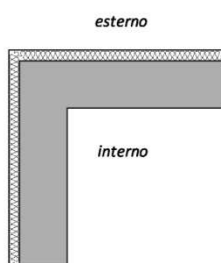


Figura C.18

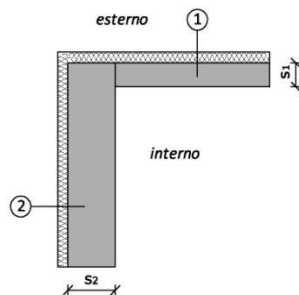


Figura C.19

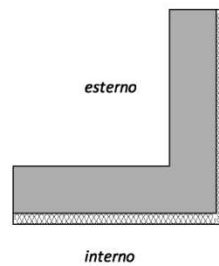


Figura C.20

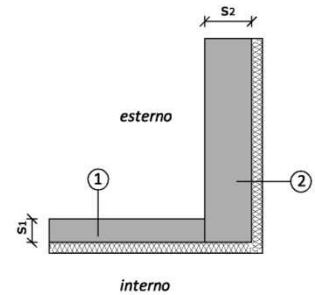


Figura C.21

Nel caso di due pareti con isolamento termico interno se si tratta di uno spigolo sporgente o con isolamento termico esterno se si tratta di uno spigolo rientrante (Figura C.22 e Figura C.23), la trasmittanza termica lineica si assume pari a zero.

**C.1.2.3 Una parete con isolamento termico esterno se si tratta di uno spigolo sporgente o a isolamento termico interno se si tratta di uno spigolo rientrante, l'altra con isolamento interno o assente**

Nei casi riportati in Figura C.24 e Figura C.27 la trasmittanza termica lineica è fornita dall'espressione:

$$\Psi = \frac{0,3 \cdot s_1}{0,06 + R_1 + R_2} \quad (C.13)$$

dove:

$s_1$  spessore della parete 1 non comprensivo di isolamento termico, [m];

$R_1$  è la resistenza termica della porzione di parete 1 di spessore  $s_1$ , [ $m^2K/W$ ];

$R_2$  è la resistenza termica della porzione della parete 2, [ $m^2KW$ ].

Qualora lo spigolo si presentasse come indicato in Figura C.25 e Figura C.28 la (C.11) assume la seguente forma:

$$\Psi = \frac{0,3 \cdot s_1}{0,06 + R_1 + R'_2} \quad (C.14)$$

dove:

$R'_2$  è la resistenza termica compresa tra il filo interno ed esterno della parete 2, in corrispondenza della parete 1, [ $m^2K/W$ ].

In presenza di spigoli come in Figura C.26 e Figura C.29 la trasmittanza termica lineica è data da:

$$\Psi = 0,6 \cdot U_1 \cdot s_m \quad (C.15)$$

dove:

$s_m$  è la media aritmetica degli spessori delle due pareti non comprensivi dell'isolamento termico, [m];

$U_1$  è la trasmittanza unitaria della parete 1, [ $W/m^2K$ ].

Se la parete 2 e la porzione di spessore  $s_1$  della parete 1 si compenetrano, le relazioni (C.11), (C.12) e (C.13) si applicano ancora senza modifiche.

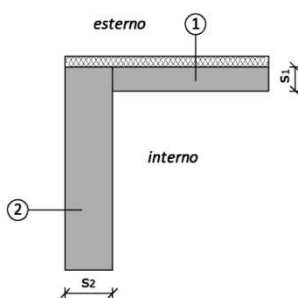


Figura C.24

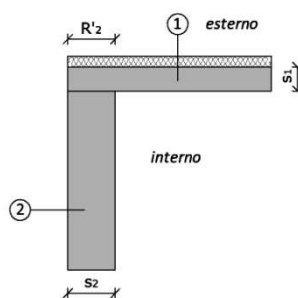


Figura C.25

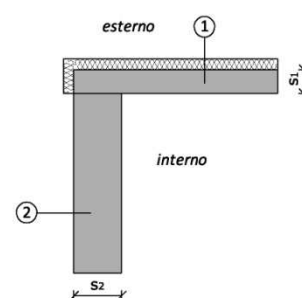


Figura C.26

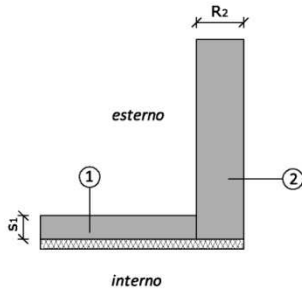


Figura C.27

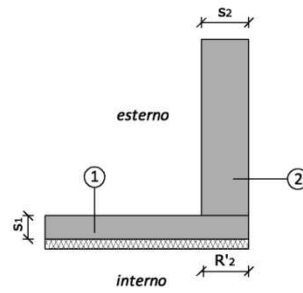


Figura C.28

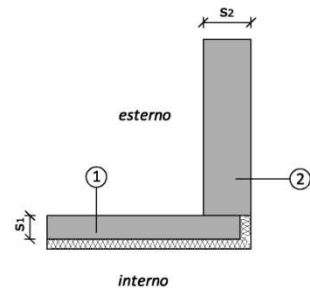


Figura C.29

**C.1.2.4 Una parete a isolamento termico interno se si tratta di uno spigolo sporgente o a isolamento termico esterno se si tratta di uno spigolo rientrante, l'altra con isolamento interno o assente**

Nei casi riportati in Figura C.30 e Figura C.32, la trasmittanza termica lineica è fornita dall'espressione:

$$\Psi = \frac{0,2 \cdot s_m}{R_1 + 0,2} \quad (C.16)$$

dove:

$s_m$  è la media aritmetica degli spessori delle due pareti non comprensivi dell'isolamento termico, [m];

$R_1$  è la resistenza termica della porzione di parete 1 di spessore  $s_1$ , [ $m^2K/W$ ].

In presenza di spigoli come in Figura C.30 e Figura C.33, la trasmittanza termica lineica è data da:

$$\Psi = 0,2 \cdot U_2 \cdot s_m \quad (C.17)$$

dove:

$s_m$  è la media aritmetica degli spessori delle due pareti non comprensivi dell'isolamento termico, [m];

$U_2$  è la trasmittanza unitaria della parete 2, [ $W/m^2K$ ].

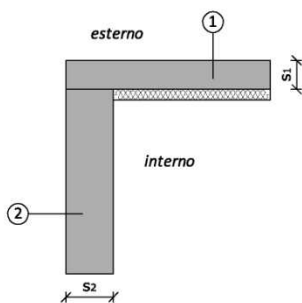


Figura C.30

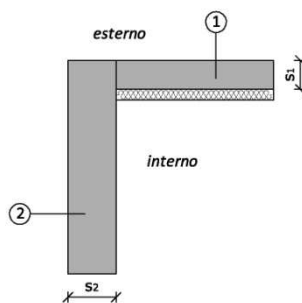


Figura C.31

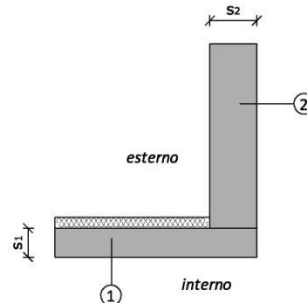


Figura C.32

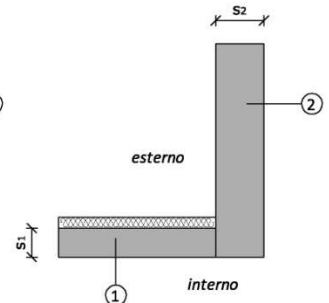


Figura C.33

### C.1.2.5 Una parete a isolamento termico esterno, l'altra a isolamento interno

La trasmittanza termica lineica varia in funzione delle configurazioni che si possono presentare:

- isolamento termico esterno continuo fino a filo esterno della parete ad isolamento interno (Figura C.34 e Figura C.36):

$$\Psi = \frac{0,3 \cdot s_1 \cdot (1+h)}{0,06 + R_1 + R'_2} \quad (C.18)$$

- isolamento termico interrotto in corrispondenza del filo interno della parete ad isolamento interno (Figura C.35 e Figura C.37):

$$\Psi = \frac{0,3 \cdot s_1 \cdot (1+h)}{0,06 + 0,5 \cdot R_1 + R'_2} \quad (C.19)$$

dove:

$s_1$  è lo spessore della parete 1 non comprensivo di isolamento termico, [m];

$R_1$  è la resistenza termica della porzione di parete 1 non isolata, [ $m^2K/W$ ].

$R'_2$  è la resistenza termica compresa tra il filo interno ed esterno della parete 2, in corrispondenza della parete 1, [ $m^2K/W$ ];

$h$  è un coefficiente riportato nel Prospetto C.1 in funzione della resistenza termica dell'isolamento e della trasmittanza termica della parete 2, [m].

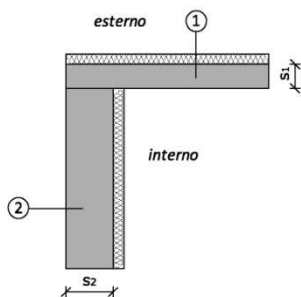


Figura C.34

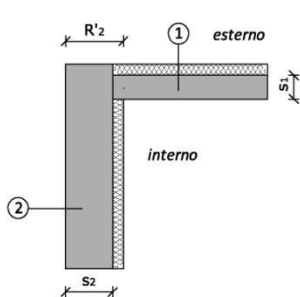


Figura C.35

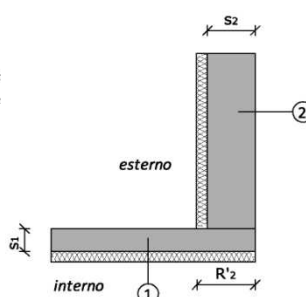


Figura C.36

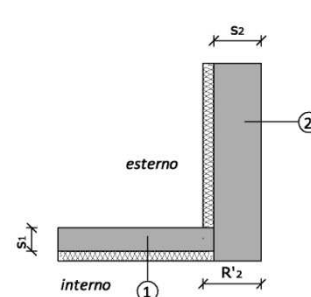


Figura C.37

### C.1.3 Giunto tra una parete esterna e una interna

Di seguito vengono fornite relazioni valide per le pareti divisorie e i solai di piano, sia che sporgano o meno dall'esterno. Per i tramezzi con uno spessore inferiore a 9 cm, il valore della trasmittanza termica lineica è assunto pari a zero, a meno che non si verifichi un'interruzione dell'isolamento termico. In generale la trasmittanza termica lineica è fornita dalle seguenti espressioni:

$$\Psi = 0,4 \cdot U_f \cdot s_i \cdot (1+h) \quad (C.20)$$

dove:

$s_i$  è lo spessore della parete interna, [m];

$U_f$  è la trasmittanza unitaria della parete fittizia posta in corrispondenza della parete interna e limitata dal filo interno ed esterno della parete esterna,  $[W/m^2K]$ .

$h$  è un coefficiente riportato nel Prospetto C.1 in funzione della resistenza termica dell'isolamento e della trasmittanza termica della parete 2.

La trasmittanza termica unitaria della parete fittizia è data da:

$$\frac{1}{U_f} = R + r_s \quad (C.21)$$

dove:

$R$  è la resistenza termica della parete fittizia, indipendente dall'eventuale sporgenza della parte interna verso l'esterno,  $[m^2K/W]$ ;

$r_s$  è una resistenza termica addizionale il cui valore è riportato nei paragrafi successivi,  $[m^2K/W]$ .

### C.1.3.1 Parete esterna con isolamento termico interno o assente

Il valore di  $h$  si assume pari a zero.

Il valore di  $r_s$  si assume, in linea generale, pari a  $0,15 m^2K/W$ . Se ciascuna parete interna è rivestita di materiale isolante con resistenza termica superiore a  $0,30 m^2K/W$ , si assume un valore di  $r_s$  pari a  $0,25 m^2K/W$ .

Se la parete esterna è una facciata leggera, si possono presentare i seguenti casi:

- la sporgenza esterna della parete è rivestita sulle tre superfici facciali di materiale isolante con resistenza termica almeno pari a  $0,50 m^2K/W$  (Figura C.38):  $r_s$  è funzione della resistenza termica di tale isolante e della lunghezza della sporgenza  $D$  (si rimanda al Prospetto C.2);
- la parete interna è parzialmente rivestita sulle due superfici facciali (all'esterno o all'interno) di materiale isolante di resistenza termica almeno pari a  $0,50 m^2K/W$  (Figura C.39 e Figura C.40):  $r_s$  è funzione della resistenza termica di tale isolante e della sua lunghezza  $L$  (si rimanda al Prospetto C.3).

**NOTA:** se negli ultimi due casi, la parete interna ha la sua parte sporgente all'esterno isolata ed è totalmente rivestita all'interno di isolante di resistenza termica minore o uguale  $0,30 m^2K/W$ , il valore di  $r_s$  si ottiene aggiungendo  $0,10 m^2K/W$  al valore riportato nel Prospetto C.2 e nel Prospetto C.3.

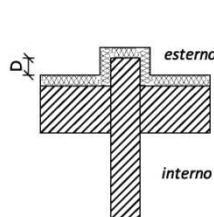


Figura C.38

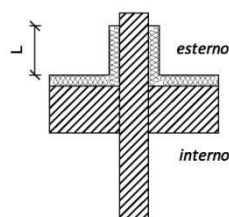


Figura C.39

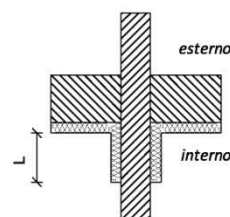


Figura C.40

**C.1.3.2 Parete esterna con isolamento termico esterno**

Il valore di  $h$  è in funzione della resistenza termica dell'isolamento esterno e della trasmittanza termica unitaria della parete esterna; il suo valore è nullo se l'isolamento è continuo in corrispondenza della parete interna, per gli altri casi è riportato nel Prospetto C.1.

Per la determinazione dei valori di  $r_s$  si distinguono i seguenti casi:

- la sporgenza della parete interna non è isolata (Figura C.41 e Figura C.42) o l'isolamento della parte esterna è continuo in corrispondenza della parete interna (Figura C.43):  $r_s$  pari a  $0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;
- la sporgenza esterna della parete interna è rivestita, sulle tre superfici facciali di materiale isolante di resistenza termica inferiore o uguale a  $0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$  (Figura C.44):  $r_s$  è funzione della resistenza termica di tale isolante e della lunghezza della sporgenza  $D$  (si rimanda al Prospetto C.2);
- la sporgenza esterna della parete interna è parzialmente rivestita su due superfici facciali di materiale isolante di resistenza termica inferiore o uguale a  $0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$  (Figura C.45):  $r_s$  è funzione della resistenza termica di tale isolante e della sua lunghezza  $L$  (si rimanda al Prospetto C.3).

Un rivestimento isolante posto sulla parete interna nei due locali (Figura C.46) non modifica questi valori.

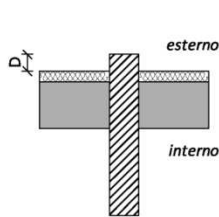


Figura C.41

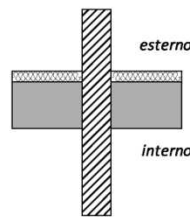


Figura C.42

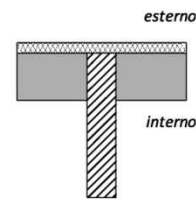


Figura C.43

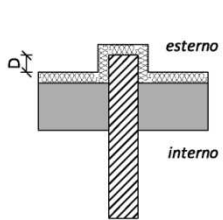


Figura C.44

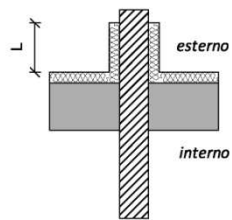


Figura C.45

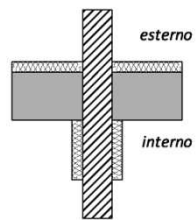


Figura C.46

**C.1.3.3 Parete esterna con isolamento termico interno**

Il valore di  $h$  è in funzione della resistenza termica dell'isolamento interno e della trasmittanza termica unitaria della parete esterna; il suo valore è riportato nel Prospetto C.1.

Per la determinazione dei valori di  $r_s$  si distinguono i seguenti casi:

- se la parte interna della parete interna non è termicamente isolata (Figure da C.47 a C.51), o è isolata soltanto su una superficie oppure ha le due superfici rivestite di isolante di resistenza termica minore di  $0,30 \text{ m}^2\text{K/W}$ ,  $r_s$  è assunto pari a  $0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;
- se la parte interna della parete interna ha le due superfici totalmente rivestite di isolante di resistenza termica almeno pari a  $0,30 \text{ m}^2\text{K/W}$ ,  $r_s$  è assunto pari a  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;
- se la parte interna della parete interna ha le superfici totalmente o parzialmente rivestite di materiale isolante di resistenza inferiore o uguale a  $0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$  (Figura C.52),  $r_s$  è funzione della resistenza termica di tale isolante e della sua lunghezza; il suo valore è riportato nel Prospetto C.3.

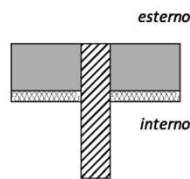


Figura C.47

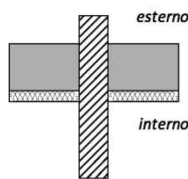


Figura C.48

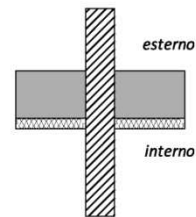


Figura C.49

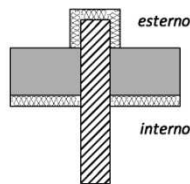


Figura C.50

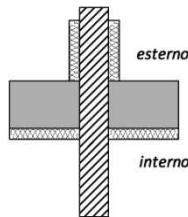


Figura C.51

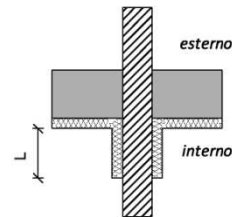


Figura C.52

Trasmittanza unitaria della parete esterna $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$	Resistenza termica dell'isolamento esterno o dell'isolamento interno $[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$										
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
	h										
1,50	0,31	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,30	0,15	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20	0,07	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	0,00	0,32	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-
0,90	0,00	0,19	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	0,00	0,07	0,41	0,60	-	-	-	-	-	-	-
0,70	0,00	0,00	0,23	0,56	0,60	-	-	-	-	-	-
0,60	0,00	0,00	0,07	0,32	0,60	0,60	-	-	-	-	-
0,50	0,00	0,00	0,00	0,11	0,32	0,56	0,60	-	-	-	-
0,45	0,00	0,00	0,00	0,02	0,19	0,38	0,60	-	-	-	-
0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,23	0,41	0,60	0,60	-	-
0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,23	0,38	0,56	0,60	-
0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,29	0,32	0,46	0,60

Prospetto C.1 – Valori di h

Resistenza termica dell'isolamento esterno [m <sup>2</sup> k/W]	Lunghezza della sporgenza D [m]				
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
0,50	0,44	0,37	0,33	0,30	0,28
0,75	0,57	0,47	0,40	0,36	0,33
1,00	0,71	0,57	0,48	0,43	0,39
1,25	0,84	0,67	0,56	0,49	0,44
1,50	0,98	0,77	0,64	0,56	0,50
1,75	1,11	0,87	0,71	0,62	0,55
2,00	1,25	0,97	0,79	0,69	0,61
2,50	1,52	1,17	0,94	0,82	0,72
3,00	1,79	1,37	1,10	0,95	0,83

**Prospetto C.2 – Valori di  $r_s$  per parete interna sporgente all'esterno ed isolata sulle tre facce**

Resistenza termica dell'isolamento esterno o interno [m <sup>2</sup> k/W]	Lunghezza della sporgenza L [m]				
	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
0,50	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26
0,75	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27
1,00	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
1,25	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29
1,50	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
1,75	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
2,00	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
2,50	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36
3,00	0,32	0,34	0,36	0,37	0,38

**Prospetto C.3 – Valori di  $r_s$  per parete interna parzialmente isolata sulle due facce all'interno o all'esterno del locale**

### 8.3 LINEE GUIDA E VINCOLI DA NORMATIVA

#### Linee guida per la progettazione

- Accessibilità nelle stazioni- Superamento delle barriere architettoniche FS - Divisione Infrastruttura 2000
- Percorsi tattili per disabili visivi FS - Divisione Infrastruttura 1999
- Servizi igienici per il pubblico FS - Divisione Infrastruttura 1999
- Illuminazione nei FV FS - Divisione Infrastruttura 2000
- Illuminazione per esterni FS - Divisione Infrastruttura 2001

(\*) Costituiscono integrazione le successive note di aggiornamento emanate da RFI-DMO-TVM

#### Istruzioni e prescrizioni

- Sistema segnaletico. Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica nelle stazioni ferroviarie FS - Divisione

Infrastruttura 2001 e successive note di aggiornamento

- Gli Elementi segnaletici a messaggio variabile Cap .4° RFI 2003 e successive note di aggiornamento
- Specifiche per la realizzazione di sistemi di informazione al pubblico TT573 RFI 2003
- Prescrizioni per la progettazione e realizzazione dei marciapiedi alti a servizio dei viaggiatori FS - ASA Rete-1996
- Prescrizioni tecniche per la compilazione di progetti di linee e impianti ferroviari - tracciati e corpo stradale  
FS - Servizio Lavori e Costruzioni 1983
- Nota R/9904790/P del 26-7-1999 Responsabile Divisione Infrastruttura
- Manuali di progettazione (Geologia, Corpo Stradale, Gallerie, Ponti) RFI - Direzione Investimenti- Ingegneria Civile
- Specifiche Tecniche Interoperabilità ( sottosistema infrastruttura 2002 732 CE)
- O.d.S. n.102 ( Bollettino Ufficiale FS n. 24 del 31/12/1988

#### Leggi e Decreti Ministeriali

- DM n. 1444 del 22.04.1968
- DM n. 236 del 14.06.1989
- DM 30.11.1983
- DM 10.03.1998
- DPR n. 577 del 29.07.1982
- Legge n.122 del 24.03.1989
- Legge n. 191 del 26.04.1974

## definizione e abbreviazioni

Stazione: Località di servizio, delimitata da segnali di protezione, in cui si regola la circolazione dei treni, tramite incroci e/o precedenza. La stazione è dedicata ai servizi commerciali di accesso al trasporto viaggiatori e/o merci, nonché ad altre attività connesse al ciclo di utilizzo dei rotabili.

Stazione Impresenziata: Località di servizio c.s. non presenziata da agenti addetti alla circolazione, avente regime d'esercizio in telecomando.

Fermata: Località di servizio adibita al servizio pubblico, che di regola non interviene nel distanziamento treni e non è abilitata ad effettuare incroci e precedenza.

Silver: livello di classificazione impianti medio-piccoli

Bronze: livello di classificazione impianti con bassa frequentazione

F.V. fabbricato viaggiatori

F.S.A. fabbricato servizi accessori

F.T. fabbricato tecnologico

C.E. cabina elettrica

v/g media tra i viaggiatori saliti e discesi dai treni in una giornata feriale (dati Trasporto Regionale)

V/G numero complessivo dei viaggiatori previsti in una giornata feriale

p.d.r. piano di rotolamento

P.M.O. profilo minimo degli ostacoli

## Scopo

Con il termine piccole stazioni e fermate vengono comunemente individuati gli impianti per il servizio viaggiatori costituenti il sistema di strutture base, diffuso sul territorio, per l'accesso al trasporto ferroviario. Tale categoria, costituita da impianti di varie dimensioni e tipologie, è quella che più frequentemente di altre, nell'ambito della Rete Ferroviaria Italiana, è oggetto di nuovi interventi realizzativi.

Il presente capitolo, al fine di favorire una maggiore omogeneità relativamente agli standard dimensionali ed alle dotazioni degli elementi funzionali per tali interventi, definisce gli elementi di base per la progettazione delle Piccole Stazioni e Fermate.

## Campo d' applicazione

Gamma di configurazioni e tipologie per nuove stazioni e fermate a servizio dei viaggiatori in cui si effettua prevalentemente traffico regionale, suddivise in:

**Impianti piccoli per bassa frequentazione *Bronze*** (frequentazione con valori <200 v/g) prevalentemente ubicati sulla rete complementare

**impianti medio-piccoli *Silver*** (frequentazione con valori > 200 v/g) prevalentemente ubicati nell'hinterland di aree metropolitane e presso comuni di varie dimensioni.

