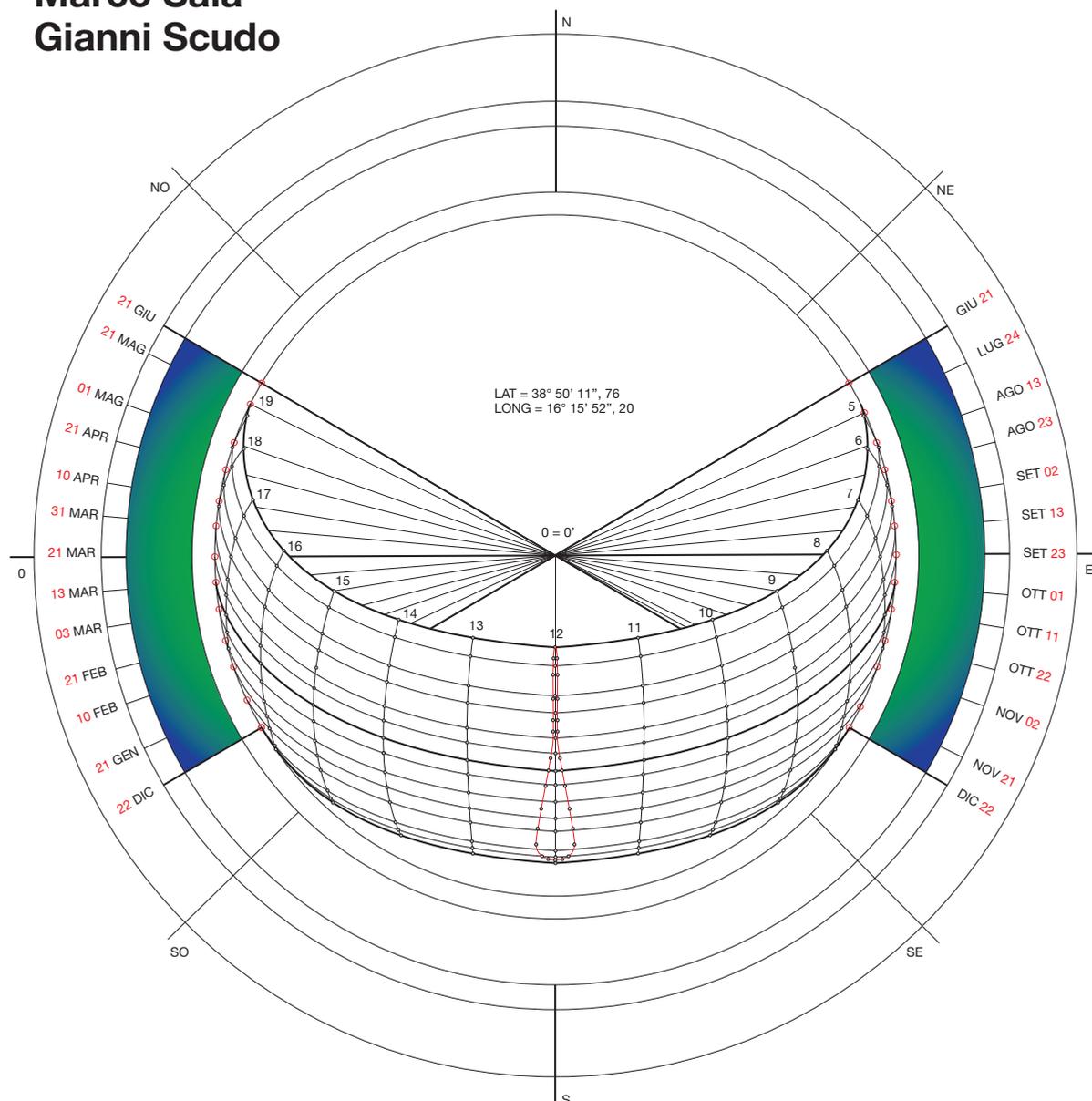


Almanacco

dell'Architetto

Costruire l'architettura

Federico Bucci
Federico Butera
Giovanni Calabresi
Fabio Casioli
Lorenzo Jurina
Massimo Majowiecki
Gianni Ottolini
Marco Sala
Gianni Scudo



**Viaggi
nell'Architettura**

Renzo Piano
con
Carlo Piano

Comitato scientifico

Renzo Piano
Milly Rossato Piano
Carlo Piano
Claudio Bertocchi
Marina Ines Scrosoppi
Federico Bucci
Franco Origoni

Coordinamento scientifico

Milly Rossato Piano
Shunji Ishida

Coordinamento editoriale

Franco Origoni

Coordinamento redazionale

Elena Spadavecchia

Alessandra Bergamini
correzione di bozze

**Progettazione grafica
e impaginazione**

Franco Origoni e Anna Steiner
Architetti Associati
con
Lorenza Perego
Roberta Cesani

Si ringrazia

per la lettura critica

Enrico Bona
Luciano Crespi
Emilio Faroldi
Anna Foppiano

Si ringrazia

per i testi tecnici

Milly Rossato Piano
Maria Salerno

e per la selezione immagini

Stefania Canta
Chiara Casazza
Shunji Ishida

© 2012
Proctor Edizioni S.p.a.

via Giovanni Livraghi, 1
40121 Bologna, Italy
www.proctoredizioni.it
info@proctoredizioni.it

ISBN 978 88 902 4670 8



Fondazione Renzo Piano

Questo libro è stato realizzato
con materiali recuperati
grazie al lavoro di catalogazione
e classificazione della
Fondazione Renzo Piano
e del
Renzo Piano Building Workshop