Sono escluse stazioni e fermate per alta frequentazione che svolgono servizi di tipo metropolitano all'interno

di grandi aree urbane (con valori generalmente compresi tra 2.000 e 10.000 viaggiatori/giorno di media tra saliti e discesi) in quanto, al fine del dimensionamento e delle dotazioni dei servizi, necessitano di analisi specifiche relative alla movimentazione dei flussi di viaggiatori. Tali analisi possono determinare particolari tipologie in termini di sviluppo dei percorsi e delle aree di distribuzione non ch , in alcuni casi, l'impiego di dispositivi meccanizzati per la movimentazione delle persone (tappeti mobili, scale mobili ecc.).

Sono altres  esclusi gli impianti sotterranei che, oltre alle verifiche di cui sopra, necessitano di percorsi di esodo e tecnologie impiantistiche particolari per la sicurezza antincendio.

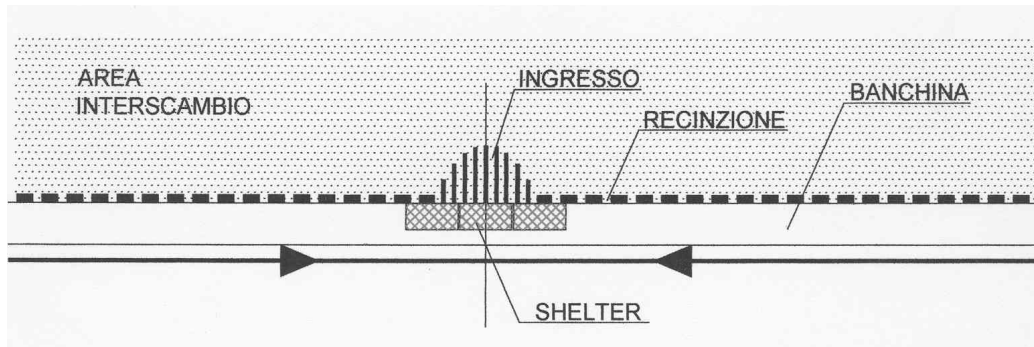
**Metodologia per il dimensionamento e la classificazione secondo configurazioni e tipologia d' accesso.**

Gli standard dimensionali e le dotazioni funzionali dei principali servizi da prevedere nelle Piccole Stazioni e Fermate dovranno essere commisurati ai dati di frequentazione prevedibili (da valutare, in mancanza di analisi trasportistiche, con metodi comparativi) e rapportati agli specifici contesti localizzativi rispetto alle seguenti principali configurazioni e tipologie individuate.

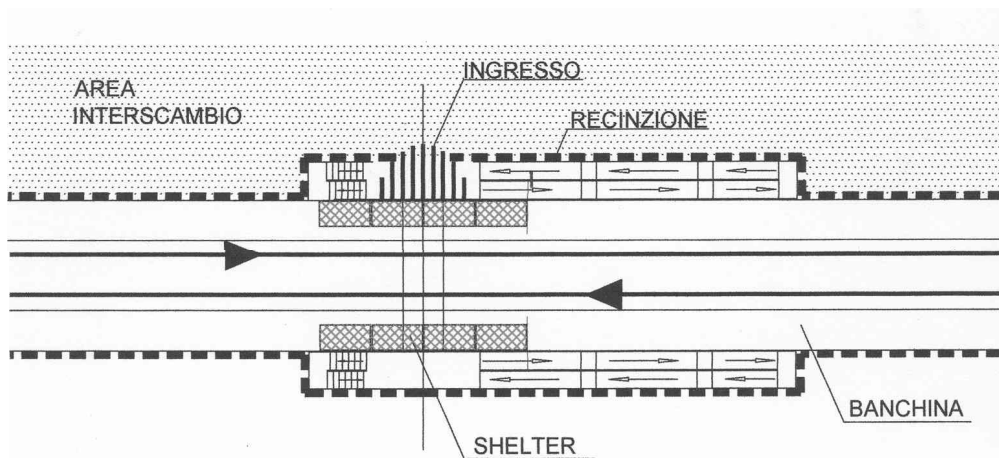
Le configurazioni prese in esame sono relative a impianti di "transito", in termini di posizione rispetto alla linea, in quanto le pi  diffuse. Altre possibili configurazioni relativamente alla posizione (impianti di testa, diramazione, isola, incrocio, ecc), possono essere valutate per analogia.

Principali configurazioni di impianti in funzione della presentazione prevedibile e del tipo di linea.

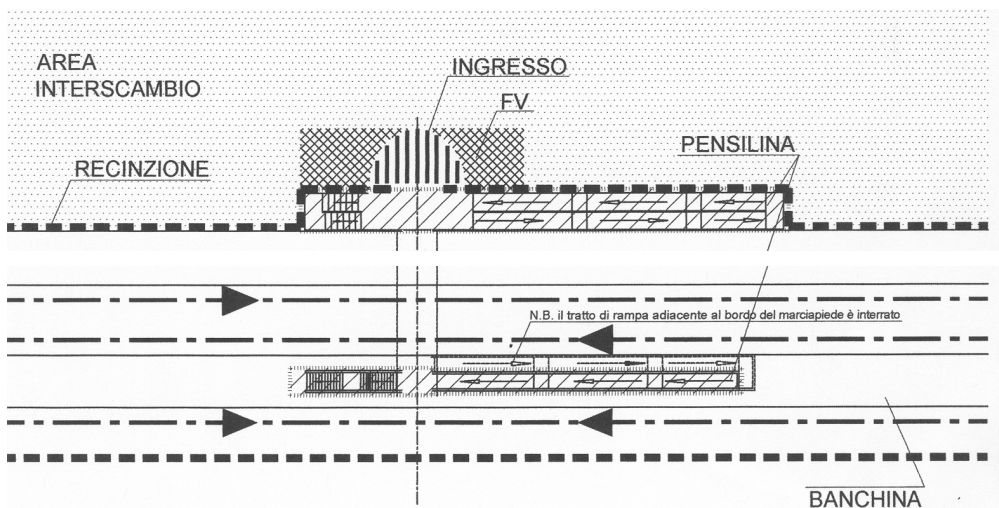
1. Fermata su linea a semplice binario (*Bronze*)



2. Fermata su linea a doppio binario (*Bronze*)

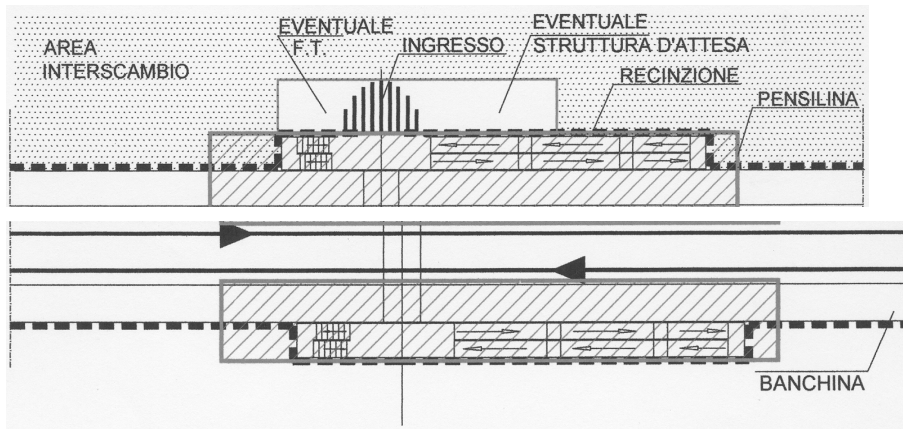


3. Stazione su linea a semplice o doppio binario (*Bronze*)



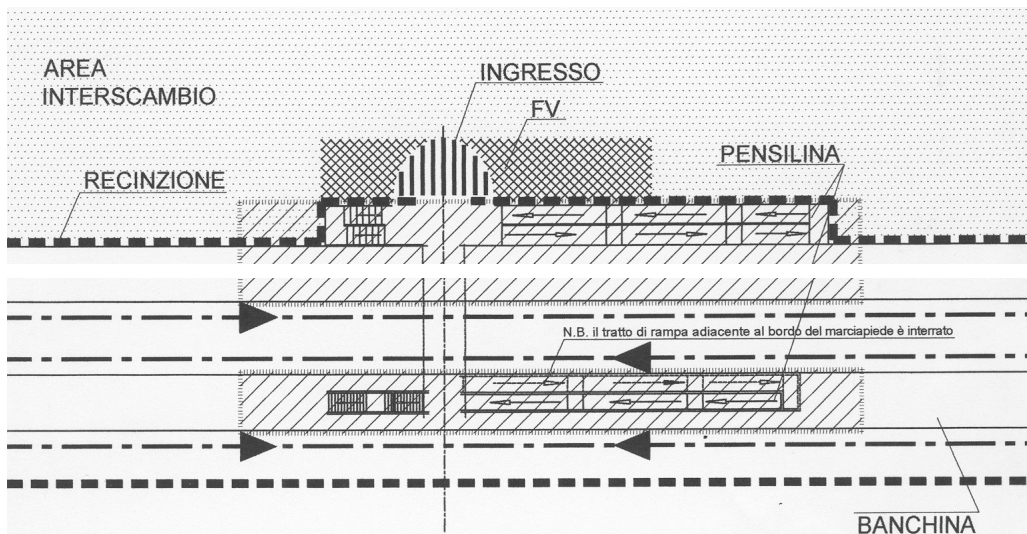
Gli impianti di tipo 1, 2 e 3 sono finalizzati al servizio per il traffico regionale con bassa frequentazione (<200 v/g ovvero < 400V/G) prevalentemente svolto sulla rete complementare.

**4. Fermata di tipo metropolitano- regionale su linea a doppio binario (Silver)**



Gli impianti di tipo 4 sono finalizzati al servizio per il traffico metropolitano-regionale (frequentazione > 200 v/g ovvero > 400 V/G) prevalentemente svolto nell’hinterland di aree urbane.

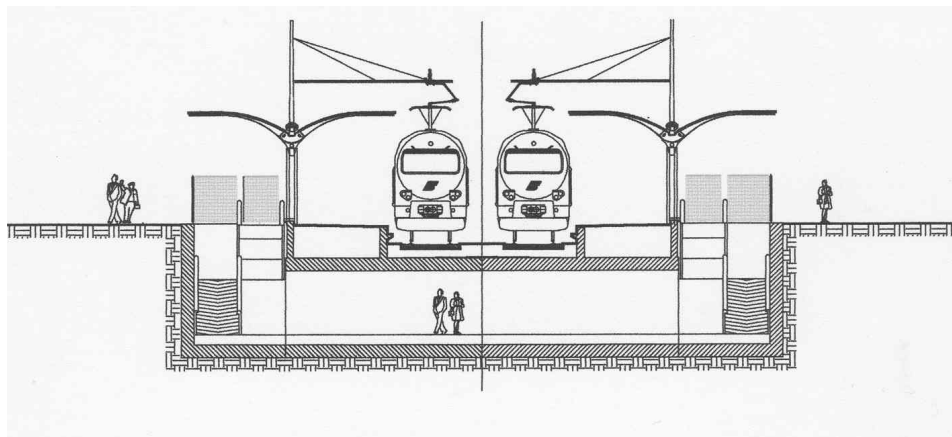
**5. Stazione su linea a semplice o doppio binario (Silver)**



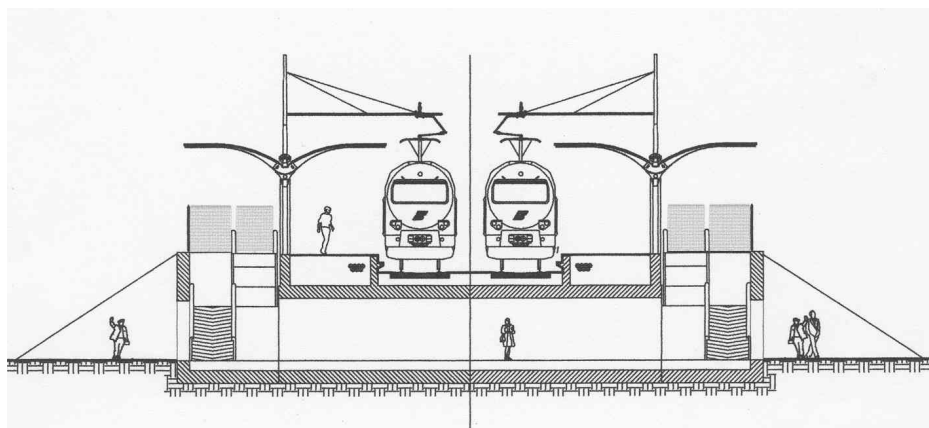
Gli impianti di tipo 5 sono finalizzati a servizi per breve, media e lunga percorrenza con frequentazione > 200 v/g ovvero 400 V/G

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI ACCESSO ALL' IMPIANTO.

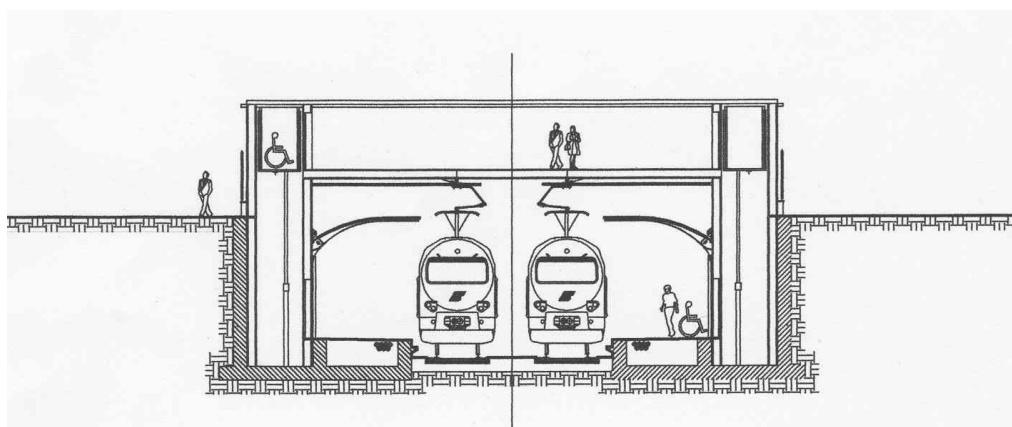
A) Accessi a livello del piano del ferro



B) Accessi a quota inferiore al piano del ferro (impianto posto su rilevato o viadotto)



C) Accessi a quota superiore al piano del ferro (impianto posto in trincea)



## CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI FUNZIONALI

### **Localizzazione in base alle caratteristiche della linea**

Le nuove stazioni e fermate saranno ubicate preferibilmente su tratte di linea in piano e rettilineo al fine di limitare i disagi ai viaggiatori nelle fasi di salita e discesa dalle carrozze. Laddove ciò non fosse possibile, verranno adottate le limitazioni ammesse dalle specifiche normative.

*(Prescrizioni per la compilazione dei progetti FS Servizio Lavori e Costruzioni 1986, Specifiche Tecniche Interoperabilità - sottosistema infrastruttura 2002 732 CE)*

### **Applicazione di specifiche funzionali**

Le specifiche funzionali relative al: piano di stazione, modulo binari, lunghezza e numero marciapiedi, presenza eventuali binari di sosta e scalo, fabbricati, servizi e accessi, dovranno essere fornite dalla competente Direzione Compartimentale Movimento.

### **Accessibilità**

Le nuove stazioni e fermate dovranno prevedere il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali in base alle linee guida (indicate nella parte 1.1) ed alle specificazioni appresso indicate.

Almeno un percorso totalmente accessibile dall'ingresso o dai punti d'interscambio, se presenti, dovrà collegare tutti i principali servizi dell'impianto fino ai binari, consentendone la fruizione da parte di persone con disabilità motorie e sensoriali. Tale percorso, fatta eccezione per le porte per le quali valgono le specifiche norme, dovrà in ogni caso avere una larghezza netta non inferiore a 1,60 m ed un'altezza libera da ostacoli non inferiore a 2,30 m.

### **Materiali di finitura**

I materiali di finitura, di comprovata rispondenza a caratteristiche di durata e resistenza, dovranno consentire facili operazioni di manutenzione, pulizia e rimozione di imbrattamenti (anche attraverso l'uso di trattamenti preventivi antigraffiti)

## PIAZZALE ESTERNO: AREA D'INTERSCAMBIO MODALE

### **A-Impianti localizzati in ambito urbano o in prossimità di insediamenti minori**

In adiacenza alle stazioni e fermate saranno di norma localizzate, in base ad accordi specifici con gli Enti Locali, aree d'interscambio modale costituite da: parcheggi per auto, moto e biciclette, viabilità interna area interscambio, corsie kiss and ride e taxi, percorsi pedonali, sistemazione a verde, arredo urbano e illuminazione.

Il dimensionamento di tali aree richiederebbe l'analisi della mobilità locale. Questa è condizionata da numerosi fattori tra cui: viabilità esistente, distanze centri limitrofi, localizzazione del terziario rispetto alla viabilità. Per tanto, il numero dei posti macchina, da realizzare nelle quantità necessarie, è legato alle specifiche situazioni locali, agli standard urbanistici, ai flussi ipotizzabili di utilizzatori in funzione delle altre

modalità di trasporto eventualmente presenti (autobus, tram, metro ecc.) ed alle superfici a disposizione.

#### **B- Impianti localizzati in ambito extraurbano distanti da insediamenti**

In adiacenza alle stazioni e fermate saranno di norma localizzati parcheggi per auto, moto e biciclette, viabilità interna di accesso, percorsi pedonali, sistemazione a verde, arredo urbano e illuminazione.

Per il dimensionamento, considerata l'inesistenza di standard urbanistici specifici per gli interscambi ed in mancanza, nei singoli casi, di indicazioni da parte degli Enti Locali, si ritiene utilizzabile lo standard fissato dal DM n.1444 del 02.04.1968 per i nuovi insediamenti di carattere commerciale e direzionale. Detto DM prescrive ogni 100 mq di superficie edificata lorda di pavimento 80 mq di superficie libera di cui almeno 40 mq di superficie per parcheggi (con esclusione della sede stradale). Assimilando la superficie del F.V. e delle zone d'attesa (banchine di stazione) alla superficie edificata lorda di pavimento e aggiungendo, relativamente ai fabbricati presenti nell'impianto, quella prevista per i parcheggi privati (Legge 122/1989 art.2), che fissa 1 mq ogni 10 mc di costruzione, si ottiene l'area da destinare a parcheggi.

Per ogni posto macchina si considerano 27 mq comprensivi degli spazi di manovra.

Per entrambe le situazioni di localizzazione di impianto (A e B) suddette, dovranno di norma essere presenti :

Accessi a eventuali percorsi di collegamento con altre modalità

posti per auto private

posti auto accessibili a disabili motori ( 1 ogni 50 posti e minimo 2 )

posti moto

posti biciclette

spazio o corsia nei pressi dell'accesso kiss and ride e taxi

ingresso e spazio mezzi emergenza

Per quanto riguarda la sistemazione di aree a verde, pavimentazioni pedonali e arredo urbano, si raccomanda di limitarne l'estensione alle quantità strettamente necessarie alla fruibilità dell'impianto con soluzioni progettuali tendenti ad ottimizzare l'uso delle superfici.

PIAZZALE INTERNO:

MARCIAPIEDI DI STAZIONE

#### **Dotazione**

Ogni binario dovrà essere di norma servito da un solo marciapiede ad uso dei viaggiatori.

Eventuali marciapiedi di servizio saranno interdetti ai viaggiatori.

#### **Dimensionamento**

Per il dimensionamento, in relazione ai flussi dei viaggiatori, si può considerare orientativamente il valore di 1 mq/viaggiatore (4). Le suddette superfici sono definite al netto della fascia di sicurezza (zona tra striscia gialla e ciglio)

#### **Altezza dei marciapiedi**

I marciapiedi ad uso dei viaggiatori avranno di norma altezza di 550 mm sul piano di rotolamento in conformità alle specifiche prescrizioni indicate al punto 1.3. Particolari situazioni, contemplate dalle predette prescrizioni, consentiranno altezze tradizionali di 250 mm.

Eventuali marciapiedi di servizio avranno altezza di 250 mm.

#### **Lunghezza dei marciapiedi**

I marciapiedi per il servizio viaggiatori avranno di norma lunghezze standard pari a 125 m, 250 m, 400 m in funzione della tipologia di traffico.

#### **Larghezza dei marciapiedi**

La larghezza corrente è commisurata ai flussi previsti (dimensionamento), alle dimensioni delle fasce di sicurezza (in funzione della velocità della linea) e agli ingombri degli ostacoli fissi e dalle relative distanze dalla striscia gialla. Per le configurazioni di impianto individuate dalle presenti linee guida vengono indicate nella parte IV le larghezze correnti minime.

Preferibilmente la larghezza corrente dovrebbe essere utilizzata per l'intero sviluppo longitudinale, tenendo debitamente conto di ingombri per scale/rampe/ascensori e di ostacoli fissi (pilastri, pali ecc), per i quali valgono i franchi minimi appresso indicati. Nei marciapiedi laterali sono preferibili soluzioni con allargamenti (lato recinzione) per ingombri quali scale e rampe. Eventuali restringimenti della larghezza, realizzabili esclusivamente nelle parti terminali dei marciapiedi, dovranno rispettare comunque le dimensioni minime fissate dalle specifiche prescrizioni (*nota*

*Responsabile Divisione Infrastruttura R/9904790/P del 26-7-1999*) e consentire, all'interno delle fasce di sicurezza e al netto dell'ingombro di eventuali ostacoli fissi, il transito di viaggiatori per una larghezza minima di 1,60 m.

#### **Distanza minima tra striscia gialla (bordo lato interno marciapiede) e l'ostacolo fisso (D):**

Ostacolo di lunghezza massima (misurata parallelamente al binario) di 1,00 m, D1 = 0,90 m

Ostacolo di lunghezza massima (misurata parallelamente al binario) di 10,00 m, D2 = 1,20 m

Ostacolo di lunghezza superiore (misurata parallelamente al binario) a 10,00 m, D3 = 1,60 m

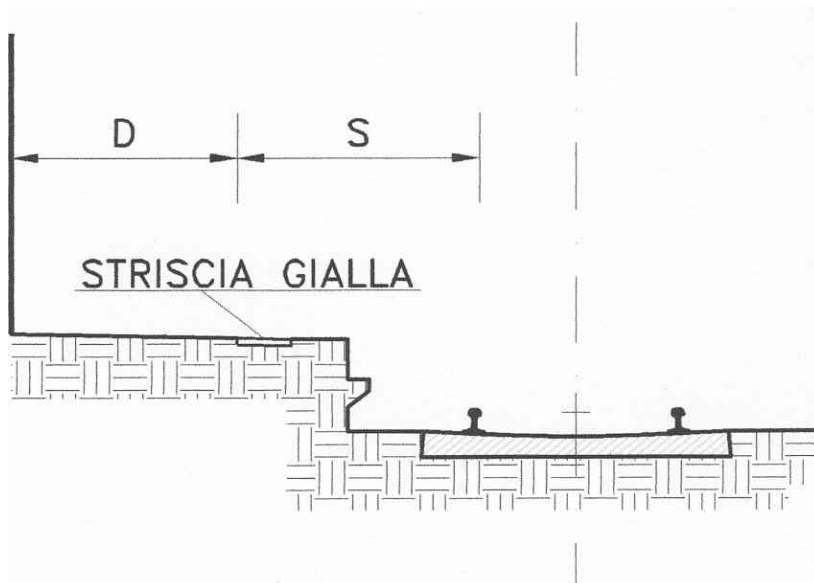
Tali distanze tengono conto delle norme nazionali ed europee relative a percorsi pubblici in materia di superamento delle barriere architettoniche.

Distanze differenti dalle suddette, ovvero D2=0,90 m e D3=1,50 m conformi soltanto alle norme italiane (DM 236-1989), potranno essere applicate esclusivamente in impianti localizzati su linee non interessate dall'Interoperabilità Ferroviaria.

#### **Distanza tra la striscia gialla e il bordo interno delle rotaie più vicina (S) (ciglio gradino di servizio di**

altezza 250 mm dal piano di rotolamento per marciapiedi H550 o ciglio marciapiedi H250):

in funzione delle velocità della linea (*nota Responsabile Divisione Infrastruttura R/9904790/P del 26-7-99*)



**Caratteristiche di accessibilità (barriere architettoniche e sensoriali)**

I marciapiedi dovranno essere conformi alle linee guida ed alle note di aggiornamento (indicate nella parte 1.3) e dotati di:

pavimentazioni con caratteristiche antisdrucciolo e di discontinuità secondo norme DM236 -1989

percorsi tattili e mappe tattili per disabili visivi

striscia gialla tattile per segnalare la fascia di sicurezza e le estremità terminali del marciapiede (da posizionare in conformità alla nota citata al punto precedente)

## PERCORSI E ACCESSI INTERNI ALL'IMPIANTO

In aggiunta a quanto riportato al punto III.1.1 relativamente all'accessibilità (superamento delle barriere architettoniche e sensoriali) i percorsi e gli accessi, sia per il pubblico che di servizio, dovranno essere conformi alle norme per le vie di esodo per la sicurezza antincendio.

La larghezza dei percorsi, commisurata ai flussi, dovrà essere multipla di  $M$  ( $M = 60$  cm), con un minimo per un solo modulo di 80 cm.

All'interno dei percorsi, eventuali dispositivi di illuminazione o altre sporgenze (ad es. elementi di segnaletica trasversale a bandiera e/o a soffitto) dovranno essere posizionati ad un'altezza dal pavimento non inferiore a 2,30 m nelle zone frequentate dal pubblico e 2,20 m nelle altre.

Eventuali porte presenti dovranno essere di altezza non inferiore a 2,10 m, di larghezza adeguata ai flussi e caratteristiche corrispondenti alle norme di cui sopra.

## STRUTTURE PER IL SUPERAMENTO DEI DISLIVELLI

### Scale

Per tutte le tipologie sono da prevedersi scale (una scala per ogni marciapiede e per ogni sottopassaggio o passerella aerea)

La larghezza delle scale, commisurata ai flussi, sarà multipla di  $M$  ( $M = 60$  cm) e comunque non inferiore a 180 cm. Larghezze inferiori (minimo 120 cm) potranno essere ammesse soltanto per impianti con bassa frequentazione e localizzati su linee non interessate dall'Interoperabilità Ferroviaria.

Le dimensioni, e le caratteristiche dei gradini, dei pianerottoli e dei corrimano dovranno essere conformi alle norme per il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali (codici tattili) e delle vie di esodo per la sicurezza antincendio.

### Rampe

Per tutte le tipologie sono da prevedersi rampe accessibili ai disabili con sedia a ruote (una rampa per ogni marciapiede e per ogni sottopassaggio o passerella aerea)

La larghezza delle rampe, commisurata ai flussi, sarà multipla di  $M$  ( $M = 60$  cm) e comunque non inferiore a 180 cm. Larghezze inferiori (norme nazionali DM 236-1989) potranno essere ammesse soltanto per impianti con bassa frequentazione e localizzati su linee non interessate dall'Interoperabilità Ferroviaria.

### Piattaforme elevatrici e ascensori

Per le tipologie munite di passerella aerea (es. impianti in trincea), e soltanto nei casi ove l'effettiva condizione dei dislivelli da superare sconsiglia l'uso di rampe (percorso eccessivamente lungo), potranno essere installate piattaforme elevatrici o ascensori.

La presenza di elevatori comporta l'installazione di sistemi di allarme con collegamento citofonico e di video-sorveglianza con postazioni di controllo in stazione o in altre località.

Le piattaforme elevatrici e gli ascensori dovranno essere conformi alle specifiche norme tecniche e di esercizio ed a quelle per il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali.

Almeno due lati degli involucri esterni e delle cabine dei suddetti elevatori dovranno essere di superficie trasparente.

## SOTTOPASSAGGI

I sottopassaggi a servizio dei viaggiatori potranno essere ad uso specifico dell'impianto oppure, in base a convenzioni con i Comuni, ad uso promiscuo (collegamento con i binari e collegamento urbano mediante accessi diretti su spazi al di fuori della stazione). Nel secondo caso dovranno prevedersi sistemi di separazione (cancelli) da ubicare opportunamente per gli orari di chiusura dell'impianto ferroviario.

La larghezza dei sottopassaggi, commisurata ai flussi, dovrà essere multipla di  $M$  ( $M = 60$  cm) e comunque non inferiore a 3,00 m

L'altezza netta dal pavimento al soffitto dovrà essere non inferiore a 2,50 m.

L'ubicazione di dispositivi impiantistici e di illuminazione, macchine erogatrici, arredi pubblicitari, segnaletica, ecc. dovrà consentire il fluido e sicuro transito dei viaggiatori attraverso un "corridoio libero da ostacoli" di altezza non inferiore a 2,30 m e di larghezza minima di 2,40 m. Elementi di segnaletica fissa e variabile disposti longitudinalmente, lungo le pareti della canna del sottopassaggio dovranno essere posizionati ad un'altezza dal pavimento non inferiore a 2,10 m.

I sottopassaggi dovranno essere conformi alle norme per il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali e delle vie di esodo per la sicurezza antincendio.

## PASSERELLE AEREE

Eventuali passerelle aeree che, a causa della particolare conformazione dell'impianto (es. fermata in trincea con accesso dall'alto), si dovessero rendere necessarie in sostituzione dei sottopassaggi (Tipologia accesso C , parte II.1.2), quando non avviabili attraverso un percorso alternativo viario, saranno posizionate con un'altezza minima dal p.d.r. all'intradosso delle strutture orizzontali prevista in funzione del tipo alimentazione della linea (corrente continua o corrente alternata):

- per impalcato su linee a corrente alternata l'altezza non deve essere inferiore a 7,20 m
- per impalcato su linee a corrente continua l'altezza può variare dal valore minimo di 5,91 al valore massimo di 6,78 m, in funzione di diversi fattori (distanza fra l'asse dell'impalcato e l'asse della corda che regge i fili di contatto, campata delle corda, larghezza e obliquità dell'impalcato).

Per la determinazione delle suddette altezze cui si rimanda al Manuale di progettazione "Ponti"- punto 3- Prescrizioni tecniche per i cavalcaferrovia - RFI - Direzione Investimenti -Ingegneria Civile).

La larghezza, commisurata ai flussi, dovrà essere multipla di  $M$  ( $M = 60$  cm) e comunque non inferiore a 3,00 m.

La copertura dovrà avere un'altezza minima dal pavimento di 2,30 m.

L'ubicazione di dispositivi impiantistici e di illuminazione, macchine erogatrici, arredi pubblicitari,

segnaletica, ecc. dovrà consentire il fluido e sicuro transito dei viaggiatori attraverso un “corridoio libero da ostacoli” di altezza non inferiore a 2,30 m e di larghezza minima di 2,40 m. Elementi di segnaletica fissa e variabile disposti longitudinalmente, lungo le pareti della passerella, dovranno essere posizionati ad un'altezza dal pavimento non inferiore a 2,10 m.

Lateralmente dovranno essere previste delle protezioni, tali da impedire il lancio di oggetti o il contatto con impianti T.E., di altezza complessiva non inferiore a 2,00 m. Le protezioni dovranno avere superficie chiusa (cieca o trasparente) per un'altezza minima di 1,00 m dal pavimento e nel caso fossero dotate, per la parte superiore, di elementi forati (es. grigliato), questi saranno dotati di una maglia di dimensioni non superiori a 30 x 30 mm.

Le passerelle aeree dovranno essere conformi alle norme per il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali e delle vie di esodo per la sicurezza,

## STRUTTURE PER LA PROTEZIONE DEI VIAGGIATORI

Elementi modulari di copertura e protezione (shelters)

Elementi modulari coperti per la protezione dei viaggiatori, disposti sui marciapiedi, saranno utilizzati per le fermate con bassa frequentazione. Tali elementi potranno essere utilizzati singolarmente o aggregati .

L'elemento modulare minimo avrà lunghezza di circa 6,00 m e profondità di circa 2,00 m e sarà dotato di paramenti laterali antivento e attrezzato con: sedute, bacheca orari A/P, illuminazione, diffusione sonora, cestino porta rifiuti, predisposizione per emettitrice, obliteratedrice biglietti. Dovrà essere disponibile uno spazio adeguato per l'attesa di un disabile con sedia a ruote.

I paramenti laterali avranno dimensioni di circa 1,00 m, compatibili con le distanze minime tra striscia gialla (bordo lato interno marciapiede) e l'ostacolo fisso per il passaggio dei viaggiatori.

L'altezza minima della copertura dal pavimento non dovrà essere inferiore a 2,30 m. Il bordo di estremità della copertura, lato binario, dovrà essere opportunamente distanziato dal filo corrispondente con il ciglio del marciapiede ed essere comunque contenuto all'interno della striscia gialla di sicurezza.

## PENSILINE

Le pensiline avranno lunghezza tale da coprire essenzialmente la zona di accesso e attesa non ché le scale e le rampe nel caso di presenza di sottopassaggio (ove specificato nella parte IV).

La lunghezza massima, in base alla conformazione delle aree suddette, non dovrà superare i 70,00 m. Le pensiline avranno preferibilmente caratteristiche di modularità in modo tale da consentire eventuali accrescimenti successivi.

Le dimensioni relative all'altezza dell'intradosso della copertura dal p.d.r. e della sporgenza di questo dal filo corrispondente al bordo banchina, dovranno rispettare le circolari ( FS - Dipartimento Potenziamento e Sviluppo S.OC/S 3870 del 23/7/90 e FS - Servizio Lavori e Costruzioni - Circolare n° 5/5.2 del 11/11/63 ) .

Gli ingombri delle pensiline dovranno comunque essere in conformità ai P.M.O. delle specifiche tratte di linea consentendo il libero transito delle sagome ammesse.

## RECINZIONE E ACCESSI ALL'IMPIANTO

Le fermate e le stazioni saranno protette dall'intrusione mediante adeguate recinzioni disposte lungo i confini aventi altezza, dal piano della pavimentazione esterna, non inferiore a 1,80 m.

Gli accessi sia per il pubblico che di servizio dovranno consentire il sicuro esodo degli utilizzatori, in conformità alle norme per il superamento delle barriere architettoniche e sensoriali e delle vie di esodo per la sicurezza antincendio, saranno muniti di cancelli per la chiusura dell'impianto nelle ore di disabilitazione e per l'ingresso dei mezzi di soccorso.

Eventuali dispositivi automatici di chiusura da posto remoto dovranno essere supportati da sistemi di controllo (videosorveglianza).

FABBRICATO VIAGGIATORI, FABBRICATO SERVIZI ACCESSORI,  
FABBRICATO TECNOLOGICO, ALTRI FABBRICATI

**Fabbricati Viaggiatori e Strutture d'Attesa** saranno previsti esclusivamente per le configurazioni indicate al punto II.1.1 e con le superfici e dotazioni indicate nella parte IV. Ulteriori funzioni particolari potranno essere previste secondo indicazioni specifiche da parte delle Direzioni

Compartimentali Movimento e Infrastruttura e, nel caso di posti/presidii Polfer, della S.O.

Protezione Aziendale della Direzione Personale e Organizzazione.

Per il dimensionamento degli ambienti dedicati all'attesa (atrio-attesa, zone attesa protetta), le superfici indicate nella parte IV sono state individuate, per le configurazioni in esame, in base a previsioni di frequentazione nell'orario di punta (7).

Principali tipologie di F.V. in funzione della loro posizione rispetto al piazzale interno:

- F.V. laterale (piazzale binari su linea di transito o terminale)
- F.V. a ponte (piazzale binari su linea di transito)
- F.V. sotterraneo (piazzale binari su linea di transito o terminale)
- F.V. su viadotto (piazzale binari su linea di transito o terminale)
- F.V. sotto viadotto (piazzale binari su linea di transito o terminale)
- F.V. di testa (piazzale binari su linea terminale).

Fabbricati Tecnologici e Cabine Elettriche, ove occorrenti avranno caratteristiche di modularità e saranno dimensionati secondo le necessità indicate nella parte IV.

Fabbricati Servizi Accessori ed Altri Fabbricati da destinare a particolari funzioni e attività per:logistica, esercizio ferroviario, imprese di trasporto, diverse modalità di trasporto, polizia, ed altro, sono da considerare come casi progettuali specifici.

## SERVIZI IGIENICI PER IL PUBBLICO

Nei casi ove ne è prevista la presenza (punto 1.8), i servizi igienici dovranno essere conformi alle linee guida indicate al punto 1.1.

## ILLUMINAZIONE

### **Aree di accesso, aree interne**

Il livello minimo di illuminamento a pavimento dovrà essere non inferiore a 100 Lux.

Il livello minimo di illuminamento a pavimento dei sottopassaggi e delle scale e rampe di collegamento dovrà essere non inferiore a 120 Lux.

### **Aree sottopensilna**

il livello minimo di illuminamento a pavimento dovrà essere non inferiore a 70 Lux.

### **Aree scoperte**

Nei tratti di marciapiedi di stazione e altre aree al pubblico scoperte, l'illuminamento medio a pavimento non dovrà essere inferiore a 20 Lux e non superiore a 50 Lux, con un valore minimo comunque non inferiore a 10 Lux

Nella direzione del senso di marcia dei treni occorre evitare qualsiasi intensità luminosa che abbia interferenze con la guida e con la segnaletica di marcia.

### **F.V. e altri fabbricati**

Nei casi ove ne è prevista la presenza (punto 1.8), detti fabbricati dovranno essere conformi alle linee guida indicate al punto 1.1.

In tutti i casi occorre prevedere luci di emergenza.

## SEGNALETICA A MESSAGGIO FISSO

La tipologia e la dislocazione degli elementi segnaletici a messaggio fisso per l'orientamento, l'informazione e per la sicurezza e divieto saranno conformi alle specifiche istruzioni (Manuale segnaletico e successive integrazioni) come indicato al punto 1.1 nonché alla cartellonistica antincendio secondo le norme nazionali vigenti.

## SEGNALETICA A MESSAGGIO VARIABILE E DIFFUSIONE SONORA

La tipologia e la dislocazione degli elementi segnaletici per l'informazione visiva a messaggio variabile e i

dispositivi per la diffusione sonora saranno conformi alle specifiche istruzioni (Manuale Segnaletico e successive integrazioni e TT753) indicati al punto 1.1.

## ARREDO

Dovranno prevedersi :

Sedute e appoggi ischiatici per zone d'attesa interne (FV) secondo linee coordinate di arredo, dovranno essere dotate di braccioli o elementi di interruzione tra i posti e avere sostegni di piccolo ingombro fissati a pavimento)

Sedute e appoggi ischiatici per zone d'attesa sottopensilina o all'interno di shelter, secondo linee coordinate di arredo, dovranno essere fissate al pavimento o alla struttura.

Sedute in zona d'attesa esterne: potranno prevedersi ulteriori sedute o panche realizzate in continuità con elementi architettonici d'arredo.

Portarifiuti (di tipologia per raccolta comune o differenziata), secondo linee coordinate di arredo urbano ed in base alle prescrizioni fissate da S.O. Protezione aziendale della Direzione Personale e Organizzazione.

Arredo pubblicitario: predisposizione di spazi per elementi di arredo pubblicitario secondo i criteri espressi nelle linee guida (Arredo pubblicitario per le stazioni FS -Divisione infrastruttura 1999).

## VIDEOSORVEGLIANZA

I sistemi di videosorveglianza e relativi dispositivi, se previsti, dovranno essere concordati con la competente Direzione Compartimentale Movimento e con la S.O. Protezione Aziendale della Direzione Personale e Organizzazione.

## TORNELLI CONTROLLO ACCESSI

Nelle fermate/stazioni per servizio metropolitano-regionale potrebbe essere richiesto, dalle imprese di trasporto, l'impiego di tornelli.

Per tanto, nelle configurazioni indicate nella parte IV, si dovranno predisporre spazi adeguati e protetti per consentirne l'eventuale successiva installazione.

I tornelli dovranno essere in numero adeguato ai flussi e comunque non inferiore a 3 per l'accesso e 3 per l'uscita di cui uno, per ogni direzione, di dimensioni e tipologia fruibile da disabili su sedia a ruote. La dislocazione dei tornelli non dovrà intralciare il deflusso in emergenza né l'ingresso dei mezzi di soccorso.

## PREVENZIONE INCENDI

Svolgendosi nelle piccole stazioni ferroviarie attività normalmente non disciplinate da una norma specifica da parte del Ministero dell'Interno ai sensi della legge 18/7/1980 n. 406, D.P.R. 29/7/1982 n. 577 e D.P.R. 37/1998, si adotteranno misure di carattere generale ai sensi del D.M. 30/11/1983 (Termini, definizioni

generali e simboli grafici di prevenzione incendi), dell'O.d.S. n. 102 - Bollettino

Ufficiale FS n. 24 del 31/12/1988 - (come integrato dalle Linee Guida di Prevenzione incendi e antincendio emanate il 9/12/2005 dalla Direzione Personale e Organizzazione con nota RFI-DPOSL\A0011\P\2005\607), del D.M. 10/3/1998 e norme correlate (relative ad esempio a: estintori, naspi, allarmi antincendio, P.E., ecc.).

Nelle tipologie considerate nella seguente parte IV si dovranno prevedere ai fini della prevenzione incendi, tutti o in parte, gli impianti sottoelencati, dimensionati secondo un progetto antincendio funzionale al Piano di emergenza e di evacuazione, da presentare in caso di grave pericolo d'incendio, al Comando prov.le dei Vigili del fuoco al fine dell'ottenimento del Parere come previsto dall'art. 33 L.191/1974 (anche nel caso in cui siano presenti attività soggette al controllo dei VV.F (es. caldaia).

Sarà cura dell'eventuale futuro gestore privato di attività soggette al controllo dei VV.F. (D.M. 16/2/1982) richiedere a valle del Parere art. 33 L. 191/1974, se necessario, il Certificato di Prevenzione Incendi (C.P.I.).

in presenza di fabbricati e/o parcheggio, impianto di spegnimento manuale, portatile o fisso, con anello idrico antincendio;

in presenza di locali tecnologici, impianto di spegnimento automatico e di rivelamento con allarme locale e remotizzati;

impianto luce di emergenza e di sicurezza;

cartellonistica indicante le dotazioni antincendio, le vie di esodo e gli ingressi mezzi di soccorso ed emergenza;

impianto citofonico remotizzato al posto movimento più vicino, per segnalazione di emergenze.

#### RISPARMIO ENERGETICO

Nelle tipologie e conformazioni previste, laddove fossero presenti fabbricati si dovrà porre attenzione al contenimento energetico attraverso i seguenti accorgimenti nella progettazione:

impiego e integrazione di tecnologie bioclimatiche di approvvigionamento attivo (impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica e utilizzo di solare termico per la produzione di acqua calda, previa valutazione del vantaggio economico e procedure d'incentivazione nelle specifiche situazioni locali;

controllo della gestione energetica attraverso dispositivi di limitazione dei consumi;

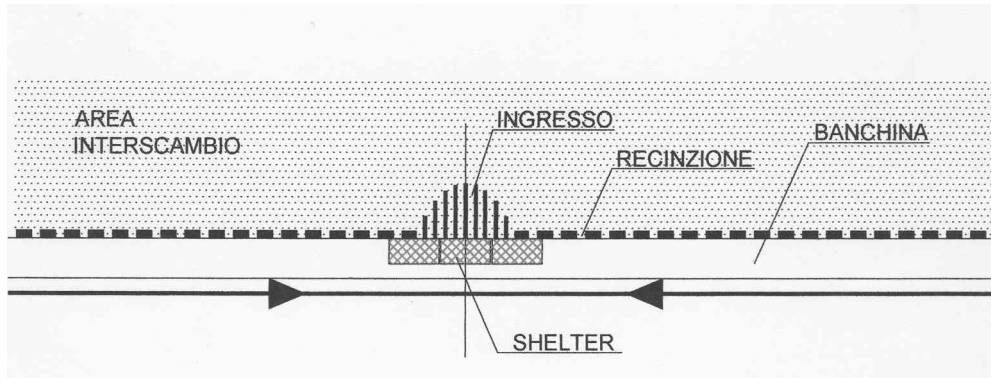
isolamento termico con materiali a bassa trasmittanza, uso di materiali altamente isolanti, contenimento dei ponti termici;

interventi per il controllo della radiazione entrante e dell'ombreggiamento in estate tramite l'uso di vetri selettivi, aggetti e sistemi di schermatura solare.

Anche per le pensiline e gli shelters, in base a vantaggiose condizioni di soleggiamento di queste rispetto ai siti, si potranno utilizzare tipologie coordinate con pannelli fotovoltaici.

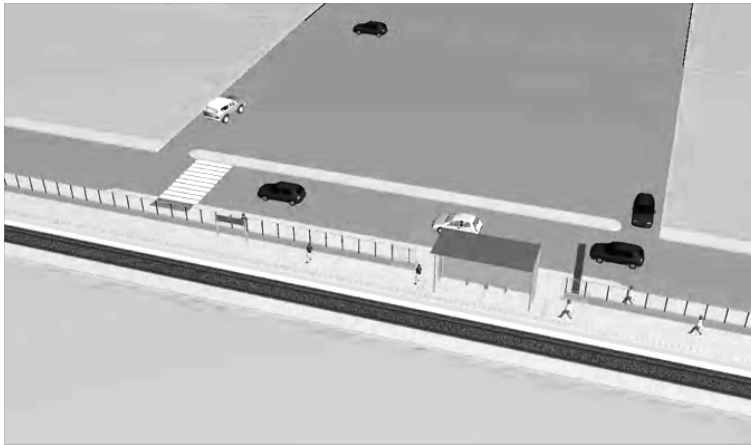
#### DIMENSIONAMENTO E DOTAZIONE DEGLI ELEMENTI FUNZIONALI PER OGNI CONFIGURAZIONE E TIPOLOGIA D'ACCESSO

**Classe 1A: Fermata per bassa frequentazione. su linea a semplice binario (Bronze)**

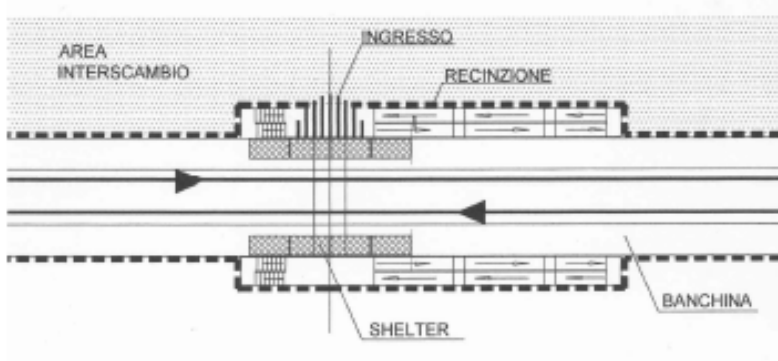


- a- Area d'interscambio modale (punto III.1.2).
  - b- Marciapiede laterale di larghezza corrente minima di 3,00 m (da incrementare in funzione delle fasce di sicurezza in rapporto alla velocità come indicato nella parte III.1.3.1) con opportune maggiorazioni per zone di attesa e accesso.
  - c- Protezioni per attesa modulari aggregabili (tipo shelter) di lunghezza minima di circa 6,00 m e profondità di circa 2,00 m con paramenti laterali di circa 1,00 m, attrezzate con: sedute, bacheca orari A/P, illuminazione, diffusione sonora, cestino portarifiuti, predisposizione per emmettitrice,obliteratrice biglietti.
  - d- Recinzione laterale e cancelli per chiusura accessi.
  - e- Strutture, percorsi e dispositivi accessibili ai clienti disabili.
  - f- Percorsi tattili e mappe tattili per disabili visivi.
  - g- Segnaletica a messaggio fisso.
  - h- Individuazione accesso fermata mediante monolito con iscrizione nome località o portale o altra struttura con iscrizione con lettere singole.
  - i- Illuminazione fermata.
  - j- Rastrelliere per bici.
  - k- Videosorveglianza in base a specifici programmi di attrezzaggio linee con controllo da posto centrale.
  - m- Cabina elettrica: MT/BT, ENEL (da prevedere o meno in relazione alle modalità di fornitura dell'energia elettrica e della potenza richiesta per le funzionalità dell'impianto (illuminazione e forza motrice).
- Orientativamente la superficie da prevedere varia tra 15 e 30 mq .
- Per frequentazioni inferiori ai 50 v/g, prevedere un solo elemento di protezione per l'attesa (elemento c)
  - Per frequentazioni maggiori ai 50 v/g prevedere ulteriori elementi di protezione per l'attesa, orientativamente uno ogni 50 v/g

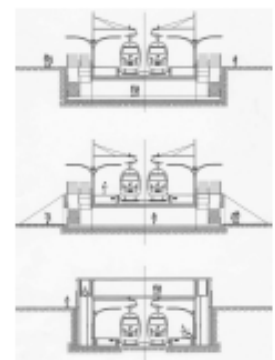
*F1. Esempio indicativo di impianto Bronze di classe 1°*



**Classe 2A/2B/2C: Fermata per bassa frequentazione su linea a doppio binario (Bronze)**



**Configurazione 2**



**Tipi accesso A-B-C**

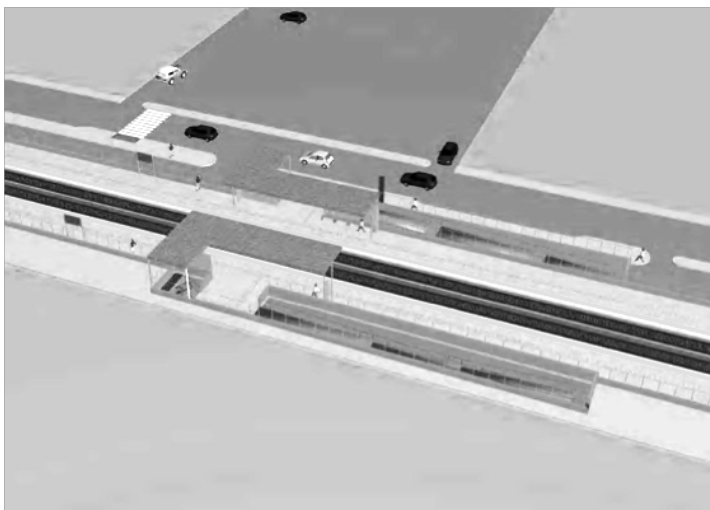
- a- Area d'interscambio modale (punto III.1.2).
- b- Marciapiedi laterali di larghezza corrente minima di 3,00 m (da incrementare in funzione delle fasce di sicurezza in rapporto alla velocità come indicato nella parte III.1.3.1) con opportune maggiorazioni per zone di attesa, accesso, scale e rampe (\*).
- c- Protezioni per attesa modulari aggregabili (tipo shelter) di lunghezza minima di circa 6,00 m e profondità di circa 2,00 m con paramenti laterali di circa 1,00 m, attrezzate con: sedute, bacheca orari A/P illuminazione, diffusione sonora, cestino portarifiuti, predisposizione per emmettitrice, obliteratrice biglietti.
- d- Recinzione laterale e cancelli per chiusura accessi.
- e- Strutture, percorsi e dispositivi accessibili ai clienti disabili.
- f- Percorsi tattili e mappe tattili per disabili visivi.
- g- Segnaletica a messaggio fisso.
- h- Individuazione accesso fermata mediante monolito con iscrizione nome località o portale o altra struttura con iscrizione con lettere singole.
- i- Illuminazione fermata.
- j- Rastrelliere per bici.
- k- Videosorveglianza in base a specifici programmi di attrezzaggio linee con controllo da posto centrale.
- l- Sottopassaggio (casi 2A e 2B) servito da scale coperte e rampe scoperte o passerella aerea coperta (caso 2C) servita da scale coperte e rampe coperte o piattaforme elevatrici. Accessi indipendenti ai due

marciapiedi laterali, dai rispettivi fronti, sono ammessi purchè collegati da un sottovia o cavalcavia, posto in prossimità dell'impianto, dotato di percorso pedonale conforme alle norme per il superamento delle barriere architettoniche.

m- Cabina elettrica: MT/BT, ENEL (da prevedere o meno in relazione alle modalità di fornitura dell'energia elettrica e della potenza richiesta per le funzionalità dell'impianto (illuminazione e forza motrice).