**Costruire
l'architettura**

Contributi scientifici

Federico Bucci

Federico Butera

con
Niccolò Aste
Maria Berrini
Giuliano Dall'Ò
Paolo Oliaro

Giovanni Calabresi

Fabio Casiroli

con
Alessandro Antonini
Alberto Conciato
Diego Deponte
Lorenzo Giorgio
Michela Magagnato
Pier Luigi Mantini
Italo Meloni
Emilio Merlo
Dante Presicce
Costantino Ruscigno
Francesco Sechi
Giulia Tacchini
Alessandra Terenzi

Massimo Majowiecki

con
Giovanni Berti

Lorenzo Jurina

con
Andrea A. Bassoli
Alice Filaretti
Valentina Mogenicato
Edoardo Radaelli
Daniele Rampoldi

Gianni Ottolini

con
Marta Averna
Mauricio Cardenas Laverde
Amanzio Farris
Yuri Mastromattei
Lola Ottolini
Matteo Pirola
Stefania Varvaro

Marco Sala

con
Leonardo Boganini
Lucia Ceccherini Nelli
Rosa Romano
Francesco Simoni
Milagros Villalta Begazo

Gianni Scudo

con
Ricciarda Belgiojoso
Antonella Bellomo
Alessandro Carelli
Valentina Dessì
Mario Grosso
Massimo Guazzotti
Alessandro Rogora

Coordinamento scientifico

Federico Bucci

Coordinamento editoriale

Franco Origoni

Coordinamento redazionale

Elena Spadavecchia
coordinamento,
ricerca e selezione
del materiale iconografico

Redazione

Carlo Piano
lettura redazionale

Milena Ardalic
redazione e rielaborazione grafica
dei disegni

Roberta Lanzalaco
redazione e rielaborazione grafica
dei disegni

Maddalena Scarzella
ricerca iconografica

Flora Di Tullo
illustrazioni "a misura d'uomo"

con il contributo
per la rielaborazione grafica

Silvia Greco
Filippo Andreoli
Mattia Besana
Saveria Petillo
Ilaria Rondina

Alessandra Bergamini
correzione di bozze

**Progettazione grafica
e impaginazione**

Franco Origoni e Anna Steiner
Architetti Associati
con
Lorenza Perego
Roberta Cesani

Si ringrazia

per la selezione immagini

Shunji Ishida

Si ringrazia

per la lettura critica

Enrico Bona
Luciano Crespi
Emilio Faroldi
Anna Foppiano

Questo almanacco è sorto da un sogno e dalla follia di averlo creduto realizzabile.

Il sogno era quello di proporre la redazione di un manuale di architettura a Renzo Piano di cui conoscevamo la storia professionale, le opere, l'itinerario, la poetica del costruire che l'aveva ispirato e con cui avevamo una grande identificazione.

Lui non aveva mai scritto o ideato opere che si proponevano di trasmettere e ordinare le regole e le norme del costruire e, anzi, aveva un atteggiamento quasi schivo dinanzi al sapere accademico e alle sue sistematizzazioni.

Lui amava definirsi "uomo di cantiere" e molti ricordano che mentre era impegnato nel grande progetto di ricostruzione di Potsdamer Platz si presentava spesso alle riunioni con gli stivali di gomma che portavano le tracce della sua provenienza dai lavori in corso.

Ma l'esperienza c'è ed è planetaria, pensavamo noi. Una così grande ricchezza di realizzazioni differenti e varie in tutte le parti del mondo, come poteva non essere comunicata?

Comunicata soprattutto ai giovani che ne possono trarre ispirazione e guida, ma anche ai meno giovani, ai curiosi, agli ascoltatori, a chi è disponibile ad accogliere un racconto di lavoro e di vita, di rigore e gioco che si combinano ciascuna volta in modo inedito e particolare.

Era il 2006 quando scrivemmo per la prima volta a Renzo Piano per proporgli la nostra idea.

Ricordiamo il primo incontro a Punta Nave con un'emozione molto forte. Lui era incuriosito e al tempo stesso consapevole della difficoltà del progetto, anche per i numerosi cantieri aperti nel mondo che richiedevano periodicamente la sua presenza.

Renzo Piano è un uomo gentilissimo ed esigentissimo al tempo stesso. Ironico e lieve, con un'attenzione alla parola e al dettaglio che solo i poeti hanno, quando, consapevoli dell'impossibilità della sinonimia, cercano in modo incessante la parola giusta fino alla trovata. Lui, nello stesso modo, insegue l'elemento, il dettaglio, il tratto che farà di un edificio qualcosa di unico e irripetibile. Questo grazie anche a un ascolto sensibile e attento alle particolarità del luogo, alla cultura del territorio dove dovrà sorgere la costruzione evocata dal disegno veloce e nitido della sua matita.

La bellezza struggente dello studio di Vesima, questo sperone di roccia di fronte al mare, la prua di una nave appunto, con dentro persone al lavoro, al telefono, al computer, impegnate in riunioni, il tutto mescolato a lingue e idiomi differenti, ci aveva trasmesso la sensazione di essere in un vero porto di mare. Molti i giovani, di tutte le nazionalità, presenti grazie alla Fondazione Piano che ogni anno accoglie "a bottega", attraverso l'attribuzione di numerose borse di studio, giovani architetti meritevoli da varie parti del mondo.

Le riunioni che si sono succedute dopo quel primo incontro, hanno visto il costituirsi, man mano, di un'équipe tendenziosa, nel senso che era formata da architetti, ingegneri, studiosi, docenti che si riconoscevano nella cifra stilistica di Renzo Piano e nei valori di cui lui si è sempre fatto portatore. Innanzitutto la consapevolezza che la terra è fragile e che quindi va tutelata, ascoltata e rispettata; l'uso di materiali antichi confezionati con modalità e tecniche moderne come il legno, la pietra, il vetro, la ceramica; la necessità della leggerezza e della luce; il rispetto per le diversità culturali e le tradizioni che vanno valorizzate e non uniformate.