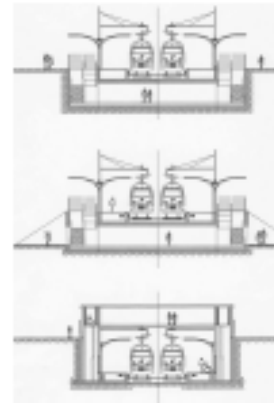
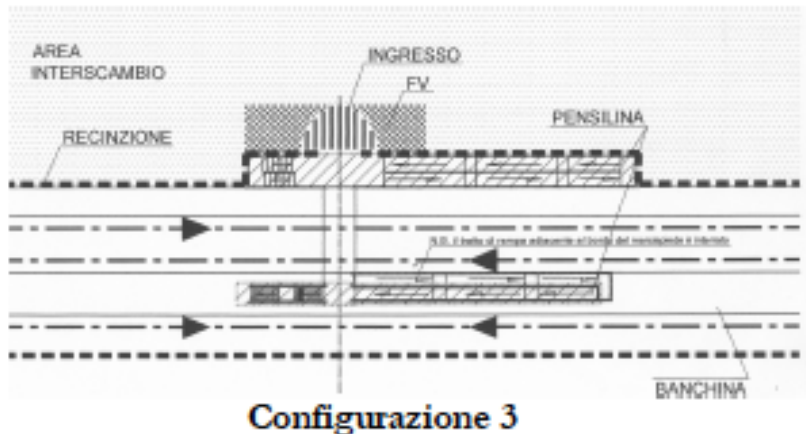
Orientativamente la superficie da prevedere varia tra 15 e 30 mq.

- Per frequentazioni inferiori ai 50 v/g prevedere un solo elemento di protezione per l'attesa
- Per frequentazioni maggiori ai 50 v/g prevedere ulteriori elementi di protezione per l'attesa, orientativamente uno ogni 50 v/g, oppure unica copertura di corrispondente superficie copertura.



F2. Esempio indicativo di impianto Bronze di classe 2°

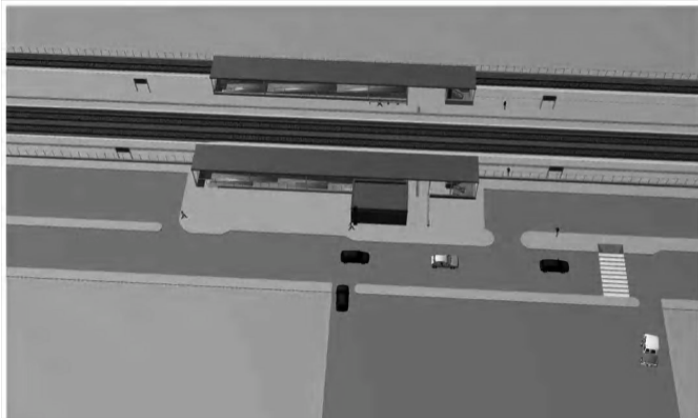
**Classe 3A/3B/3C: Stazione per bassa frequentazione su linea a semplice o doppio binario (Bronze)**



**Tipi accesso A-B-**

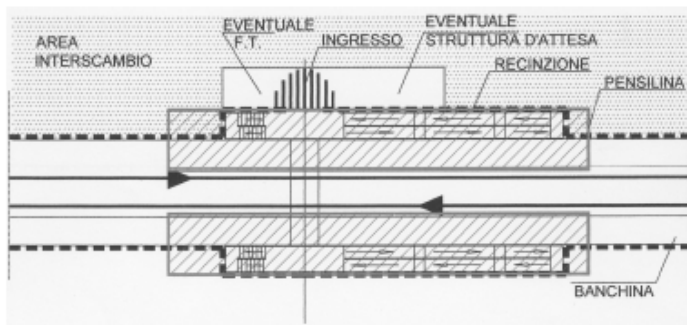
- a- Area d'interscambio modale (punto III.1.2)
  - b- Marciapiede/i laterale/i di larghezza corrente minima di 3,50 m con opportune maggiorazioni per zone di attesa, accesso, scale e rampe (\*) e marciapiede/i ad isola di larghezza corrente minima di 7,20 m (entrambi da incrementare in funzione delle fasce di sicurezza in rapporto alla velocità come indicato nella parte III.1.3.1).
  - c- Pensilina a parziale copertura della larghezza di ogni marciapiede e di lunghezza sufficiente a riparare le scale e le rampe fisse (max 70,00 m), con zona (in particolari condizioni climatiche) con paramenti laterali, attrezzata con sedute , bacheca orari A/P, illuminazione, diffusione sonora, cestini portarifiuti,
  - d- Recinzione e cancelli accessi.
  - e- Strutture, percorsi e dispositivi accessibili ai clienti disabili.
  - f- Percorsi tattili e mappe tattili per disabili visivi.
  - g- Segnaletica a messaggio fisso.
  - h- Individuazione accesso fermata mediante iscrizione nome località, con lettere singole, sul fronte F.V.
  - i- Illuminazione stazione.
  - j- Rastrelliere per bici.
  - k- Videosorveglianza in base a specifici programmi di attrezzaggio linee con controllo da posto centrale.
  - l- Sottopassaggio (casi 3° e 3B) servito da scale e rampe coperte o passerella aerea coperta (caso 3C) servita da scale coperte e rampe coperte o piattaforme elevatrici o ascensori.
  - m- Fabbricato Tecnologico o porzione di Fabbricato Viaggiatori per apparati e locali per l'esercizio ferroviario secondo le necessità della linea e dell'impianto concordate con le competenti Direzioni Compartimentali Movimento e Infrastruttura.
- Generalmente sono richiesti locali per: ENEL, Misure, MT/BT, Gruppo Elettrogeno, Centralina UPS, ACC oppure ACEI + Sala Relè, Dirigente Movimento (presenziabile) + servizio igienico, ed in alcuni casi SCC, TLC.
- Per i locali tecnologici sono da prevedere, in funzione delle dotazioni, impianti di condizionamento, ventilazione, rilevazione e spegnimento incendi.
- Orientativamente la superficie da prevedere è compresa tra 120 e 200 mq circa.
- n- Porzione di Fabbricato Viaggiatori contenente:
    - atrio-attesa dotato di bacheche orari A/P, bacheche avvisi e informazioni, diffusione sonora, sedute, cestini

portarifiuti, predisposizione per emettitrice e oblitteratrice biglietti, predisposizione distributrici bevande.  
- predisposizione impiantistica (allacci) per inserimento successivo servizi igienici e locali di deposito.  
Superficie complessiva di circa 80 mq (atrio-attesa circa 50 mq, servizi igienici circa 15 mq, ripostiglio circa 15 mq).

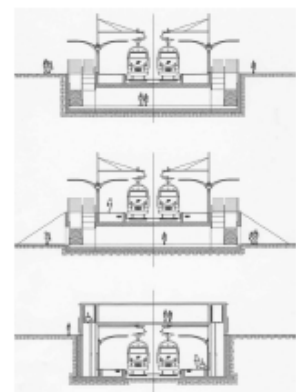


F3. Esempio indicativo di impianto Bronze di classe 3°

**Classe 4A/4B/4C: Fermata di tipo metropolitano-regionale su linea a doppio binario (Silver)**



**Configurazione 4**



**Tipi accesso A-B-C**

a-

Area d'interscambio modale (punto III.1.2).

b- Marciapiedi laterali di larghezza corrente minima di 3,50 m (da incrementare in funzione delle fasce di sicurezza in rapporto alla velocità come indicato nella parte III.1.3.1) con opportune maggiorazioni per zone di attesa, accesso, scale e rampe (\*).

c- Pensilina a totale copertura della larghezza di ogni marciapiede e di lunghezza sufficiente a riparare le scale e le rampe fisse (max 70,00 m), attrezzata con sedute, bacheca orari A/P, illuminazione, diffusione sonora, cestini portarifiuti, predisposizione per emettitrice oblitteratrice biglietti, distributrici bevande, monitor a LED per informazione variabile, zona con paramenti laterali (per particolari condizioni climatiche).

d- Recinzione laterale e cancelli per chiusura accessi.

e- Strutture, percorsi e dispositivi accessibili ai clienti disabili.

f- Percorsi tattili e mappe tattili per disabili visivi.

g- Segnaletica a messaggio fisso.

h- Individuazione accesso fermata mediante monolito con iscrizione nome località o portale o altra struttura con iscrizione con lettere singole (Manuale Sistema Segnaletico). i- Illuminazione fermata.

j- Rastrelliere coperte da tettoia per bici.

k- Videosorveglianza in base a specifici programmi di attrezzaggio linee con controllo da posto centrale.

l- Sottopassaggio (casi 4A e 4B) servito da scale e rampe coperte o passerella aerea coperta (caso 4C) servita da scale coperte e rampe coperte o piattaforme elevatrici o ascensori.

m- Fabbricato Tecnologico per apparati, secondo le necessità della linea e della località concordate con le competenti Direzioni Compartimentali Movimento e Infrastruttura.

Generalmente sono richiesti locali: ENEL, Misure, MT/BT, Gruppo Elettrogeno, e in alcuni casi locali SCC e Centralina con i relativi impianti di raffrescamento, rilevazione e spegnimento incendi.

Orientativamente la superficie da prevedere varia tra 60 e 150 mq

- Per frequentazioni superiori ai 1000 v/g o, in virtù di particolari accordi con gli Enti Locali, è possibile prevedere un'area coperta e protetta lateralmente contenente:

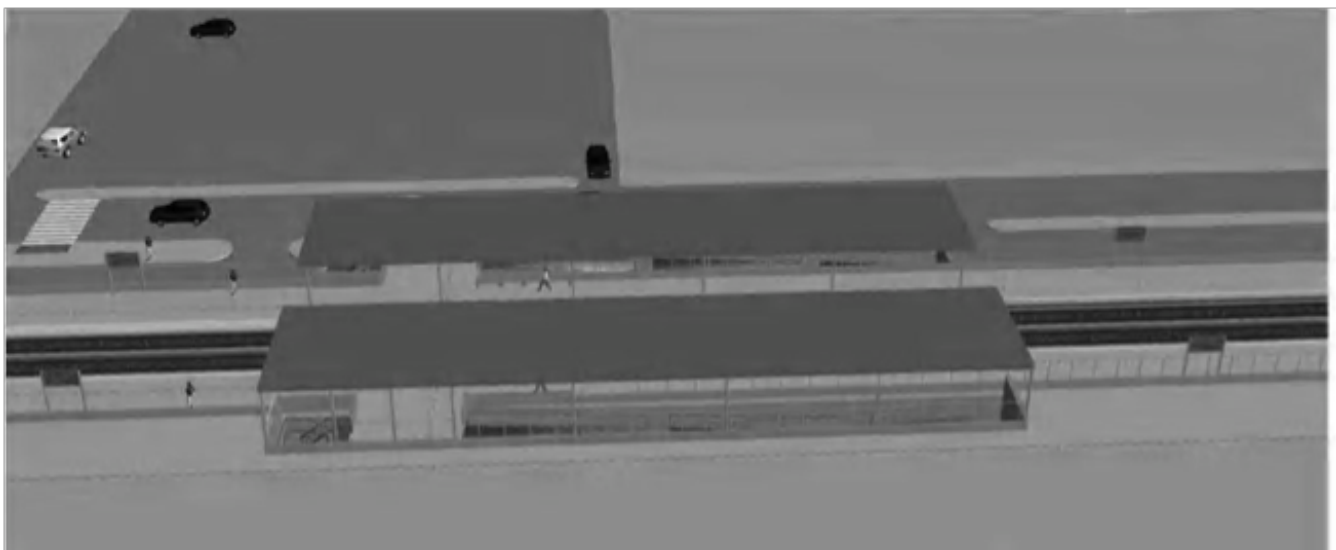
- atrio-attesa dotato di bacheche orari A/P, bacheche avvisi e informazioni, monitor a LED, diffusione sonora, sedute, cestini portarifiuti, predisposizione per emettitrice e oblitteratrice biglietti, predisposizione distributrici bevande.

- predisposizione impiantistica per unità commerciale (bar e rivendita biglietti, tabacchi, giornali)

- predisposizione impiantistica (allacci) per inserimento successivo servizi igienici

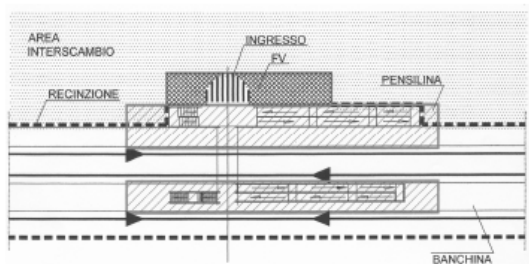
- predisposizione per tornelli controllo accesso ai marciapiedi (solo se richiesti dalle Imprese di Trasporto)

Superficie complessiva di circa 150 mq (atrio-attesa circa 90 mq, commerciale circa 30 mq, servizi igienici e ripostiglio circa 30 mq). Per ulteriori frequentazioni prevedere in aggiunta per l'atrio-attesa circa 4 mq ogni 100 v/g.

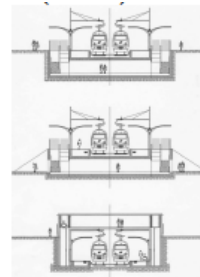


F4. Esempio indicativo di impianto Silver di classe 4°

**Classe 5A/5B/5C: Stazione su linea a semplice o doppio binario (Silver)**



Configurazione 5



Tipi accesso A-B-C

- a- Area d'interscambio modale (punto III.1.2)
- b- Marciapiede/i laterale/i di larghezza corrente minima di 3,50 m con opportune maggiorazioni per zone di attesa, accesso, scale e rampe (\*) e marciapiede/i ad isola di larghezza corrente minima di 7,20 m (entrambi da incrementare in funzione delle fasce di sicurezza in rapporto alla velocità come indicato nella parte III.1.3.1).
- c- Pensilina a totale copertura della larghezza di ogni marciapiede e di lunghezza sufficiente a riparare le scale e le rampe fisse (max 70,00 m), con zona (in particolari condizioni climatiche) con paramenti laterali, attrezzata con sedute, bacheca orari A/P, illuminazione, diffusione sonora, cestini portarifiuti, oblitteratrice biglietti e monitor a LED o teleindicatori
- d- Recinzione e cancelli accessi.
- e- Strutture, percorsi e dispositivi accessibili ai clienti disabili.
- f- Percorsi tattili e mappe tattili per disabili visivi.
- g- Segnaletica a messaggio fisso.
- h- Individuazione accesso fermata mediante iscrizione nome località, con lettere singole, sul fronte F.V.
- i- Illuminazione stazione.
- j- Rastrelliere coperte da tettoie per bici.
- k- Videosorveglianza in base a specifici programmi di attrezzaggio linee con controllo da posto centrale.
- l- Sottopassaggio (casi 5A e 5B) servito da scale e rampe coperte o passerella aerea coperta (caso 5C) servita da scale coperte e rampe coperte o piattaforme elevatrici o ascensori.
- m- Fabbricato Tecnologico per apparati e locali per l'esercizio ferroviario secondo le necessità della linea e dell'impianto concordate con le competenti Direzioni Compartimentali Movimento e Infrastruttura. Generalmente sono richiesti locali per: ENEL, Misure, MT/BT, Gruppo Elettrogeno, Centralina UPS, ACC oppure ACEI + Sala Relè, Dirigente Movimento (presenziabile) + servizio igienico, ed in alcuni casi SCC, TLC. Per i locali tecnologici sono da prevedere in funzione delle dotazioni impianti di condizionamento, ventilazione, rilevazione e spegnimento incendi. Orientativamente la superficie da prevedere è compresa tra i 200 ed i 300 mq circa. In alternativa all'inserimento in un Fabbricato Tecnologico, i suddetti ambienti possono essere contenuti in appositi spazi ubicati all'interno del F.V. oppure, se presente per altre necessità, nel F.S.A.
- n- Fabbricato Viaggiatori, contenente:
  - Locale atrio-attesa dotato di bacheche orari A/P, bacheche avvisi e informazioni, monitor a LED, diffusione sonora, sedute, cestini portarifiuti, predisposizione per emettitrice e oblitteratrice biglietti, predisposizione distributrici bevande. Impianti riscaldamento/raffrescamento in funzione zone delle condizioni climatiche. Superficie, circa 90 mq (per frequentazioni superiori a 1000 v/g prevedere, per l'atrio-attesa, ulteriori 4 mq circa ogni 100 v/g).

- Eventuali locali per la biglietteria (back office, gestione e cassa, spogliatoi e servizi igienici), solo se richiesti e quantificati dalle Imprese di Trasporto, con impianti riscaldamento/raffrescamento.

Superficie, orientativamente 30 mq .

- Predisposizione per unità commerciale (bar , rivendita biglietti, tabacchi, giornali ).

Superficie, circa 30 mq .

- Servizi igienici con accesso in prossimità dall'unità commerciale.

Superficie, circa 30 mq .

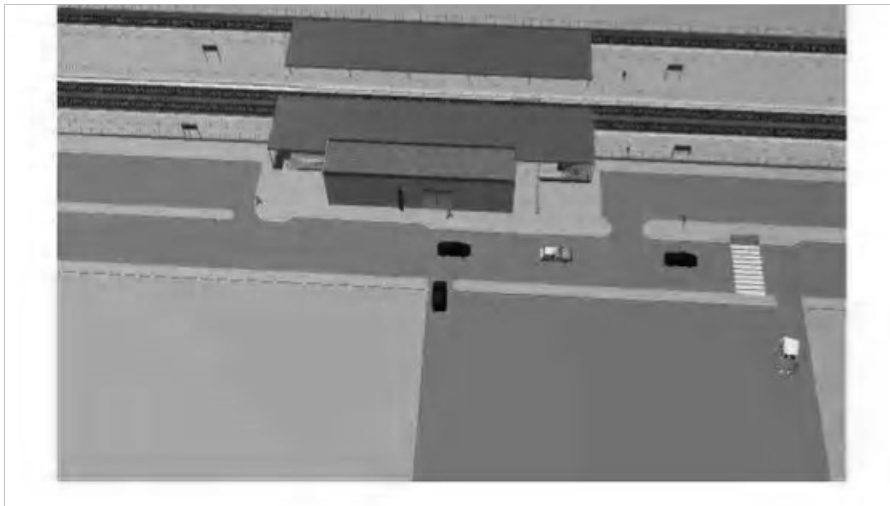
- Predisposizione zona per tornelli controllo accesso ai marciapiedi (solo se richiesti dalle Imprese di Trasporto).

- Locali di deposito.

Superficie, circa 30 mq.

- Fabbricato Servizi Accessori, nelle località secondo le necessità di esercizio, per contenere funzioni e attività concordate con le competenti Direzioni Compartimentali Movimento e Infrastruttura.

Generalmente sono richiesti locali e depositi per la manutenzione, verifica, locali per l'attesa del personale di macchina e di scorta, refettorio, spogliatoi e servizi igienici per il personale e per le ditte appaltatrici, uffici Polfer, locali per apparati tecnologici e altro.



*F5. Esempio indicativo di impianto Silver di classe 5A*

### 9.3 LE CERTIFICAZIONI ENERGETICHE

Le certificazioni energetiche degli edifici sono procedure di valutazione previste dalle direttive europee 2002/91/CE e 2006/32/CE.

Per quanto riguarda l'Italia, con l'espressione «certificazione energetica degli edifici», in una prima accezione, deve intendersi la disciplina complessivamente stabilita in tema di rendimento energetico dell'edilizia e contenuta nel d.lgs. 19 agosto 2005, n. 192 (attuativo della direttiva 2002/91/CE) e successive modifiche ed integrazioni. In una seconda accezione, l'espressione deve altresì essere riferita al complesso delle operazioni svolte, dai soggetti a ciò abilitati, per il rilascio dell'attestato di certificazione energetica (cd. ACE), ovvero del documento, redatto secondo le particolari norme e i criteri di cui alla relativa normativa, attestante la prestazione, l'efficienza o il rendimento energetico di un edificio e altresì contenente le raccomandazioni per il miglioramento della prestazione energetica del medesimo (art. 2, comma 3, all. A al d.lgs. 29 dicembre 2006, n. 31

In Italia La 2006/32/CE (recepita in Italia dal D.Lgs. 115/2008, che introduce le UNI TS 11300) ha l'obiettivo di migliorare l'efficienza degli usi finali di energia sotto il profilo costi/benefici negli stati membri, riducendo i consumi del 9%.

#### La normativa nazionale italiana

La normativa in materia di certificazione energetica degli edifici è contenuta nel d.lgs. 19 agosto 2005, n. 192, recante le disposizioni di attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico dell'edilizia. Tale normativa è stata successivamente modificata da una serie di ulteriori provvedimenti legislativi, fra i quali devono ricordarsi:

- D.lgs. 311/06, in vigore dal 2/2/2007: "disposizioni correttive al D.lgs.192/05"
- D.lgs. 30 maggio 2008, n. 115, recante Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE, di cui devono segnalarsi l'art. 11, rubricato Semplificazione e razionalizzazione delle procedure amministrative e regolamentari, il quale detta disposizioni volte ad incentivare gli interventi di riqualificazione energetica e di ricorso ad energie alternative e l'art. 18, il quale stabilisce la disciplina applicabile in via transitoria alle fattispecie precedenti l'emanazione dei decreti previsti dall'art. 4, comma 1, lettere a), b), c) del d.lgs. 192/2005;
- D.l. 25 giugno 2008, n. 112, convertito nella l. 6 agosto 2008, n. 133, il cui art. 35, comma 2-bis, ha disposto l'abrogazione dei commi 3 e 4 dell'art. 6 e dei commi 8 e 9 dell'art. 15 del d.lgs. 192/2005, i quali prevedevano, a pena di nullità del contratto, l'obbligo di allegazione dell'attestato di certificazione energetica agli atti traslativi a titolo oneroso, nonché l'obbligo di consegna e/o messa a disposizione dello stesso a favore del conduttore.\* DPR 59/09, in vigore dal 25/06/09
- DM 26 giugno 2009 (linee guida nazionali)
- D.lgs. 3 marzo 2011, n.28 in vigore dal 27/03/11: "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla

promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. (11G0067)"

- Decreto 22 novembre 2012, "Modifica del decreto 26 giugno 2009, recante: «Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.»".

Sul territorio italiano, a decorrere dal 2005, si deve procedere alla certificazione energetica degli edifici, introdotta come principio in Italia dalla Legge 10/91.

### Cronologia

A partire dal 1 luglio 2007 tutti i contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla gestione degli impianti termici o di climatizzazione degli edifici pubblici o nei quali figura come committente un soggetto pubblico, devono prevedere la predisposizione dell'Attestato di Certificazione Energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare interessati entro i primi 6 mesi di vigenza del contratto.

Nell'attesa della emanazione delle linee guida nazionali (attraverso i decreti attuativi) gli Attestati di Certificazione Energetica sono sostituiti a tutti gli effetti dagli Attestati di Qualificazione Energetica (di durata 1 anno). Fino all'entrata in vigore dei Decreti Attuativi il calcolo della prestazione energetica degli edifici nella climatizzazione invernale e in particolare del fabbisogno annuo di energia primaria è disciplinato dalla legge 9 gennaio 1991 n. 10 come modificata dal d. lgs. 192/05, dalle norme attuative e dalle disposizioni dell'allegato I al 311/06.

Il 2 aprile 2009, con quattro anni di ritardo, è stato approvato dal Consiglio dei ministri il decreto del presidente della Repubblica, recante attuazione dell'art. 4, c. 1, lettere a) e b) del D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e successive modificazioni, concernente attuazione della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia. (Bozza non ancora in vigore) Tale decreto definisce le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e gli impianti termici per la climatizzazione invernale e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari facendo riferimento alle nuove UNI TS 11300.

A decorrere dal 1 gennaio 2007 condizione necessaria per accedere agli incentivi, alle agevolazioni ed agli sgravi fiscali di qualsiasi natura finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio, dell'unità immobiliare o degli impianti interessati è il possesso dell'Attestato di Certificazione Energetica dell'edificio o della unità immobiliare oggetto dei lavori di riqualificazione energetica.

Dal 22 agosto 2008 non è più necessario allegare agli atti di compra-vendita immobiliare l'attestato di certificazione energetica (ACE) o l'attestato di qualificazione energetica (AQE). Allo stesso modo per i contratti di locazione (l'art. 35 comma 2 bis, del DL 112/2008 ha abrogato i commi 3 e 4 dell'articolo 6 ed i commi 8 e 9 dell'articolo 15 del DLGS 192/2005 e successive modifiche). Non sono state soppresse le restanti norme del D.Lgs 192/2005, quindi se sussistono i presupposti previsti dai commi 1bis, 1ter, 1quater dell'art. 6 del DLGS 192/2005 il venditore deve consegnare l'ACE o l'AQE.

Peraltro la normativa regionale in materia di certificazione energetica non è stata abrogata dal DL 112/2008 (Toscana, Emilia-Romagna, Piemonte, Liguria, Lombardia) dove si prevede l'obbligo di

allegare l'attestato alle compra-vendite e affitto.

Dal 28 dicembre 2012, con l'entrata in vigore del decreto 22 novembre 2012, che ne abroga il relativo paragrafo contenuto nelle linee guida nazionali per la certificazione energetica, non è più possibile produrre un'autodichiarazione da parte del proprietario in sostituzione dell'attestato di certificazione energetica e per edifici esistenti con superficie inferiore ai 1000 metri quadri, in cui, a fronte della scadente qualità energetica dell'immobile, si dichiarava che l'edificio era in classe energetica G e i costi per la gestione energetica erano molto alti.

#### **Il rapporto con la normativa comunitaria**

Poiché la disciplina in tema di certificazione è contenuta in una serie eterogenea di fonti normative, quali la direttiva comunitaria 2002/92/CE, nonché il d.lgs. 192/2005 e le legislazioni regionali, si pone un primo problema di coordinamento delle citate normative, dovuto soprattutto alla necessità di stabilire quale sia il diverso ambito applicativo delle medesime. Sul punto, con riguardo al rapporto fra normativa comunitaria e nazionale, si deve dire che, in base a quanto affermato (e più volte ribadito) dalla Corte di Giustizia della Comunità europea (V. Corte Giustizia CE, 22 maggio 2003, n. 462/99; Corte giustizia CE, 5 ottobre 2004, n. 397/01-403/01; Corte giustizia CE, 27 giugno 2000, n. 240, 241, 242, 243, 244/98) e dalla Corte Costituzionale italiana (V. Corte Cost., 25 ottobre 2000, n. 440; Corte Cost., 25 giugno 1996, n. 216) le disposizioni nazionali non possono porsi in contrasto con quanto stabilito dalle disposizioni comunitarie (anche nel caso in cui queste ultime siano posteriori a quelle nazionali). E questo perché, secondo quanto affermato dalle Corti, le disposizioni normative contenute nelle fonti del diritto interno (quindi nelle disposizioni nazionali) devono essere interpretate coerentemente con la lettera e lo scopo delle direttive e, più in generale, della normativa comunitaria, non potendosi ad esse attribuire altro significato se non quello da queste ultime risultante (cd. principio di attuazione conforme).

#### **Il rapporto con la normativa regionale**

Al riguardo, deve dirsi che, fermo restando il rispetto dei principi stabiliti dalle disposizioni nazionali, in materia di certificazione energetica degli edifici la competenza legislativa spetta alle Regioni. Pertanto, in tale ambito, occorre fare riferimento alle leggi regionali stabilite da ciascuna Regione. Ciò perché, in base all'art. 117, comma 3, della Costituzione la materia riguardante l'energia, o più precisamente, la «produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia» rientra fra le materie di legislazione concorrente fra Stato e Regioni. Inoltre, ai sensi dei successivi commi 5 e 6 del citato art. 117, le Regioni provvedono «all'attuazione e all'esecuzione degli atti dell'Unione europea, nel rispetto delle norme procedurali statali» e sono dotate di potestà regolamentare (oltreché legislativa). Inoltre, lo stesso d.lgs. 192/2005, all'art. 17, rubricato Clausola di cedevolezza, stabilisce che «in relazione a quanto disposto dall'articolo 117, quinto comma, della Costituzione, e fatto salvo quanto previsto dall'articolo 16, comma 3, della legge 4 febbraio 2005, n. 11, per le norme afferenti a materie di competenza esclusiva delle Regioni e Province autonome, le norme del presente decreto e dei decreti ministeriali applicativi nelle materie di legislazione concorrente si applicano per le Regioni e Province autonome che non abbiano ancora provveduto al recepimento della direttiva 2002/91/CE fino alla data di entrata in vigore della normativa di attuazione adottata da ciascuna Regione e Provincia

autonoma. Nel dettare la normativa di attuazione le Regioni e le Province autonome sono tenute al rispetto dei vincoli derivanti dall'ordinamento comunitario e dei principi fondamentali desumibili dal presente decreto e dalla stessa direttiva 2002/91/CE». Alla luce di quanto detto, allora il quadro che si presenta è il seguente: 1) la disciplina di cui al d.lgs. 192/2005 e successive modifiche ed integrazioni, troverà applicazione fino all'entrata in vigore delle leggi regionali. Pertanto, per tutte le Regioni che non abbiano ancora provveduto all'emanazione di detti provvedimenti, si applicheranno le disposizioni della normativa nazionale; per le altre, invece, troveranno applicazione le disposizioni regionali; mentre in quelle che abbiano già legiferato, si applicheranno le relative leggi regionali (nelle materie di legislazione concorrente); 2) ai sensi del citato art. 17, rimarranno in vigore i principi fondamentali desumibili dal medesimo decreto, ovvero del d.lgs. 192/2005 e successive modifiche ed integrazioni; 3) le disposizioni regionali dovranno essere interpretate alla luce di tali principi fondamentali e in ossequio a quelli contenuti nella direttiva comunitaria 2002/91/CE.

In generale, sembra si possa affermare che rientri nella competenza dello Stato, l'emanazione di norme disciplinanti la forma e la struttura dei contratti in connessione con gli obblighi di dotazione della certificazione energetica, e l'attribuzione di sanzioni civilistiche in caso di violazione degli obblighi stabiliti dalla normativa energetica. Mentre, per quanto concerne le competenze delle Regioni, si può invece affermare che spetta loro stabilire le fattispecie per le quali sorge l'obbligo di dotazione della certificazione energetica, vale a dire cioè stabilire i presupposti oggettivi e negoziali in presenza dei quali sorge l'obbligo di allegazione. Rientra negli ambiti delle competenze regionali anche la determinazione dei requisiti, di forma e di contenuto, dell'attestato di certificazione energetica e l'individuazione dei soggetti abilitati alla redazione e al rilascio dello stesso.

### **Regioni con archivio digitale delle certificazioni**

Le Regioni che hanno recepito la normativa comunitaria emettendo specifiche delibere su metodo di calcolo, requisiti, forma e contenuto dell'attestato di certificazione energetica, hanno anche provveduto ad istituire i relativi database online per la registrazione e la consultazione delle pratiche (ACE) nonché gli elenchi dei tecnici abilitati per la professione di certificatore.

In particolare la Regione Lombardia è stata la prima Regione ad adottare un sistema di certificazione (CENED) capace di rendere immediatamente operativo l'intero meccanismo grazie non solo alla definizione di ruoli e competenze, ma anche mediante un modello di calcolo capace di garantire uniformità nell'applicazione delle regole.

Anche la [Regione Piemonte], con l'approvazione della Legge 28 maggio 2007, n. 13 ha individuato gli indirizzi, le prescrizioni e gli strumenti volti a migliorare le prestazioni energetiche degli edifici esistenti e di nuova costruzione. Ha introdotto l'obbligo della Certificazione energetica degli edifici ed ha istituito il sistema SICEE per la gestione online dei certificati.

Delle Regioni autonome, invece, è degna di nota la Provincia autonoma di Trento si è mossa autonomamente all'indomani dell'approvazione della direttiva europea 2002/91/CE. Nell'attesa delle linee guida previste dall'art. 6 del d.lgs. n. 192/2005, è stato infatti dato incarico al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Trento di elaborare una metodologia per la

classificazione delle prestazioni energetiche degli edifici in regime invernale ed estivo che fosse coerente con le caratteristiche dei consumi del settore edilizio trentino.

### **Attestato di Certificazione Energetica**

L'attestato è un documento ufficiale, valido 10 anni, prodotto da un soggetto accreditato (certificatore energetico) e dai diversi organismi riconosciuti a livello locale e regionale. La sua utilità al momento ha quattro scopi principali:

- per il rogito: L'Attestato di Certificazione energetica di un immobile è richiesto per gli atti notarili di compravendita dal 1° luglio 2009 e per i contratti di locazione dal 1° luglio 2010. L'obbligatorietà è divenuta però effettiva e non derogabile solo dal 29 marzo 2011, col Dlgs n. 28/2011, in quanto a partire da tale data sono nulli gli atti di compravendita o di affitto privi della apposita clausola nella quale "l'acquirente o il conduttore danno atto di aver ricevuto le informazioni e la certificazione energetica degli edifici".
- per l'accesso alle detrazioni del 55% sul reddito IRPEF: l'attestato energetico è parte della documentazione necessaria per ottenere gli sgravi fiscali.
- per pubblicizzare annunci immobiliari, in quanto dal 1° gennaio 2012 è divenuto obbligatorio indicare la classe energetica delle unità immobiliari.
- per ottenere dal GSE gli incentivi statali sull'energia prodotta da impianti fotovoltaici; è un allegato obbligatorio ai sensi dell'ar. 7 del DM 7 luglio 2012 per gli impianti installati su edifici, che rientrano nel quinto conto energia (entrati in esercizio successivamente al 27 agosto 2012).

Con l'introduzione dei decreti attuativi da parte di diverse regioni, si sono costituiti organismi che supervisionano i professionisti abilitati alla redazione dell'attestato energetico.

L'attestato energetico o "Attestato di Certificazione Energetica" è il documento che stabilisce in valore assoluto il livello di consumo dell'immobile inserendolo in un'apposita classe di appartenenza. Più è bassa la lettera associata all'immobile, maggiore è il suo consumo energetico.

### **Redazione dell'Attestato o della Qualificazione Energetica**

Si definisce Attestato di Certificazione Energetica il documento redatto in conformità delle Linee Guida emanate col decreto ministeriale del 26 giugno 2009 che introduce su tutto il territorio nazionale la Certificazione Energetica degli edifici; in particolare la normativa si applica a quelle regioni che non hanno ancora una propria legislazione. Nelle regioni che invece hanno approvato apposita normativa si applicano le disposizioni regionali.

Per redigere l'Attestato di Certificazione di un edificio o di una unità immobiliare è necessario effettuare dei calcoli per quantificare i consumi energetici dell'edificio in condizioni di utilizzo e climatiche standard a seconda della zona climatica. Avviare la Diagnosi Energetica o Energy audit invece significa svolgere una procedura sistematica volta ad acquisire adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico effettivo di un edificio o di una unità immobiliare.

La Diagnosi Energetica consente di individuare le inefficienze e le criticità e di intervenire con le soluzioni a minor costo e maggior efficacia per la riduzione dei consumi energetici, individuando e quantificando le opportunità di risparmio energetico anche sotto il profilo dei costi/benefici.

La Diagnosi Energetica integra i dati raccolti sul campo, a seguito di sopralluoghi, con strumenti di calcolo (elaborazione di un modello matematico dell'edificio) attraverso i quali individuare e analizzare gli interventi di riqualificazione energetica dell'edificio o della unità immobiliare.

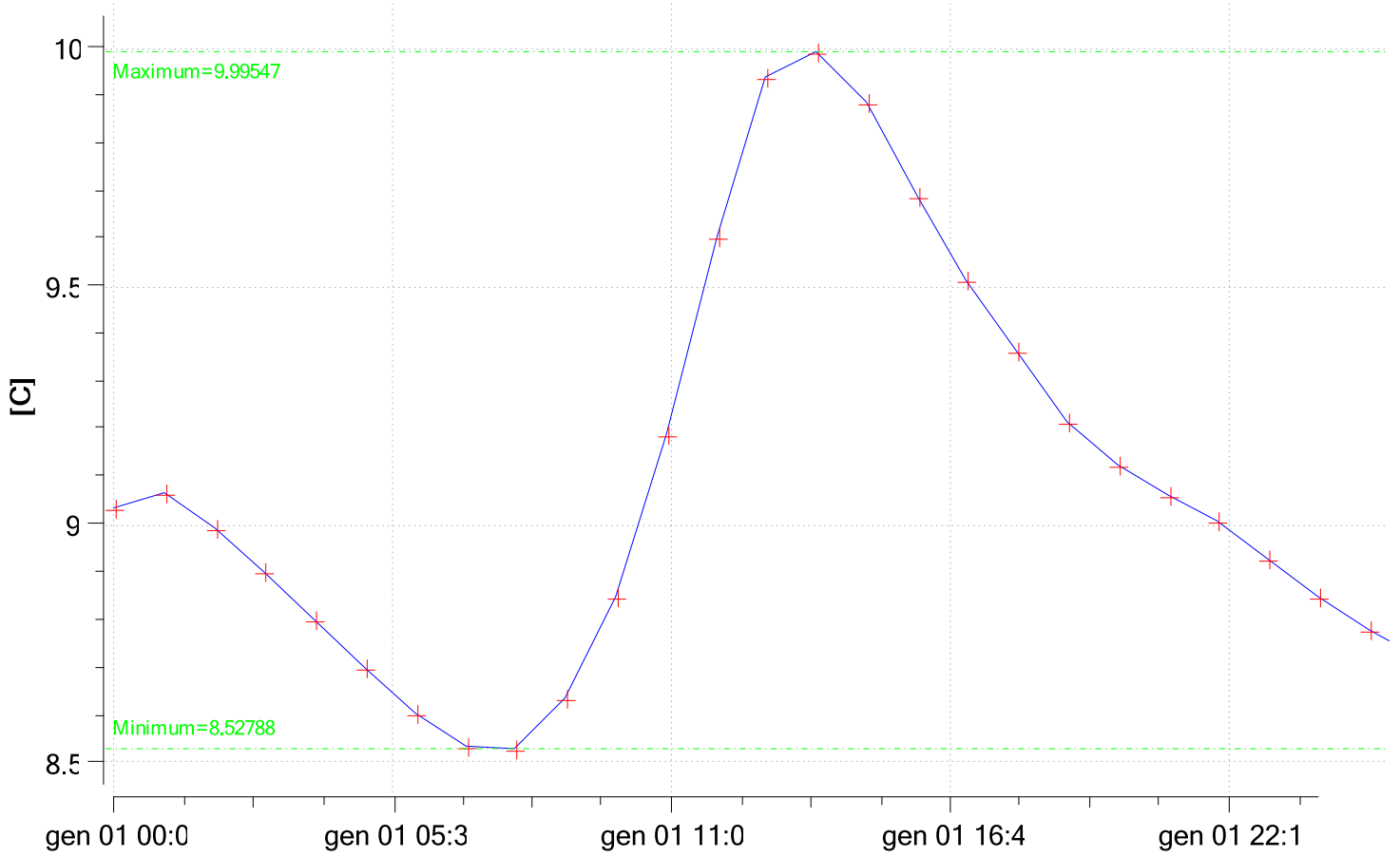
Gli obiettivi della certificazione energetica degli edifici

- Migliorare la trasparenza del mercato immobiliare fornendo agli acquirenti ed ai locatari di immobili un'informazione oggettiva e trasparente delle caratteristiche e delle spese energetiche dell'immobile.
- Informare e rendere coscienti i proprietari degli immobili del più probabile costo energetico relativo alla conduzione del proprio "sistema edilizio" e incoraggiare interventi migliorativi dell'efficienza energetica della propria abitazione mediante consigli che abbiano un corretto rapporto costi/benefici.
- La certificazione consente agli interessati di ottenere dal fornitore/venditore di un immobile informazioni affidabili sui probabili costi di conduzione il cui calcolo si basa su condizioni climatiche e di utilizzo standard.
- L'acquirente deve poter valutare se gli conviene acquistare un immobile dal costo maggiore ma migliore dal punto di vista della gestione e manutenzione.
- Anche i produttori ed i progettisti possono confrontarsi in tema di qualità edilizia offerta.

I proprietari che apportano miglioramenti energetici importanti ma poco visibili, come isolamenti termici di pareti, tetti, etc., possono veder riconosciuti i loro investimenti con un aumento del valore del proprio immobile

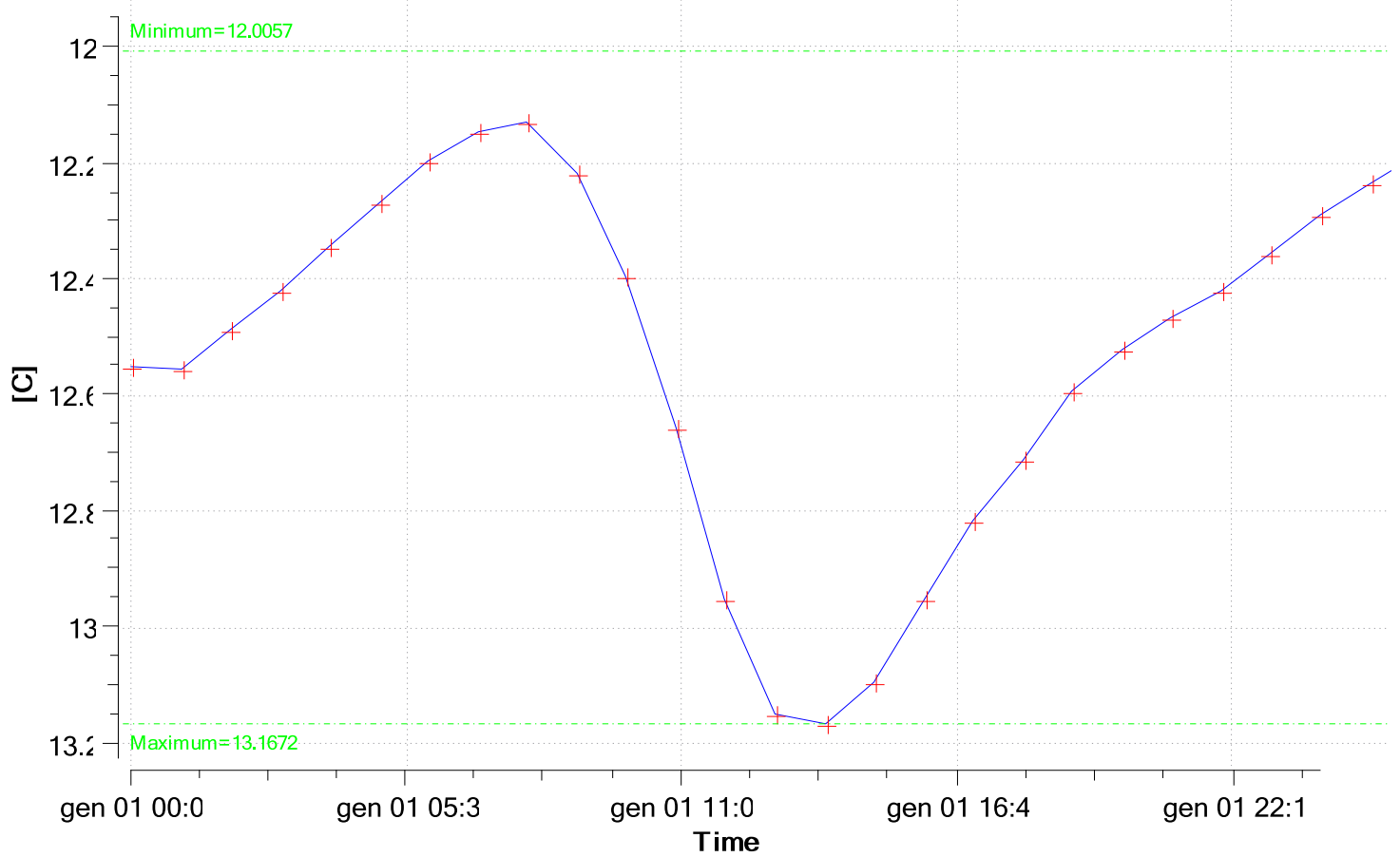
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

milano ricambi/ora 0,3



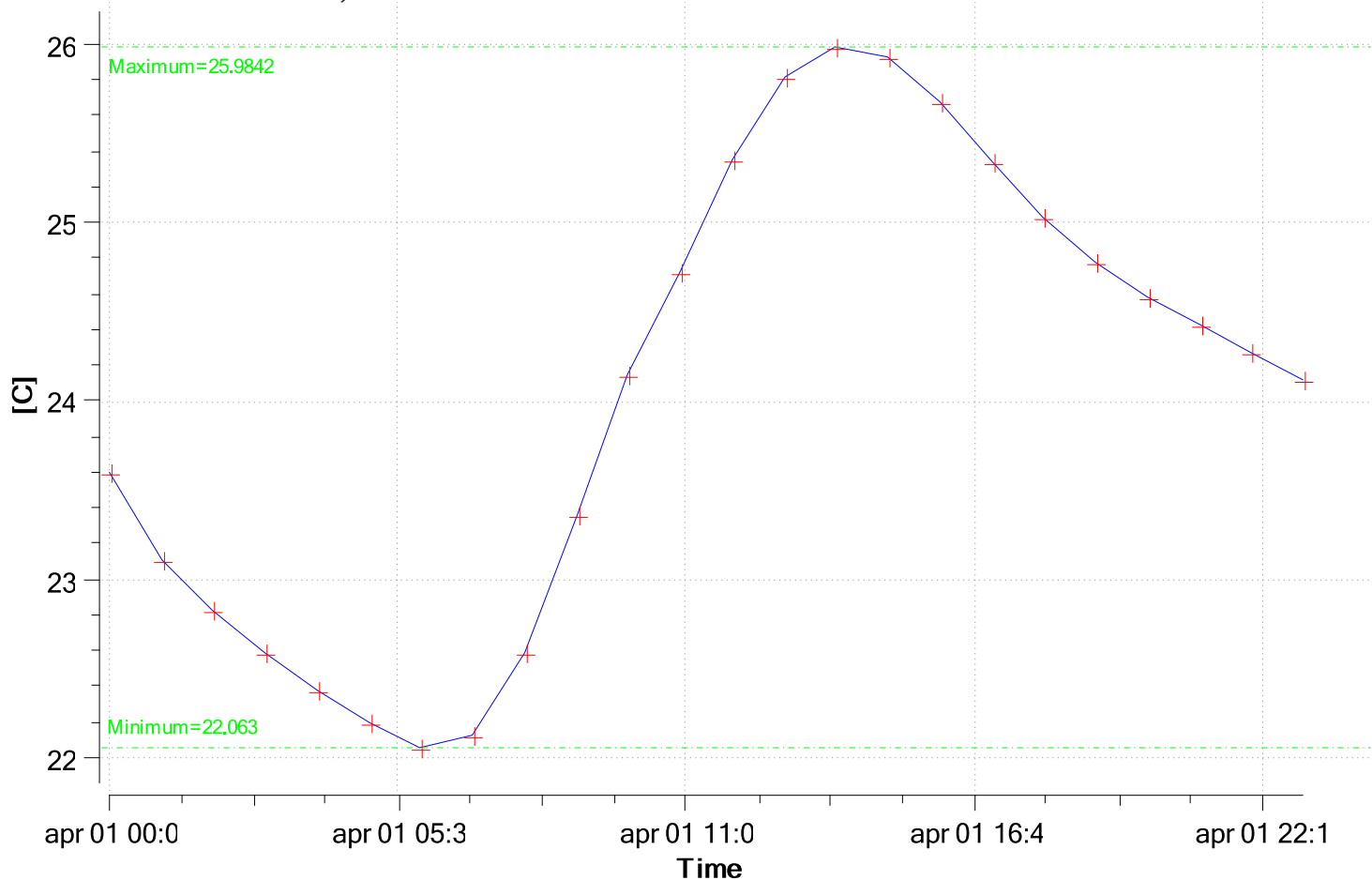
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