Questa équipe ha rappresentato l'equipaggio di una nave immaginaria dove Renzo Piano, nelle bellissime riunioni di Genova, occupava il posto di skipper e ispirava i compagni di avventura con riflessioni, pensieri, racconti, aneddoti, ricordi che sono stati preziosissimi e fondanti per tracciare la rotta seguita in quattro anni di impegno e di lavoro.

Naturalmente questa nave non ha navigato sempre in acque calme e tranquille, ci sono state bonacce intervallate da momenti di navigazione spedita, poi tempeste, raffiche di vento a volte forti, a volte più lievi. A tratti si è temuto di aver perso la rotta, a volte si è rischiato di perdere di vista la cifra della navigazione, che è quella dell'approdo. Nessuno, d'altronde, quando salpa sa esattamente come e dove approderà.

Questa è proprio l'essenza dell'avventura umana. Non sapere già cosa accadrà, ma decidere di salpare lo stesso. In fondo è come guardare nel buio, per usare un'espressione di Marguerite Yourcenar cara a Renzo Piano. Chi osa guardare nel buio con insistenza e, come dice Piano, con un po'di insolenza, qualcosa può giungere a intendere.

Leggete questo Almanacco come un racconto di vita e di architettura, di arte del costruire e del raccontare, di testimonianze tecniche e poetiche, di materiali e colori, di città e paesi lontani, come un caleidoscopio che combinandosi con la luce rilascia un itinerario immaginario da seguire, quello della qualità e della bellezza.

Ringraziamo infinitamente Renzo Piano per la sua generosità intellettuale e tutti i protagonisti di questa bellissima avventura.

Almanacco dell'Architetto

da un'idea di
Renzo Piano

Costruire l'architettura

Giovanni Calabresi
Fondazioni

Lorenzo Jurina
Strutture in elevazione

Marco Sala
Involucro
Coperture

Massimo Majowiecki
Grandi coperture

Federico Butera
Comfort, energia e ambiente

Gianni Ottolini
Ambiente interno

Gianni Scudo
Ambiente esterno

Fabio Casiroli
Mobilità

Federico Bucci
Costruire nel tempo

Federico Bucci

professore di
“Storia dell’architettura contemporanea”
Politecnico di Milano

Franco Origoni

architetto, visual designer
professore di
“Allestimento e museografia”
Politecnico di Milano

Federico Butera

ingegnere, professore di
“Fisica tecnica ambientale”
Politecnico di Milano

Giovanni Calabresi

ingegnere, emerito professore di
“Geotecnica”
Università di Roma Sapienza

Fabio Casiroli

urbanista, professore di
“Pianificazione dei trasporti”
Politecnico di Milano

Lorenzo Jurina

ingegnere, professore di
“Tecnica delle costruzioni”
Politecnico di Milano

Massimo Majowiecki

ingegnere, professore di
“Strutture speciali”
Università Iuav, Venezia

Gianni Ottolini

architetto, professore di
“Architettura degli interni”
Politecnico di Milano

Marco Sala

architetto, professore di
“Tecnologia dell’architettura”
Università degli Studi di Firenze

Gianni Scudo

architetto, professore di
“Architettura ambientale”
Politecnico di Milano



La parola Almanacco deriva dall'arabo e comunemente si intende: calendario. Al-manākh è anche il luogo dove ci si ferma per abbeverare i cammelli, dove ci si scambia le merci, dove si parlano linguaggi simili ma anche diversi, e dove nascono nuovi rapporti e nuovi linguaggi comuni.

Questa impresa editoriale è nata consapevole che un manuale dell'architetto, rispetto alle fonti e agli strumenti di informazione e formazione contemporanea, mostra i suoi limiti e si è posta l'obiettivo ambizioso di andare oltre le nozioni/regole del progettare e di cercare un nuovo terreno nel rapporto fra arte e tecnica del costruire.

Ha fatto riferimento ad una tradizione delle scuole politecniche, che, mettendo insieme ingegneria e architettura, hanno fatto scelte innovative nella storia del Novecento ma che oggi possono e devono spingersi oltre, non soltanto nel proprio campo ma anche nel rapporto con gli altri settori del sapere (fisica, chimica, matematica, informatica, e anche letteratura, cinema, comunicazione, arte).

Se si parla di arte e tecnica del costruire si deve affrontare, nel progettare, il rapporto con il luogo dove si dovrà intervenire, il sito, non solo come contesto naturale ma anche spesso come sito archeologico. Non solo la natura può essere integrata con l'edificio, ma da essa si possono estrarre benefici climatici nella realizzazione del progetto.

Il contributo del Comitato Scientifico e di Renzo Piano è alla base del lavoro che ogni singolo autore ha svolto e che la Redazione si è sforzata di realizzare.

Un libro di parte, che tiene in considerazione il problema della fragilità della Terra e che parlando di metodi e tecniche dell'edificare, si pone il problema dei limiti e dei confini del costruire stesso. Si pone anche il problema del recupero e delle scelte, che portano a conservare o eliminare parti dell'esistente. Un libro che, mentre lo si scorre, mostra un edificio immaginario che cresce, che nasce nelle fondamenta, si erige nella struttura, si veste nelle parti esterne, si dettaglia nelle parti interne, si modifica e si configura nelle coperture.

Un edificio che si pone in un dialogo continuo con l'esterno, con il clima e con l'area naturale che lo circonda e che si pone anche il problema del rapporto con la mobilità sul territorio.

Ogni autore ha contribuito con la propria esperienza accademica, ma anche professionale, a delineare una parte di questo edificio immaginario.