milano ricambi/ora 0,08



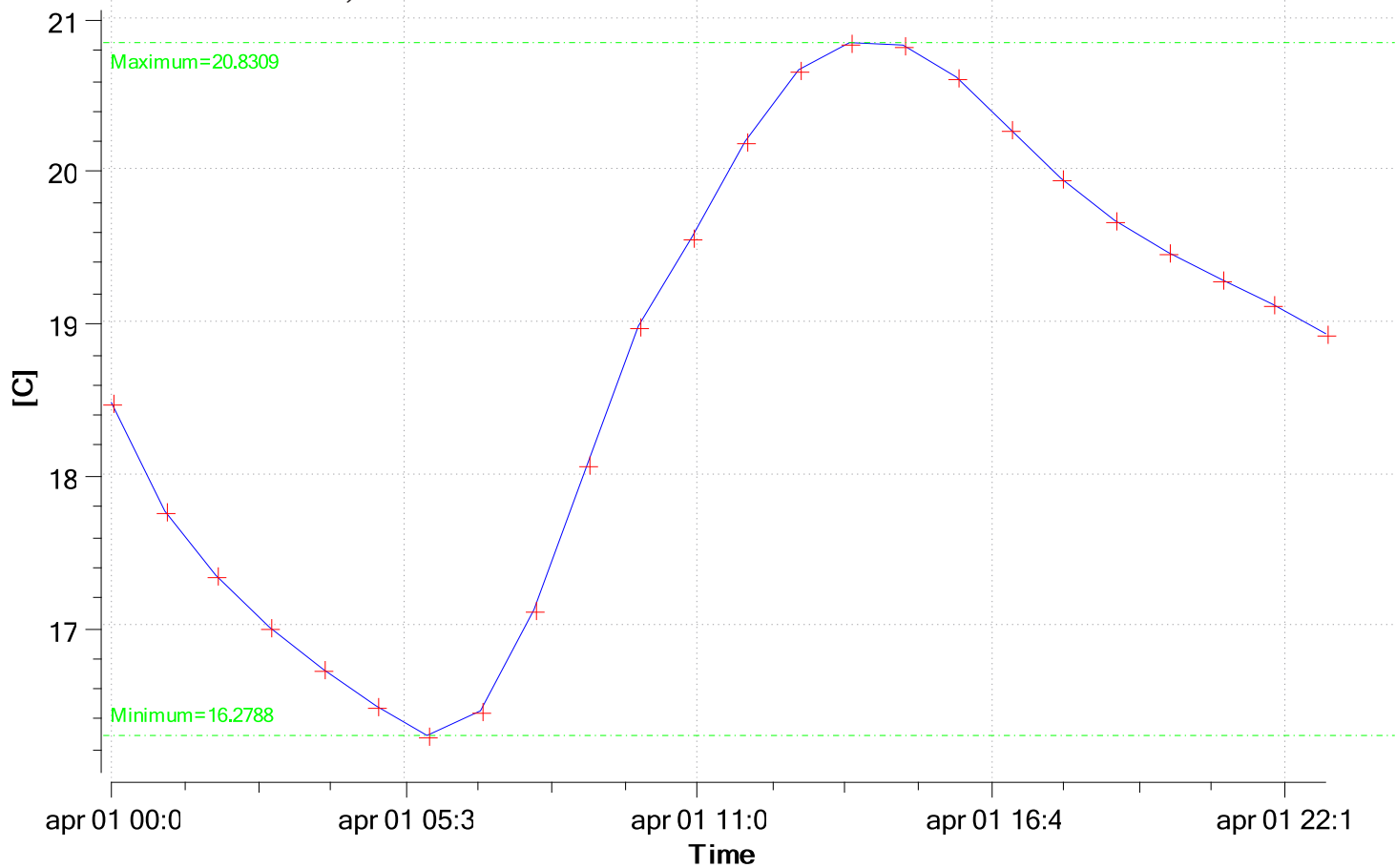
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

*milano ricambi/ora 0,3*



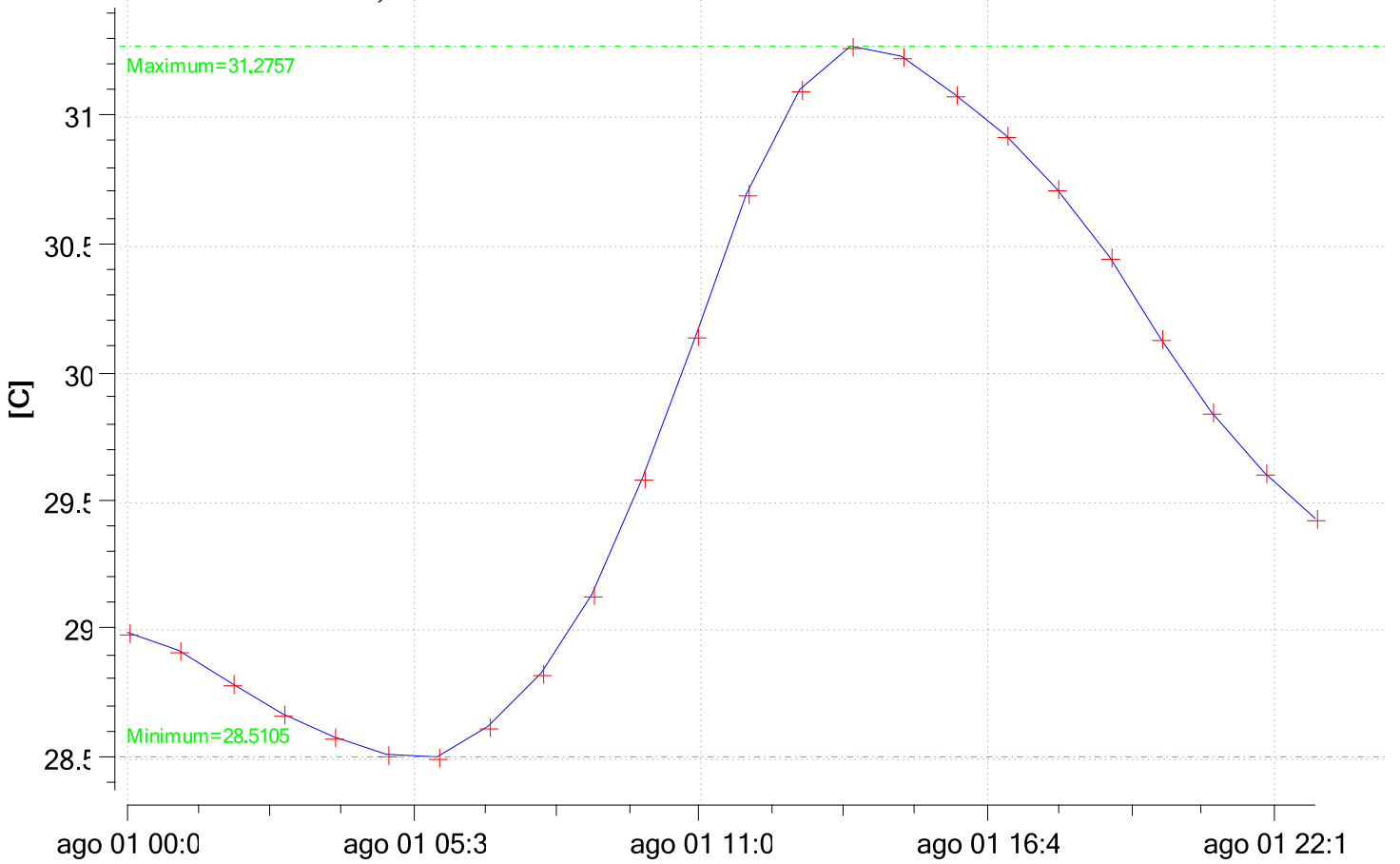
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

*milano ricambi/ora 0,08*



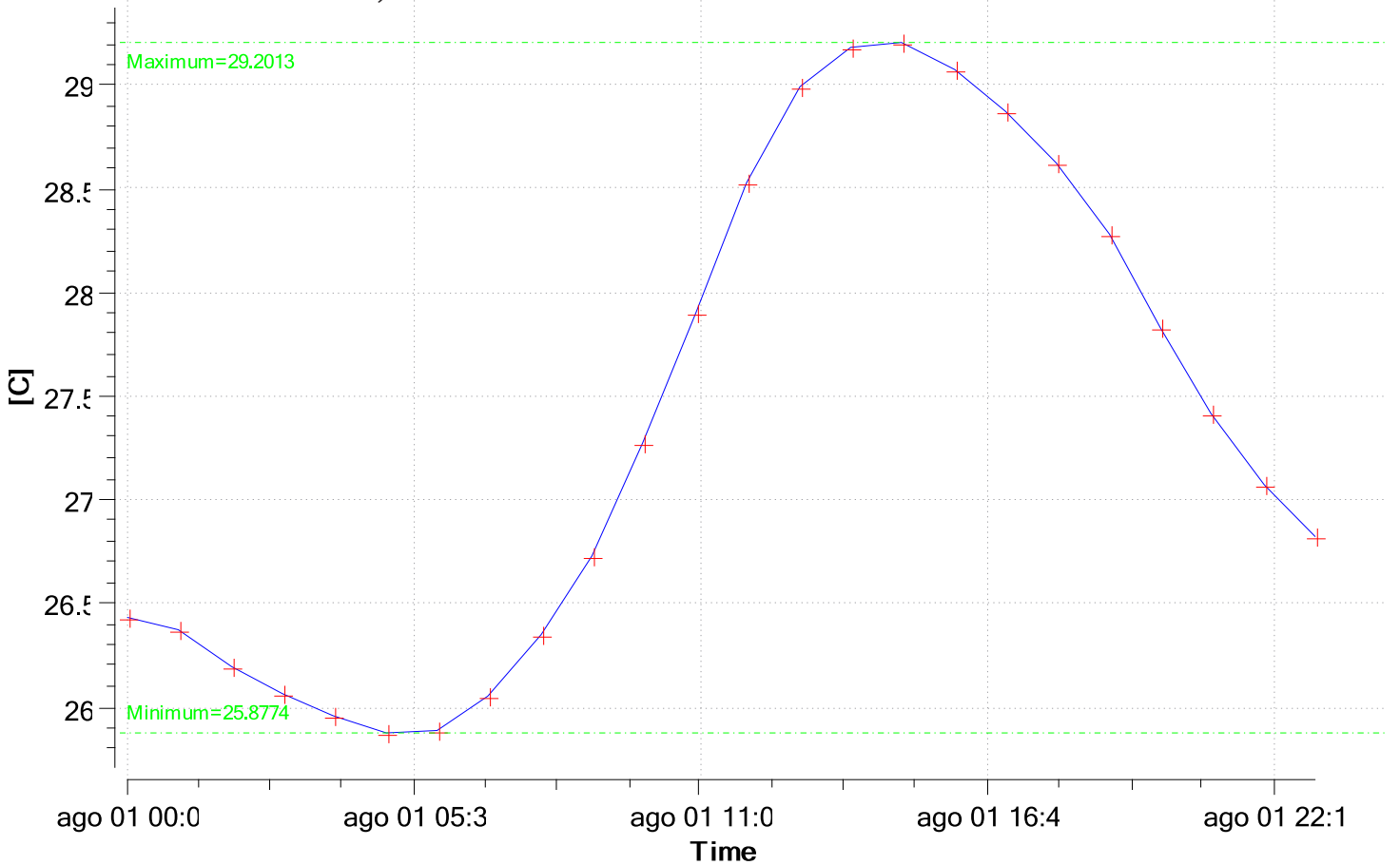
### Zone Mean Air Temperature 349FF7

milano ricambi/ora 0,3

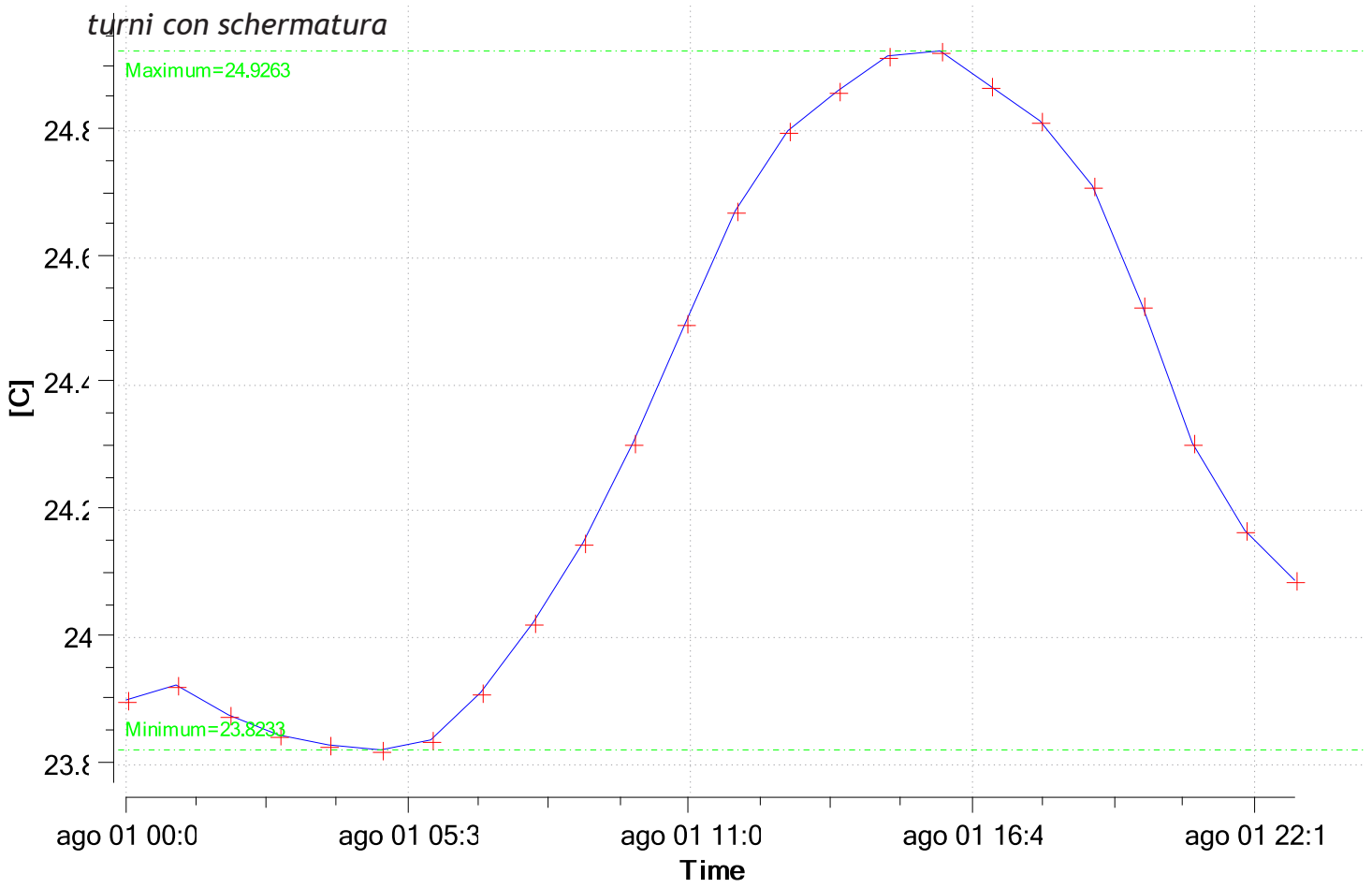


### Zone Mean Air Temperature 349FF7

milano ricambi/ora 0,08

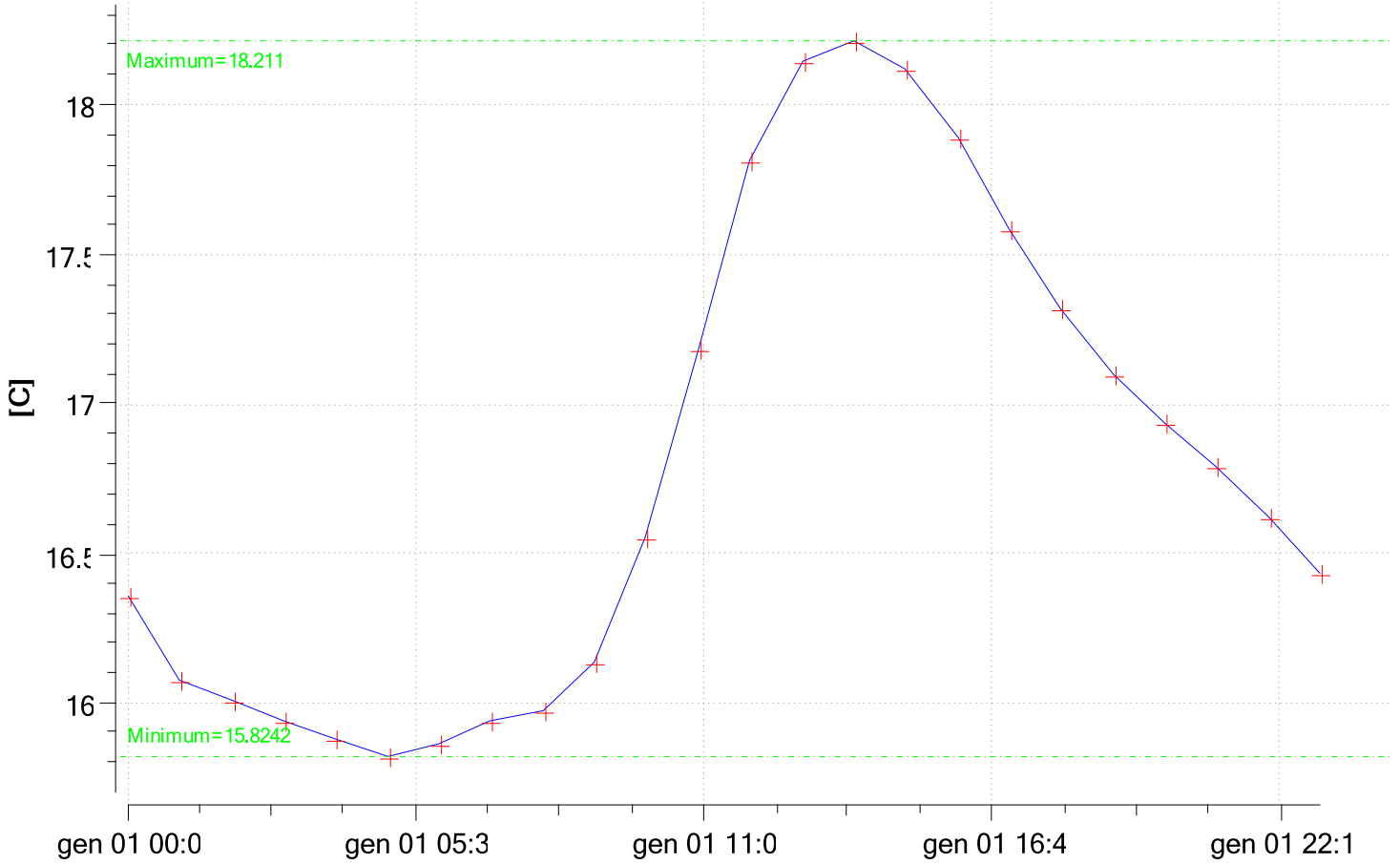


*milano ricambi solo notturni con schermatura* **Zone Mean Air Temperature 349FF7**



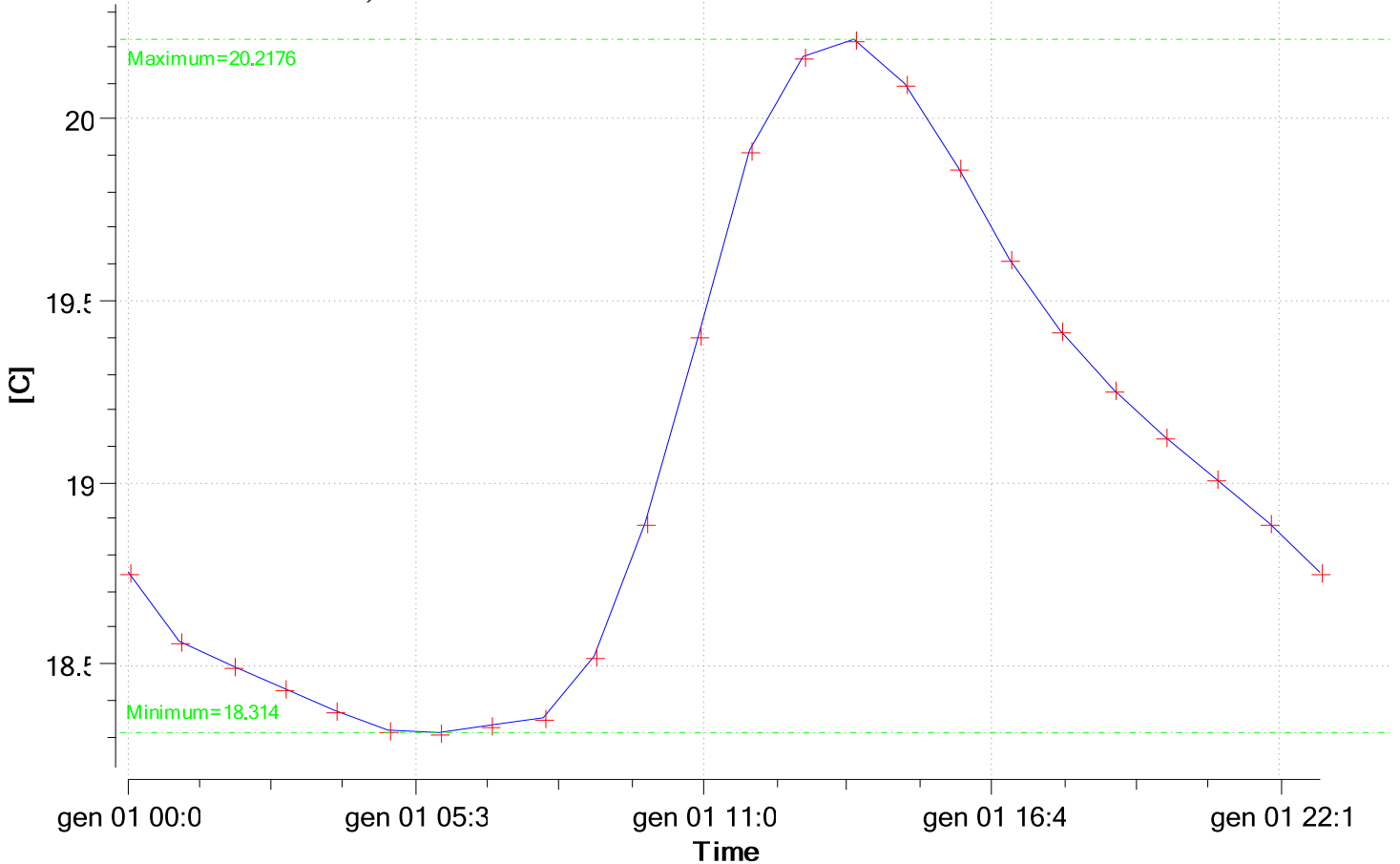
### Zone Mean Air Temperature 349FF7

Roma ricambi/ora 0,3



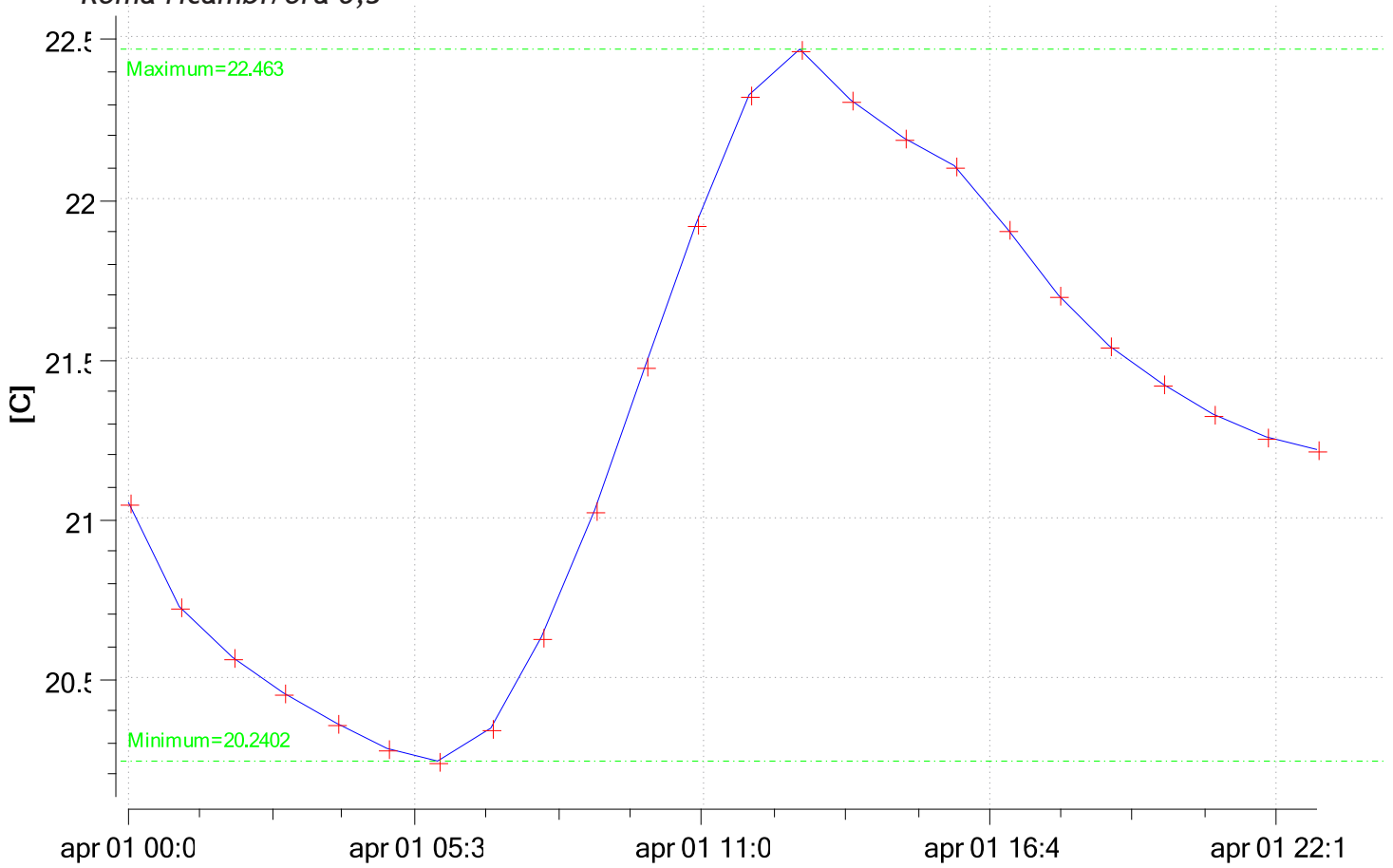
### Zone Mean Air Temperature 349FF7

Roma ricambi/ora 0,08



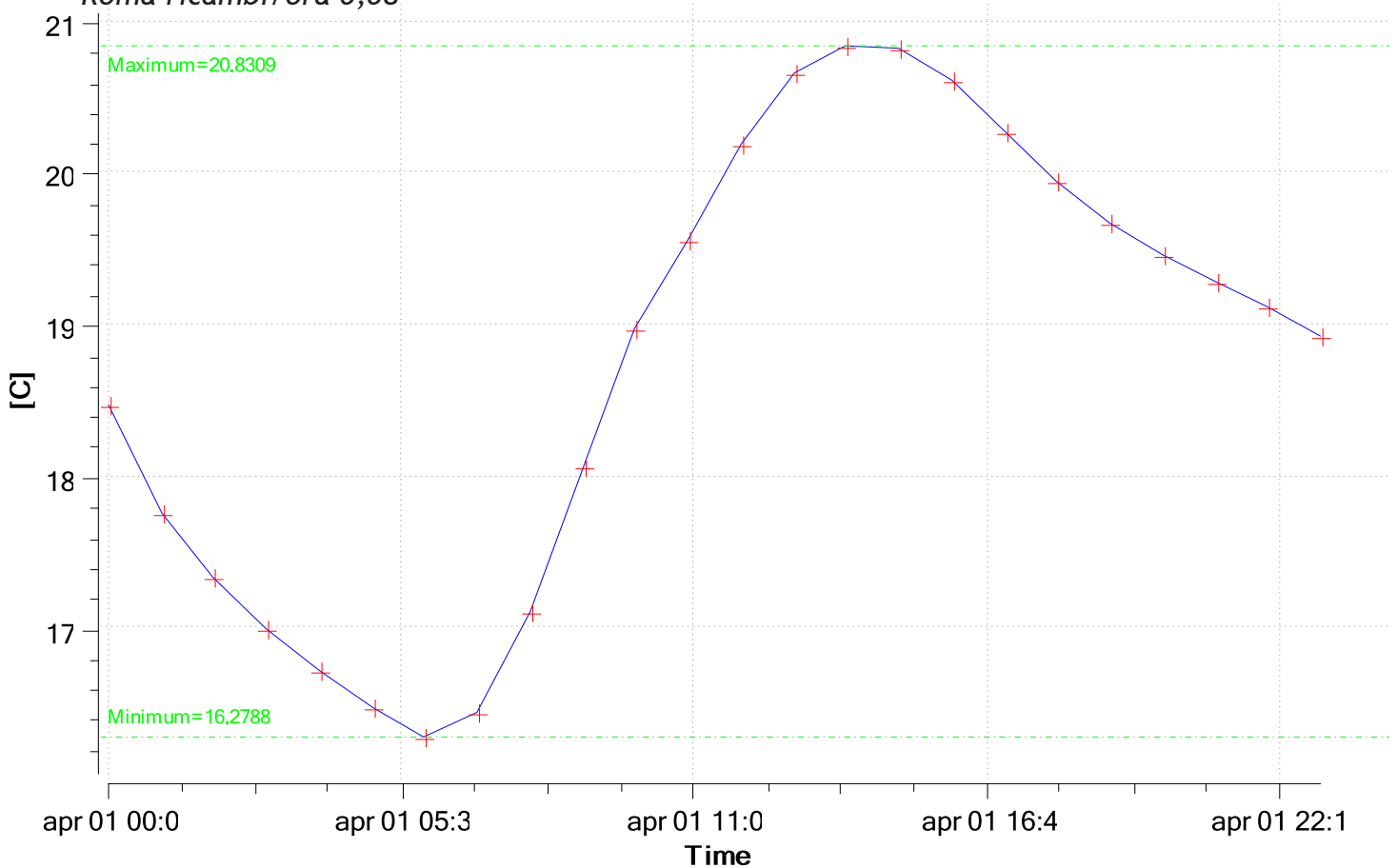
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

Roma ricambi/ora 0,3



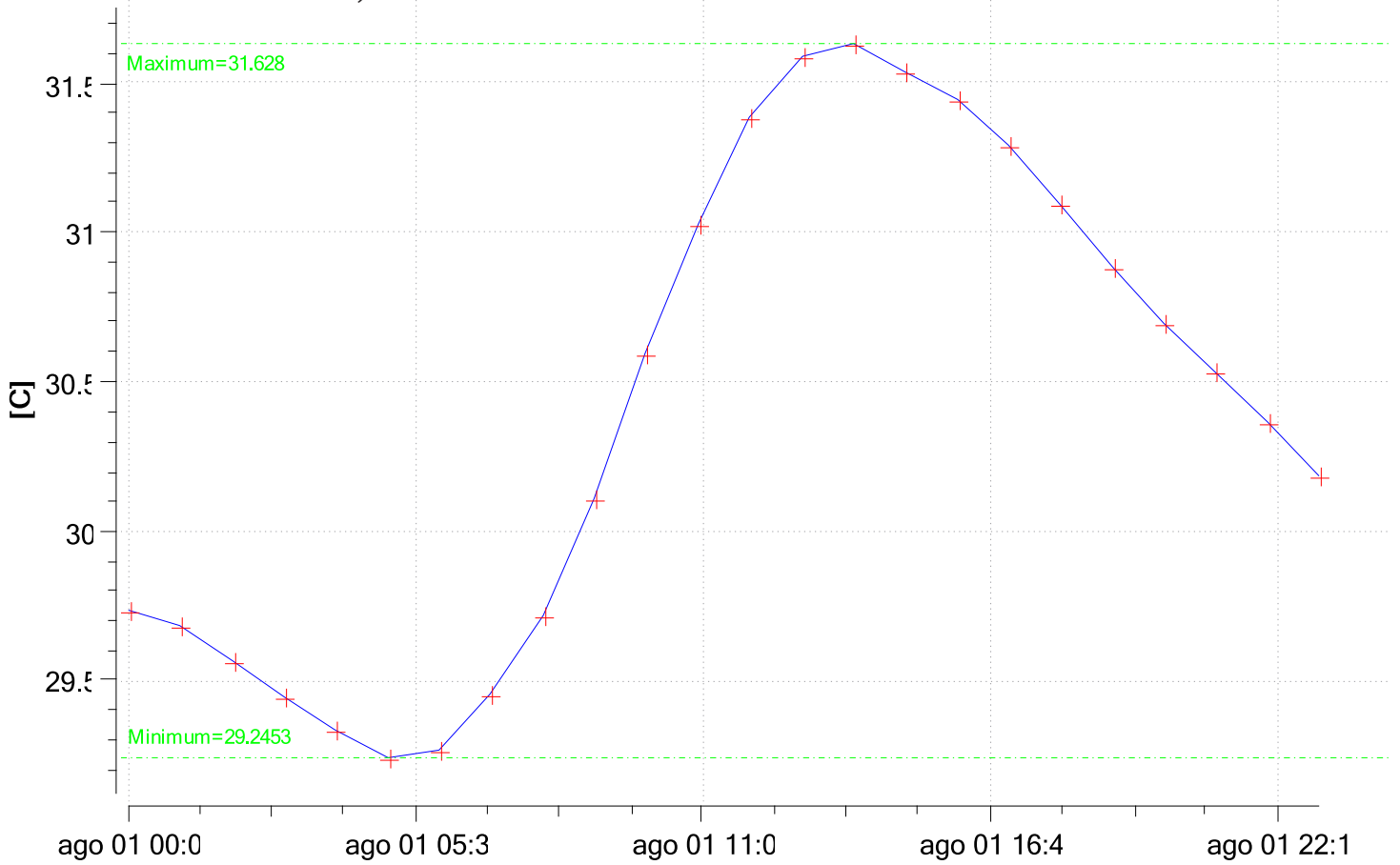
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

Roma ricambi/ora 0,08



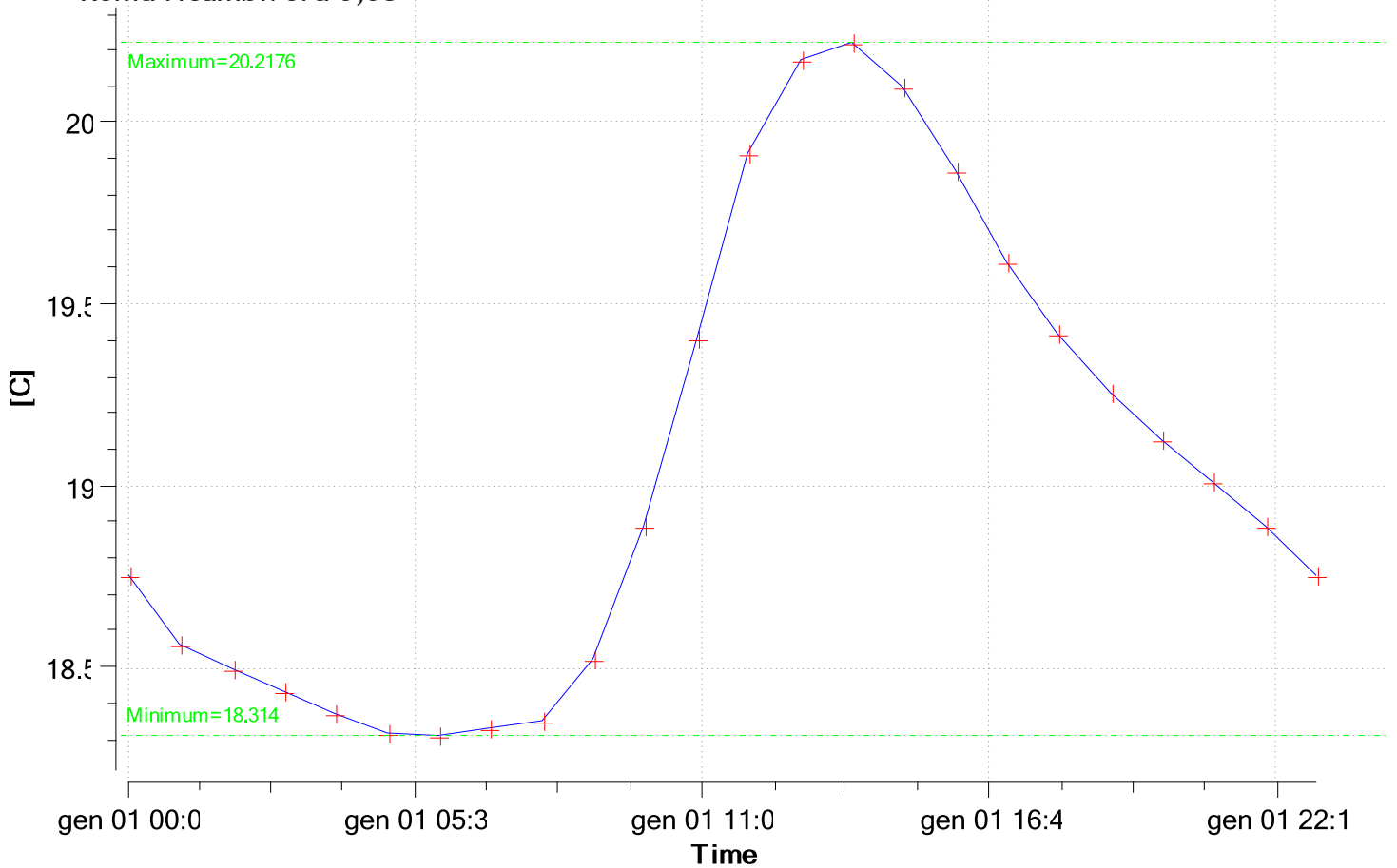
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

Roma ricambi/ora 0,3

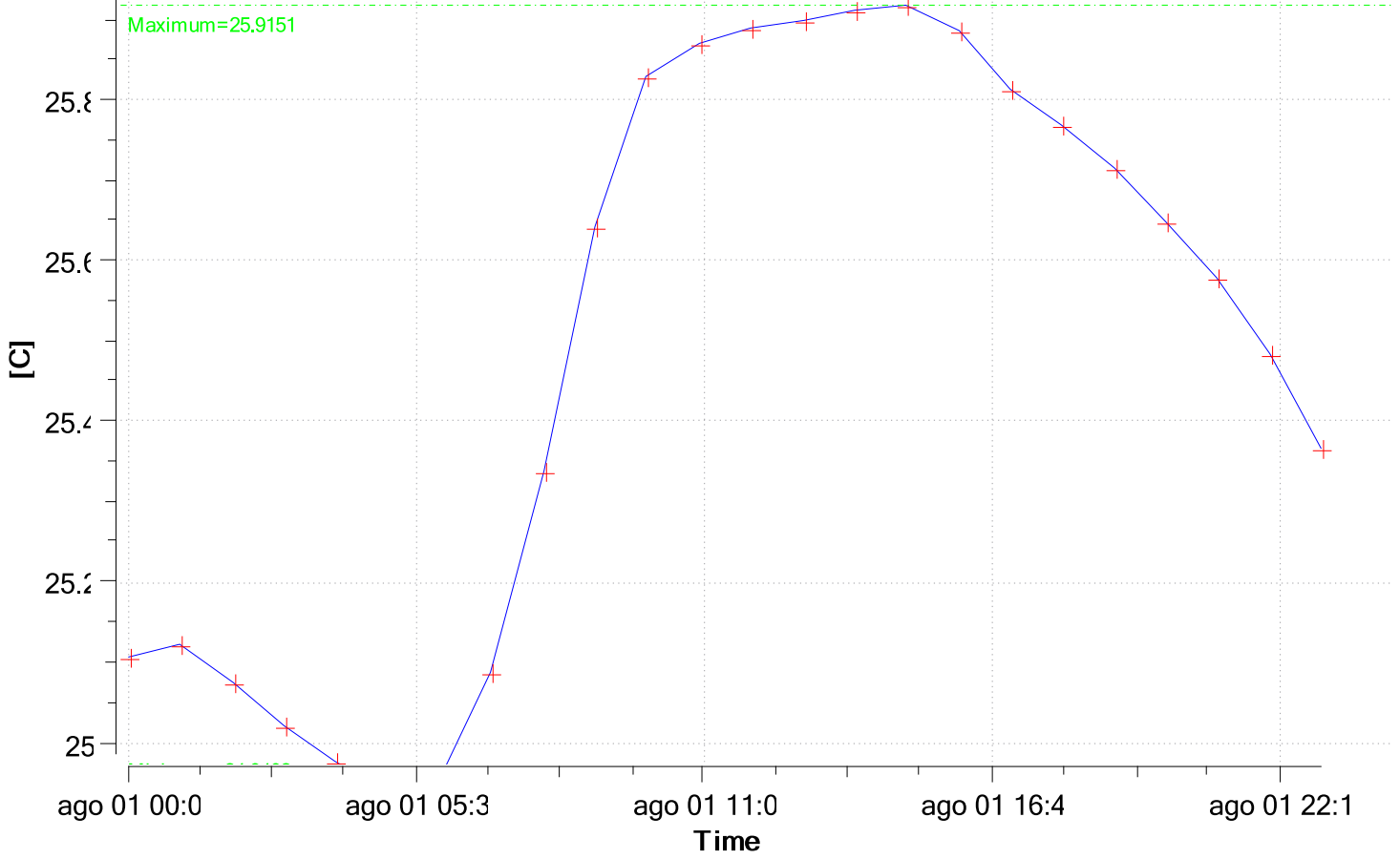


**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

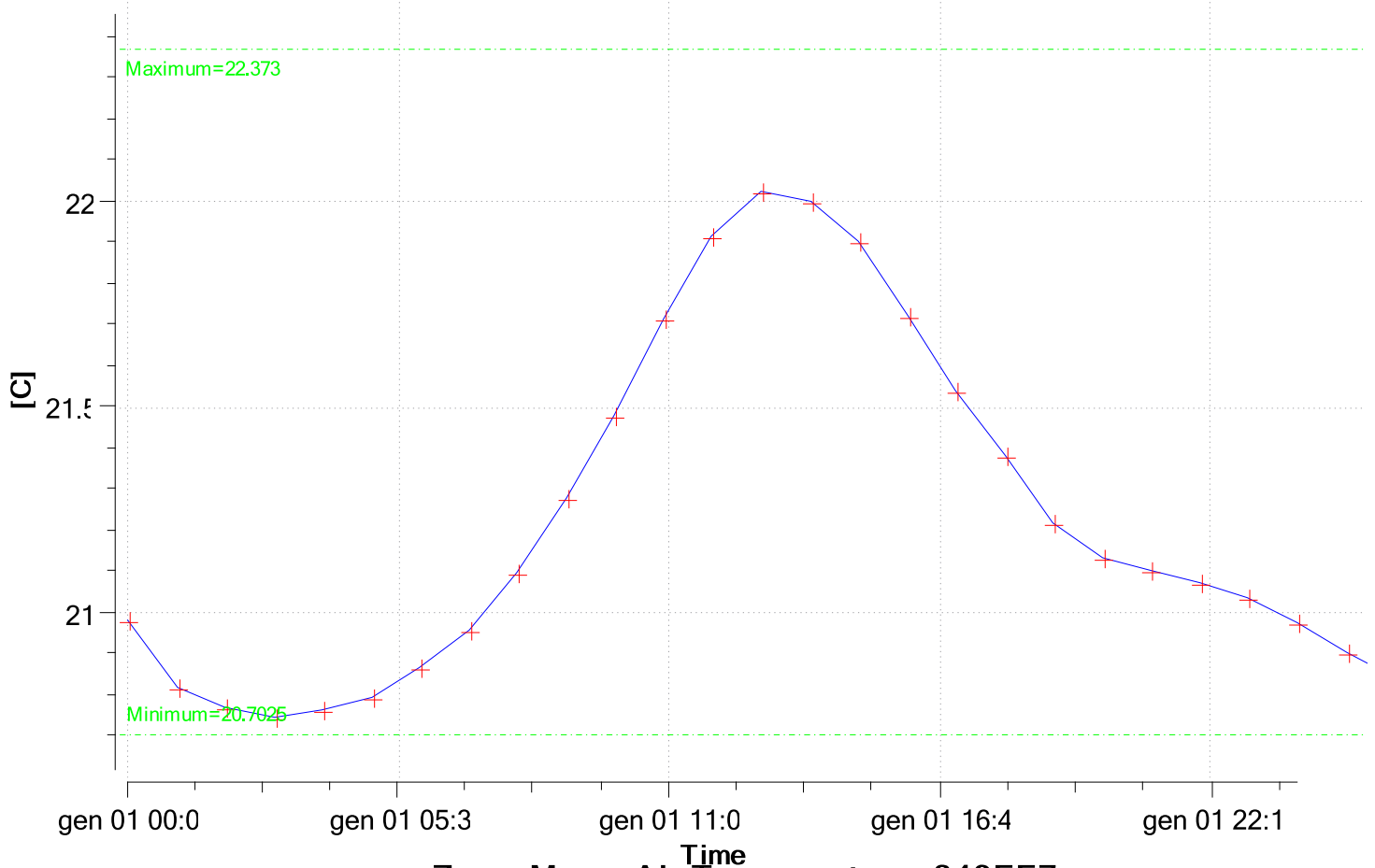
Roma ricambi/ora 0,08



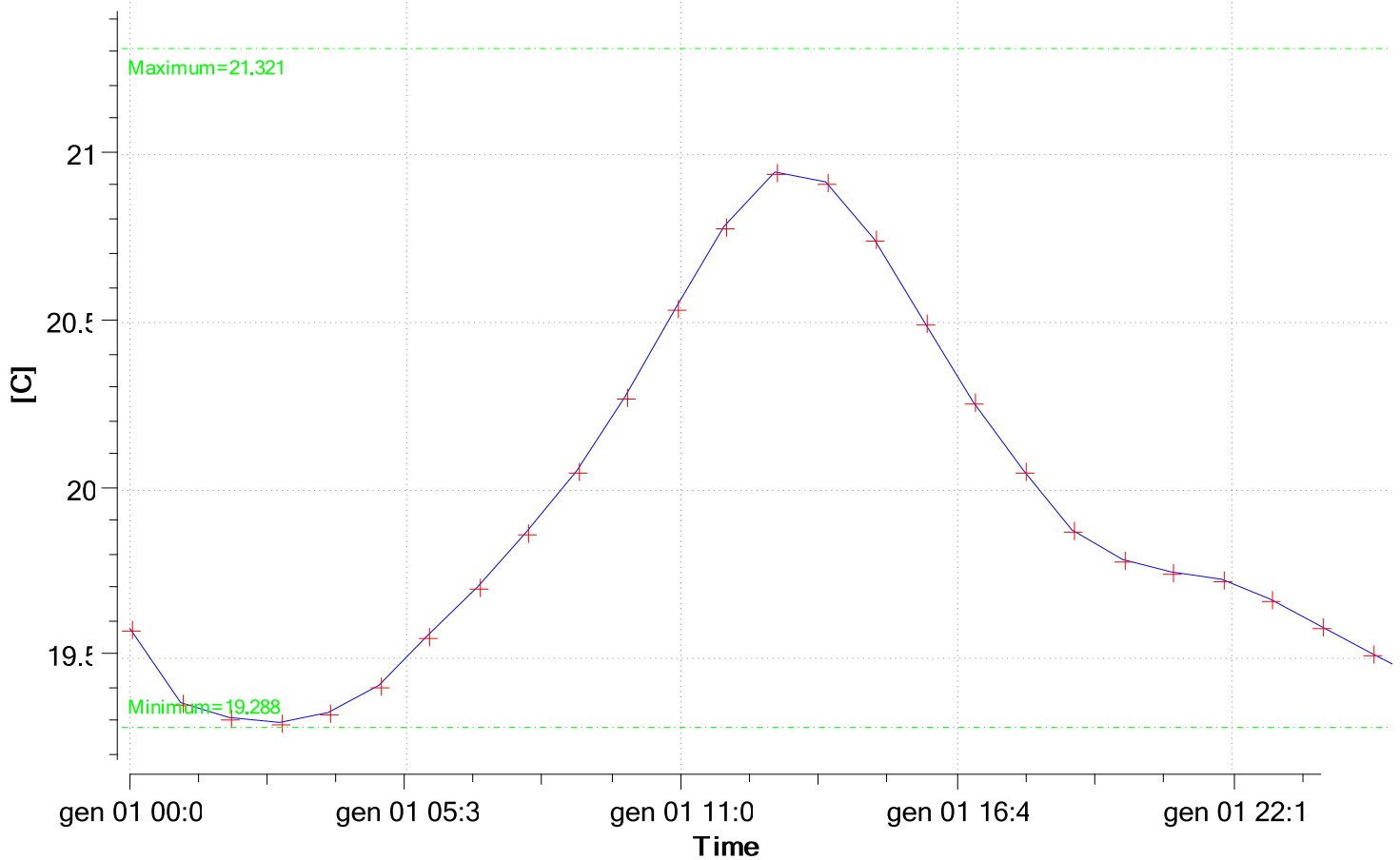
Roma ricambi solo notturni con schermatura  
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**