Tutti i disegni e le tabelle sono stati ridisegnati, più di quattromila, e le immagini, più di duemila, sono state recuperate con una attenta ricerca negli studi professionali, negli archivi e nelle Fondazioni. Un lavoro collettivo in cui ognuno ha cercato di dare il proprio contributo senza prevaricare le competenze degli altri e con grande duttilità.

Renzo Piano ha proposto un viaggio nell'architettura scegliendo 15 fra i suoi progetti più significativi. Il viaggio è raccontato sotto forma di dialogo con Carlo Piano.

Una mongolfiera parte da Punta Nave, arriva a Parigi e compie il giro del mondo, America, Asia, Oceania e torna in Europa. Con modalità letterarie il viaggio sottolinea, con immagini, disegni e schizzi, le caratteristiche progettuali e di realizzazione dei singoli interventi.

Il materiale, spesso inedito, proviene dal lavoro di classificazione e catalogazione portato avanti dalla Fondazione Renzo Piano e dalla documentazione dell'attività di progettazione della Renzo Piano Building Workshop. Vengono volutamente sottolineati gli aspetti tecnici del costruire in sintonia per contenuti e fasi di realizzazione con i contributi di tutti gli autori.

Il lavoro puntuale di coordinamento scientifico di Federico Bucci ha permesso di commentare i testi dei singoli autori con riferimenti ed esempi di architettura contemporanea e, attraverso una serie di saggi 'Costruire nel tempo' in chiusura di ogni capitolo, ha approfondito alcuni degli esempi più significativi. Il lettore può mettere insieme nozioni e metodi anche diversi, seguiti nella realizzazione di un progetto, con verifiche storiche e contemporanee del Fare architettura e trarne un'opinione critica dal confronto.

Nel progetto editoriale la sfida è stata quella di fare un lavoro di redazione progettando con un attento coordinamento scientifico i contenuti delle pagine e successivamente dando loro una veste grafica in cui testo e immagini dialogano contestualmente nella pagina. Contenuti e veste grafica che, sommando aspetti scientifici e progettuali, fanno, forse, di questo libro un 'caso' editoriale unico tra saggistica e manualistica.

Franco Origoni

Fondazioni

a cura di
Giovanni Calabresi

Strutture in elevazione

a cura di
Lorenzo Jurina

∞

- 14 **Introduzione**
- 15 **Geologia e Geotecnica**
- 16 **Il terreno**
Origine delle terre
Caratteri fisici delle terre
Meccanica delle terre
Compressibilità, consolidazione, resistenza
Resistenza iniziale, a breve termine, dei terreni argillosi
Dinamica dei terreni e azioni sismiche
- 24 **La fondazione**
Funzioni e requisiti essenziali
Fattori e criteri di scelta progettuale
Fondazioni superficiali e profonde
Strutture di fondazione, soluzioni tipiche
Interazione terreno-struttura
Tipologia delle fondazioni superficiali o dirette
Tipologia delle fondazioni profonde
- 42 **Scavi di fondazione e strutture di sostegno**
Scavi liberi e armati
Equilibrio del fronte di scavo
Scavi in presenza di acqua
Opere provvisorie di sostegno
- 44 **Costruzioni in sotterraneo**
Scelta delle strutture di sostegno
Muri di sostegno
Paratie
Puntelli e tiranti
Effetti ambientali
- 50 **Sottofondazioni e consolidamenti del terreno**
Sottofondazioni
Consolidamenti per iniezione
Consolidamenti per miscelazione
Consolidamenti per addensamento
- 55 **Costruzioni su pendii**
Condizioni di equilibrio dei pendii
Fondazioni su pendii
- 57 **Fondazioni e strutture energetiche**
Principi
Pali
Platee e strutture di sostegno
- 58 **Indagini geotecniche**
- 60 **Appendice**
- 62 **Costruire nel tempo**
Le fondazioni
di Federico Bucci
- Ventuno mesi, dalla terra al cielo:
la costruzione dell'Empire State Building a New York
Il grattacielo sul giardino:
Lake Point Tower a Chicago
Architettura ipogea: il Museo del Tesoro di San Lorenzo a Genova
Sotto il giardino, nella Sierra norte di Madrid
Archeologia e architettura:
la scoperta del Teatro romano di Cartagena
- 88 **La struttura e i suoi parametri meccanici**
La geometria
Il materiale
I carichi
Fenomeni strutturali fondamentali
- 94 **Le scelte, la genesi e lo sviluppo della struttura**
Le scelte
La genesi
Le fasi della progettazione strutturale
Il rapporto ingegnere-architetto
Le norme tecniche vigenti
Lo sviluppo del progetto e dell'opera
- 101 **La geometria e gli schemi strutturali**
Dallo schema alla realtà e viceversa
Una classificazione geometrica delle strutture
Strutture iso-iper-ipostatiche
I programmi di calcolo numerico
Analisi di schemi strutturali frequenti
Tipologie strutturali con riferimento agli edifici sismo-resistenti
- 130 **I materiali strutturali**
Pietra, mattone e muratura
Il calcestruzzo
L'acciaio
L'alluminio e le sue leghe
Il legno massello
Il legno lamellare
Il vetro strutturale
Materiali fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP)
Le strutture in materiale misto
- 154 **I carichi applicati alle strutture**
Metodo semiprobabilistico agli stati limite
Azioni sollecitanti e loro combinazione
- 160 **Gli elementi strutturali**
Una classificazione basata sulla geometria
Una classificazione basata sui materiali
Elementi strutturali in cemento armato
Elementi strutturali in acciaio
Elementi strutturali in legno
Elementi strutturali in muratura
- 188 **I collegamenti strutturali**
I collegamenti nelle strutture in acciaio
I collegamenti nelle strutture in cemento armato
I collegamenti nelle strutture in legno
I collegamenti nelle strutture in muratura
- 202 **Ponti e grattacieli**
I ponti: strutture che si sviluppano in lunghezza
I grattacieli: strutture che si sviluppano in altezza
- 219 **Le strutture esistenti: patologie, diagnostica, consolidamento**
Dissesti delle costruzioni:
lesioni, deformazioni, crolli
Diagnostica: la scelta delle indagini
Le cause del dissesto e i criteri di intervento
Materiali innovativi del consolidamento
Consolidamento degli elementi strutturali
Opere provvisorie di sostegno
Il consolidamento sismico delle strutture
- 238 **Gli errori nelle strutture**
Errori nelle strutture in muratura
Errori nelle strutture in legno
Errori nelle strutture in cemento armato
- 250 **Costruire nel tempo**
Le strutture in elevazione
di Federico Bucci
- Muri tessuti nel cemento:
Frank Lloyd Wright, Ennis House, Los Angeles
"Sarebbe stupendo anche a Biarritz":
la Villa Savoye a Poissy
Baukunst in America: la Crown Hall di Mies
Struttura ideale, struttura reale:
il grattacielo italiano a Montreal
Strutture di pietra: una cantina in Provenza
Sostenuto dal twist:
il museo Mercedes-Benz a Stoccarda