### Catania ricambi/ora 0,3 Zone Mean Air Temperature 349FF7

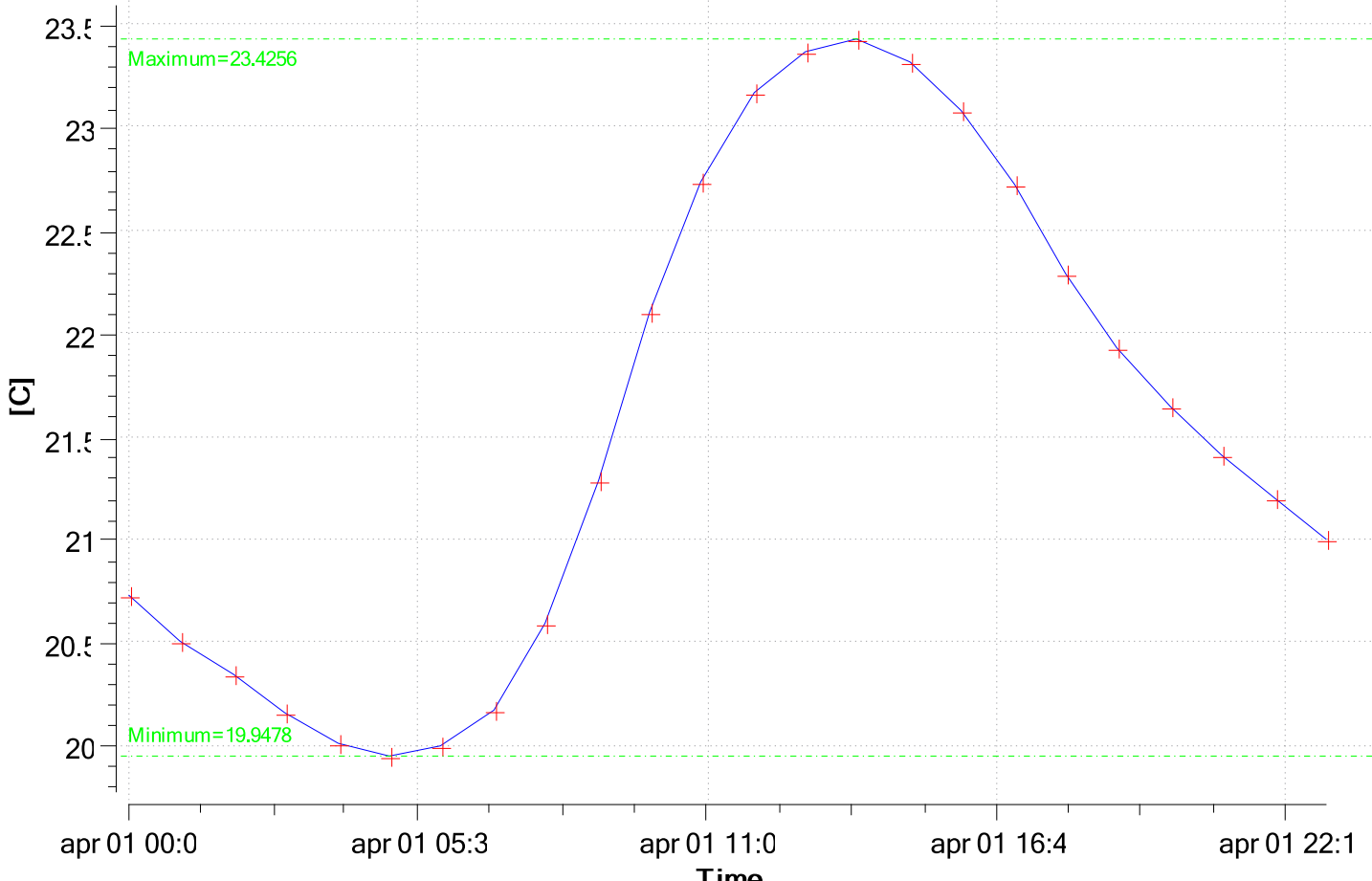


### Catania ricambi/ora 0,08 Zone Mean Air Temperature 349FF7



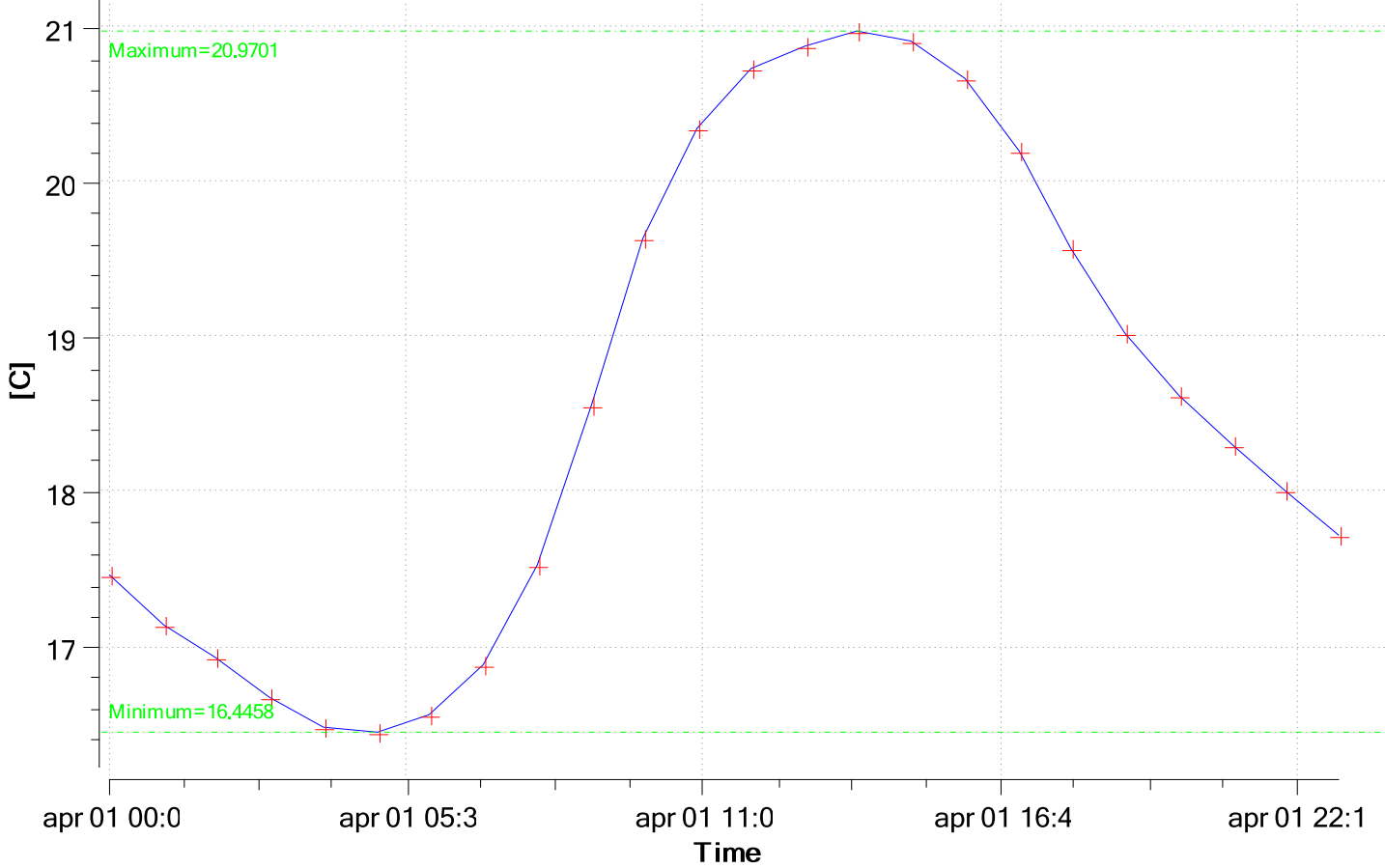
**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

Catania ricambi/ora 0,3

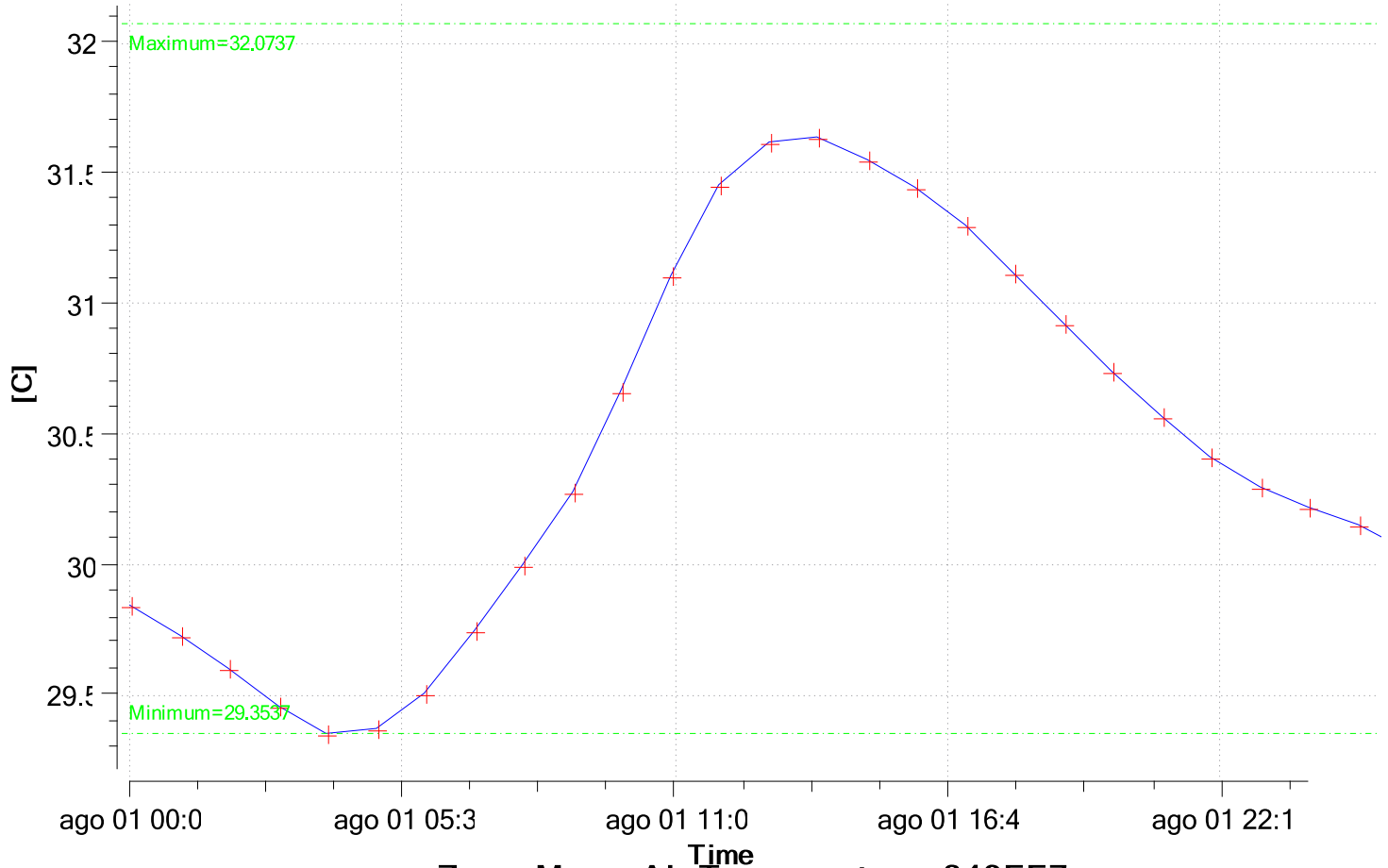


**Zone Mean Air Temperature 349FF7**

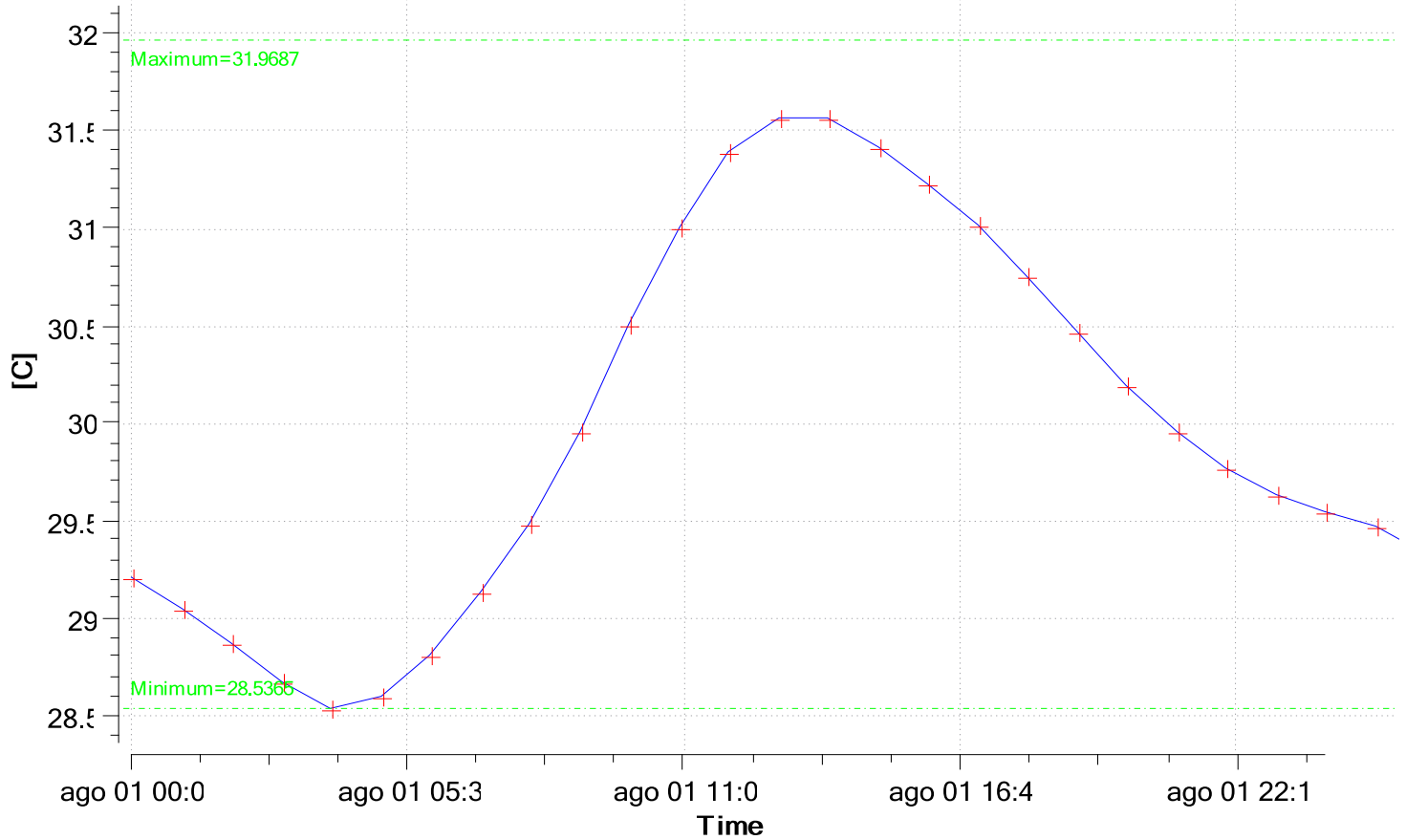
Catania ricambi/ora 0,08



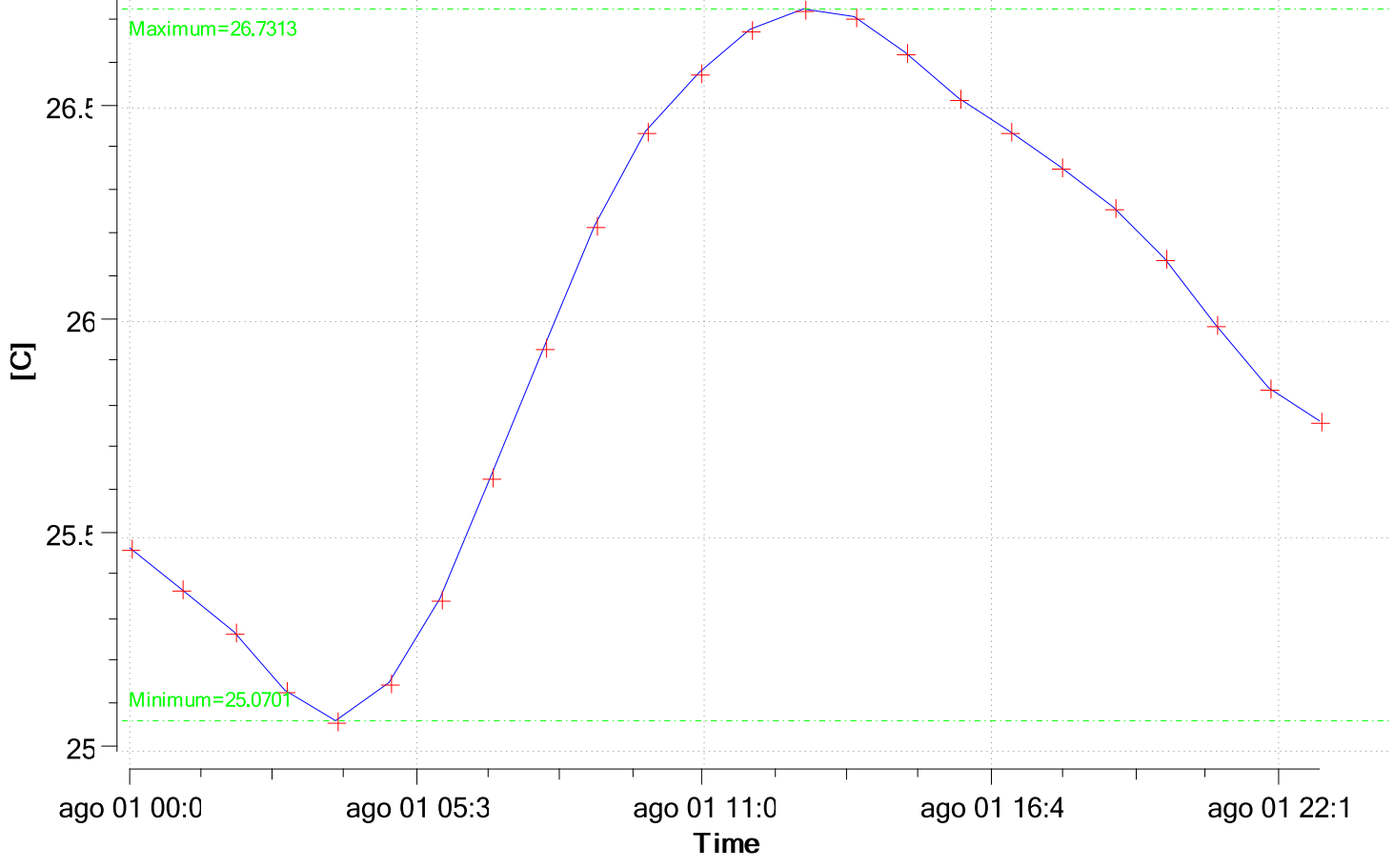
### Catania ricambi/ora 0,3 Zone Mean Air Temperature 349FF7



### Catania ricambi/ora 0,08 Zone Mean Air Temperature 349FF7



Catania ricambi solo notturni con schermatura **Zone Mean Air Temperature 349FF7**



## Incident global irradiation for the chosen location

Location: 41°53'34" North, 12°28'57" East, Elevation: 39 m a.s.l.,

Optimal inclination angle is: 35 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	T24h	NDD
Jan	1820	3130	3200	64	8.2	294
Feb	2820	4290	3930	57	8.5	255
Mar	4000	5110	3840	44	10.5	197
Apr	5280	5790	3400	29	13.0	81
May	6640	6510	2990	15	17.7	5
Jun	7420	6900	2670	8	21.6	1
Jul	7730	7370	2930	12	23.9	0
Aug	6640	7060	3630	25	24.3	0
Sep	4890	5970	4120	39	20.6	4
Oct	3300	4660	3970	52	17.4	61
Nov	2080	3450	3420	62	12.9	208
Dec	1630	2970	3160	66	9.5	266
Year	4530	5270	3430	35	15.7	1372

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m2/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m2/day)

H(90): Irradiation on plane at angle: 90deg. (Wh/m2/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

T24h: 24 hour average of temperature (°C)

NDD: Number of heating degree-days (-)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

*Milano, irradiazione solare*

## Incident global irradiation for the chosen location

Location: 41°53'34" North, 12°28'57" East, Elevation: 39 m a.s.l.,

Optimal inclination angle is: 35 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	T24h	NDD
Jan	1820	3130	3200	64	8.2	294
Feb	2820	4290	3930	57	8.5	255
Mar	4000	5110	3840	44	10.5	197
Apr	5280	5790	3400	29	13.0	81
May	6640	6510	2990	15	17.7	5
Jun	7420	6900	2670	8	21.6	1
Jul	7730	7370	2930	12	23.9	0
Aug	6640	7060	3630	25	24.3	0
Sep	4890	5970	4120	39	20.6	4
Oct	3300	4660	3970	52	17.4	61
Nov	2080	3450	3420	62	12.9	208
Dec	1630	2970	3160	66	9.5	266
Year	4530	5270	3430	35	15.7	1372

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m2/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m2/day)

H(90): Irradiation on plane at angle: 90deg. (Wh/m2/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

T24h: 24 hour average of temperature (°C)

NDD: Number of heating degree-days (-)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

*Roma, irradiazione solare*

## Incident global irradiation for the chosen location

Location: 41°53'34" North, 12°28'57" East, Elevation: 39 m a.s.l.,

Optimal inclination angle is: 35 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(90)	lopt	T24h	NDD
Jan	1820	3130	3200	64	8.2	294
Feb	2820	4290	3930	57	8.5	255
Mar	4000	5110	3840	44	10.5	197
Apr	5280	5790	3400	29	13.0	81
May	6640	6510	2990	15	17.7	5
Jun	7420	6900	2670	8	21.6	1
Jul	7730	7370	2930	12	23.9	0
Aug	6640	7060	3630	25	24.3	0
Sep	4890	5970	4120	39	20.6	4
Oct	3300	4660	3970	52	17.4	61
Nov	2080	3450	3420	62	12.9	208
Dec	1630	2970	3160	66	9.5	266
Year	4530	5270	3430	35	15.7	1372

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m2/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m2/day)

H(90): Irradiation on plane at angle: 90deg. (Wh/m2/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

T24h: 24 hour average of temperature (°C)

NDD: Number of heating degree-days (-)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

*Catania, irradiazione solare*