Involucro
a cura di
Marco Sala

- 274 **Introduzione**
- 278 **Involucro Trasparente**
Infissi
Componenti di controllo solare
Serre e giardini d'inverno
Finestre a tetto, lucernari
Facciate vetrate continue
- 340 **Involucro Opaco**
Pareti verticali portanti e non portanti
Pareti verticali non portanti
Rivestimento esterno
Energie rinnovabili integrate nell'involucro
- 382 **Costruire nel tempo**
L'involucro
di Federico Bucci
- Glasarkitektur, 1914:
Paul Scheerbarth e Bruno Taut
Lisbon Story: il museo archeologico
nel Castello di São Jorge
Il principio del rivestimento:
il Magazzino Ricola a Mulhouse
La porta, la croce, l'aula: la chiesa
di San Giovanni Apostolo a Perugia
Tradizione e modernità del laterizio:
un nuovo laboratorio nel campus
della University of Pennsylvania
Dublino di pietra: OPW Building
La Farbiger Turm di Francoforte

Coperture
a cura di
Marco Sala

- 408 **Introduzione**
- 410 **Struttura**
Strutture di copertura in legno
Strutture di copertura in bambù
Strutture di copertura in laterizio armato
Strutture di copertura in acciaio
- 430 **Coperture inclinate**
Stratigrafia e prestazione
Coperture ventilate
Principali morfologie
Manto di copertura
- 445 **Coperture piane**
Tetto rovescio
Tetto verde
Pavimentazione di copertura
Coperture fotovoltaiche
Membrane impermeabilizzanti
- 455 **Tetti industriali**
Elementi prefabbricati per coperture
industriali
Shed per coperture industriali
- 460 **Complementi e lavorazioni**
Principali elementi tecnici aggiuntivi
- 468 **Costruire nel tempo**
Le coperture
di Federico Bucci
- La lezione del Giappone:
la Villa Imperiale di Katsura
James Stirling a Ronchamp, 1956
La misura della luce:
il Kimbell Art Museum a Forth Worth
Una piega di mattoni:
il Municipio di Fiumicino

Grandi coperture
a cura di
Massimo Majowiecki

- 486 **Introduzione**
Dal massivo al leggero
Arco, fune e trave
- 492 **Sistemi reticolari**
Evoluzione storica
Tipologie strutturali
Osservazioni sulla stabilità dell'equilibrio
per sistemi reticolari monostrato
Produzione e montaggio
- 523 **Sistemi tensostrutturali**
Tensostrutture in funi
Tensostrutture membranali
Materiali e particolari costruttivi
- 572 **Sistemi strutturali ibridi**
Le travi armate
Coperture tensegrity
- 582 **Sistemi di copertura mobili**
Introduzione e cenni storici
Classificazione delle coperture mobili
Le principali tipologie di coperture mobili
Particolari accorgimenti in fase
di progettazione
- 590 **Costruire nel tempo**
Le grandi coperture
di Federico Bucci
- Fulleriana: l'invenzione della cupola
geodetica
Le piccole onde in ferro-cemento
dell'ingegner Nervi
Legno strutturale:
il padiglione Expodach di Hannover

Ambiente internoa cura di
Gianni Ottolini**Comfort, energia e ambiente**a cura di
Federico Butera**Ambiente esterno**a cura di
Gianni Scudo

- 602 **Introduzione**
- 606 **Spazio interno e dimensionamento**
Spazio e misura
Tipologia degli interni
Il dimensionamento: spazio e gesto
- 632 **Materiali degli interni**
Materie e materiali
Materiali naturali
Materiali trasformati
Materiali generati
Materiali digitalizzati
Materiali informatizzati
Immateriali
Materiotecche
- 655 **Pavimenti e soffitti**
Pavimenti e dislivelli abitabili
Soffitti e controsoffitti
Relazioni pavimento-parete-soffitto
- 669 **Pareti tra esterno e interno**
Pareti opache
Pareti trasparenti
Pareti traslucide e grigliati
- 680 **Pareti interne**
Pareti fisse
Pareti mobili
Pareti manovrabili
- 694 **Serramenti e spazio interno**
Finestre. Geometria e posizione
Serramenti-parete. Sistemi di apertura
Serramenti attrezzati
Sistemi di ombreggiatura e oscuramento
Lucernari
Porte
- 718 **Comfort ambientale. Sistemi e terminali impiantistici**
Illuminazione naturale
Illuminazione artificiale
Ventilazione
Controllo della temperatura
Controllo dell'acustica
Gestione dei dispositivi per il controllo ambientale
- 740 **Costruire nel tempo L'ambiente interno**
di Federico Bucci

"Corso di arredamento modernissimo": un interno di Franco Albini a Milano
Ponti a Caracas: la Villa Arreaza
Impluvium de luz: la Caja General de Ahorros a Granada
Interno sul parco: la Millennium Library a Winnipeg
- 762 **I sensi e l'ambiente**
Premessa
Il comfort termico
Il comfort visivo
Il comfort acustico
- 787 **Principi di fisica dell'edificio**
L'edificio come sistema termodinamico
La trasmissione del calore
L'aria e il diagramma psicrometrico
Il bilancio energetico
L'energia primaria
L'energia incorporata nei materiali
- 796 **Parametri climatici e progettazione**
I principali parametri climatici
Aggregazione di dati climatici
Clima locale e strategie progettuali
- 801 **L'involucro come pelle**
L'involucro, la pelle e il metabolismo
Le basi della progettazione energeticamente consapevole
Gli strumenti della progettazione energeticamente consapevole
Il vetro
L'illuminazione naturale
- 835 **Impianti di climatizzazione e ventilazione**
Classificazione degli impianti
Impianti di ventilazione
Sistemi di distribuzione
Terminali degli impianti di climatizzazione
Controllo, regolazione e gestione
- 856 **Impianti idrici e di scarico**
Concetti generali
Produzione di acqua calda ed efficienza energetica
Gestione sostenibile delle acque di scarico
- 861 **Tecnologie e sistemi per la conversione dell'energia**
Generatori di calore a combustibile
La macchina frigorifera e la pompa di calore
Cogenerazione e rigenerazione
Impianti solari termici
Aerogeneratori di piccola taglia
Impianti fotovoltaici
- 876 **Certificare la qualità**
Certificazione energetica degli edifici
I metodi di valutazione della certificazione ambientale degli edifici
- 879 **Le sfide del XXI secolo**
Lo scenario
Edifici e insediamenti a energia zero
Ristrutturare l'edilizia esistente
- 884 **Costruire nel tempo Comfort, energia e ambiente**
di Federico Bucci

"The Well-Tempered Environment": il Larking Building a Buffalo
Impianti ornamentali: la mensa Olivetti a Ivrea
Tecnica o tradizione?
I Grandi Magazzini La Rinascente a Roma
Modernamente antico: il Museo-galleria Depero a Rovereto
- 900 **Controllo ambientale. Principi, strategie, suggerimenti progettuali**
Introduzione
La scena ambientale urbana
Principi e strategie di controllo ambientale
Comportamento ambientale delle morfologie urbane e criteri di progetto
Progettare la graduale qualità ambientale 'consonante' degli spazi urbani
Strumenti
Conclusioni
- 917 **Materiali e configurazioni per la mitigazione termica**
Comportamento energetico e proprietà fisiche dei materiali
Materiali ed elementi edilizi freddi
Configurazioni urbane e materiali
Materiali, configurazioni urbane di base e comfort: valutazioni semplificate delle prestazioni
- 934 **La vegetazione come elemento di mitigazione microclimatica**
Principi di mitigazione termica
Strutture vegetali urbane
Come scegliere le strutture verdi e gli alberi
Pareti verticali
- 952 **Materiali e configurazioni per la mitigazione acustica**
La propagazione in campo libero e le barriere acustiche
Rumori e suoni negli spazi urbani: dalla mitigazione ai paesaggi sonori
- 957 **Comfort luminoso e illuminazione artificiale negli ambienti esterni**
Principi di valutazione del comfort luminoso negli ambienti esterni
Contenimento dei consumi energetici e limitazione dell'inquinamento luminoso
Illuminazione delle zone pedonali e delle aree verdi
Illuminazione di strade e parcheggi
Illuminazione di edifici ed eventi
- 965 **L'aria: protezione ed elemento dinamico di mitigazione termica**
Principi di aerodinamica ambientale
Metodo di calcolo delle scie di vento per il progetto
Flussi d'aria a scala urbana
- 972 **Costruire nel tempo L'ambiente esterno**
di Federico Bucci

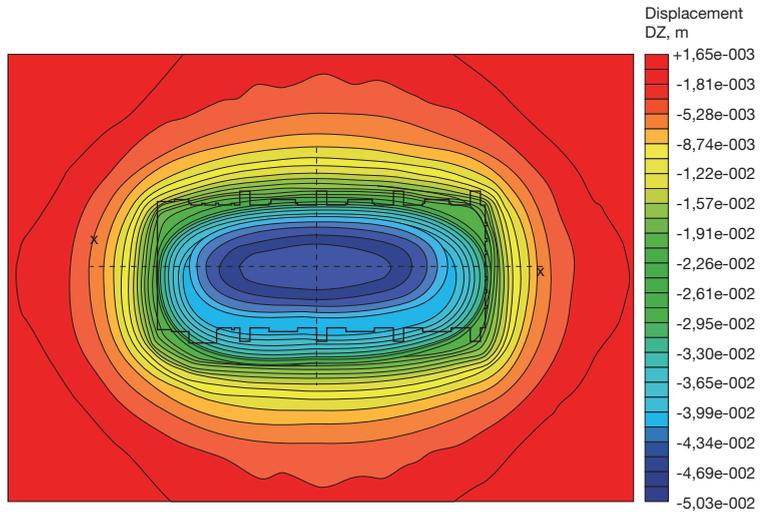
In cammino nel paesaggio attico, alla scoperta della classicità: la risalita all'Acropoli di Atene
Paesaggi lombardi: il Parco della Mondadori a Segrate
Architettura e poesia sulla sabbia dell'Atlantico: la Ciudad Abierta a Ritoque
Il 'grattacielo coricato' sulla spiaggia di Shenzhen

Mobilità

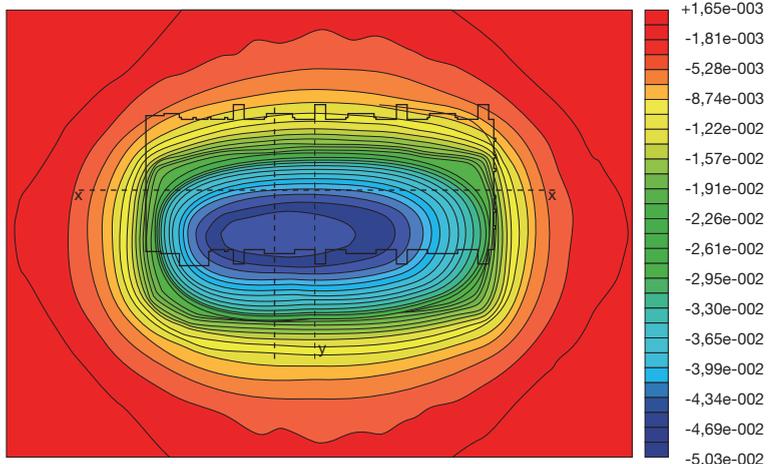
a cura di
Fabio Casiroli

- 986 **Edificio e contesto urbano**
Il Rinascimento della mobilità
Pianificare armonicamente territorio
e infrastrutture
Progetto e mobilità indotta
Pensare città eque e durevoli
La mobilità graduale
- 1000 **Il ruolo dei mezzi di trasporto pubblico**
Geometrie
Sistemi
- 1016 **Mobilità dolce: pedoni**
Il pedone
Il dimensionamento dei percorsi pedonali
Elementi meccanizzati di supporto alla
mobilità pedonale
Casi tipo. Metodologia di pianificazione
Supporti alla progettazione
- 1022 **Mobilità dolce: ciclisti**
Il contesto italiano e l'Europa
Reti di piste e itinerari ciclabili:
principi fondamentali
Parcheggi e altri servizi per la mobilità
ciclistica
- 1030 **Parcheggi**
Classificazione
Dimensioni e criteri progettuali
Ingressi e uscite
Parcheggi a raso
Parcheggi multipiano
Sicurezza
Pavimentazioni e segnaletica
Illuminazione
Normativa antincendio
- 1040 **Strade**
Tipologie stradali
Geometrie stradali
Intersezioni
Le rotatorie
Moderazione del traffico
- 1046 **Strumenti della Pianificazione Urbanistica**
La pianificazione urbanistica nel XXI secolo:
elementi di crisi e di scenario
Il caso Italia: gli strumenti strategici
di pianificazione urbanistica
- 1051 **Strumenti della pianificazione dei trasporti**
La pianificazione dei trasporti e i presupposti
sistemici di settore
La frammentazione della competenza
normativa in materia di pianificazione
dei trasporti negli Stati moderni
Gli strumenti strategici e operativi
di pianificazione dei trasporti
- 1056 **Costruire nel tempo**
La mobilità
di Federico Bucci
- Shanghai, Nanjing road:
un chiosco per i pedoni

Come esempio delle possibilità offerte dai mezzi di analisi numerica nella fig.60 sono illustrati alcuni risultati della modellazione del comportamento, in costruzione e in esercizio, di un edificio aeroportuale, con struttura metallica e fondazione superficiale a platea fig.59, fondato su un terreno moderatamente compressibile. Il modello ha permesso di prevedere gli spostamenti indotti nel terreno di fondazione e nelle strutture via via eseguite dallo scavo per un piano seminterrato, dalle fasi costruttive, dai carichi di esercizio e dalle sollecitazioni sismiche e di dimensionare correttamente le strutture di fondazione. In particolare è stato possibile mostrare la funzionalità della fondazione superficiale a platea, in alternativa a una soluzione su pali inizialmente prevista.

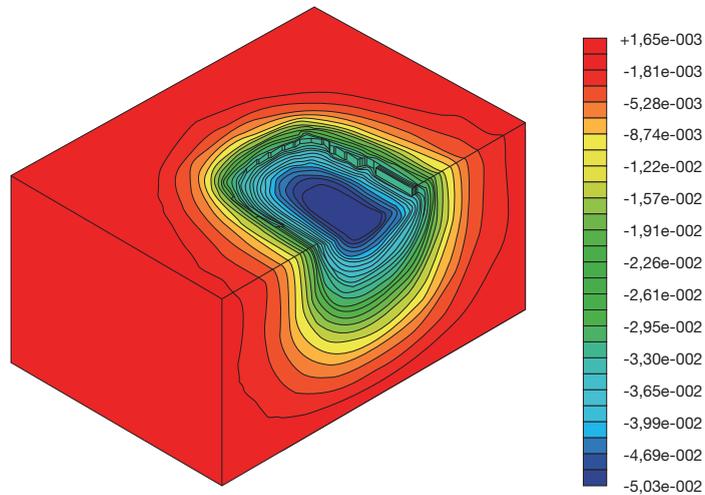


Cedimenti indotti dalla realizzazione della soletta



Cedimenti indotti dall'intero edificio

Fig. 60 Risultati della modellazione del comportamento della platea di Fig. 59



Tipologia delle fondazioni superficiali o dirette

Nei fabbricati in muratura la fondazione ha la forma di un allargamento della sezione muraria e si può assimilare a una rigida trave rovescia (*fondazioni continue*). Se anch'essa è realizzata in muratura, l'allargamento della base di appoggio è evidentemente modesto (Fig. 61). Negli edifici con struttura a pilastri i plinti in calcestruzzo armato hanno la forma di blocchi, a pianta quadrata o rettangolare. Per essere efficaci nella distribuzione del carico sul terreno devono essere rigidi; pertanto l'altezza non è generalmente inferiore a 1/3 circa della massima sporgenza dal bordo del pilastro portato (Fig. 62).

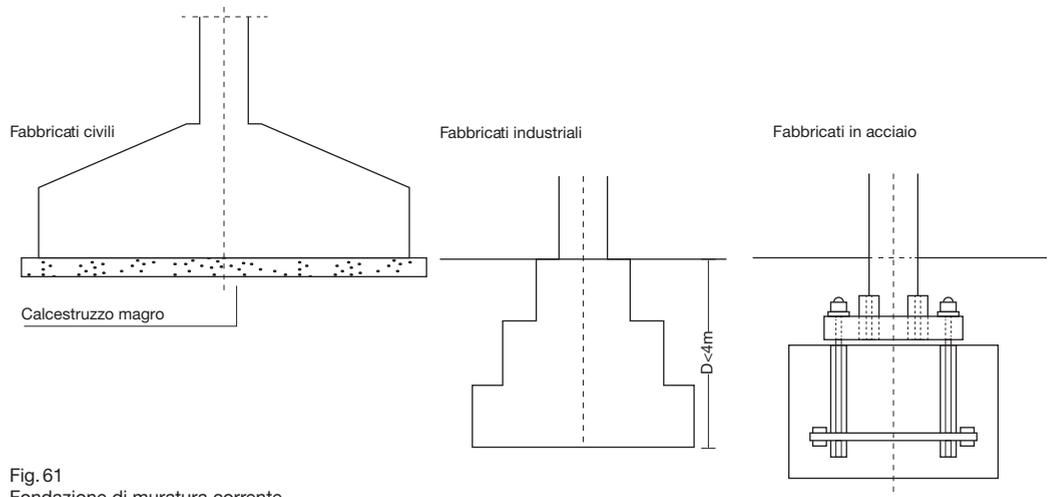


Fig. 61 Fondazione di muratura corrente

Le *travi rovesce* hanno in genere una sezione a **T** inverso (Fig. 63); la loro altezza è determinata dalla necessità di ottenere una rigidità longitudinale sufficientemente elevata per distribuire correttamente sul terreno i carichi applicati e limitare gli spostamenti differenziali dei pilastri. Come già detto, il comportamento della fondazione e la sua funzionalità dipendono più dalla sua rigidità strutturale che dal valore della pressione di contatto sul terreno; generalmente l'altezza delle travi rovesce contribuisce ad assicurare un buon comportamento della fondazione più che la larghezza della soola. Le *platee* sono realizzate in genere con solette in calcestruzzo armate a piastra, cioè nelle due direzioni (Fig. 64). Se la distanza tra le travi di bordo è troppo grande rispetto allo spessore della soletta per ottenere una sufficiente rigidità, s'inseriscono travi secondarie (Fig. 65).

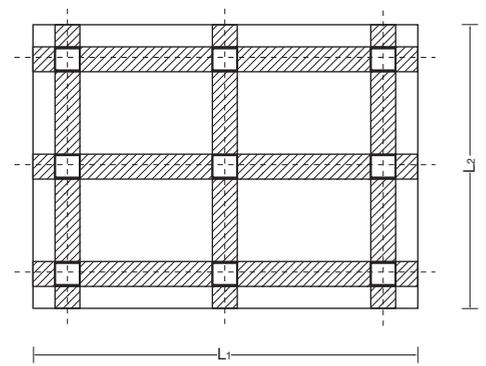
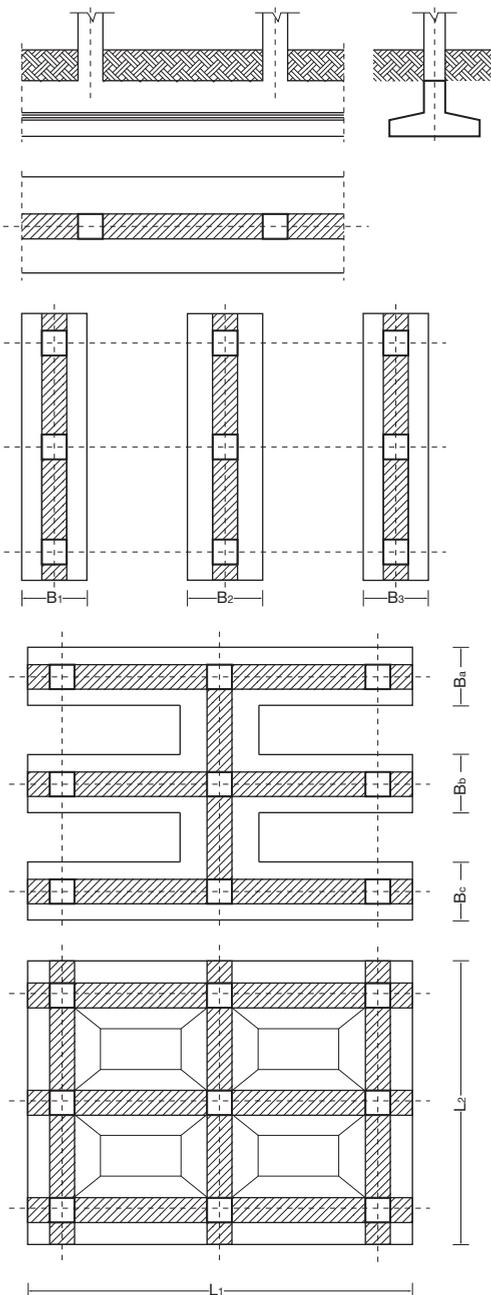
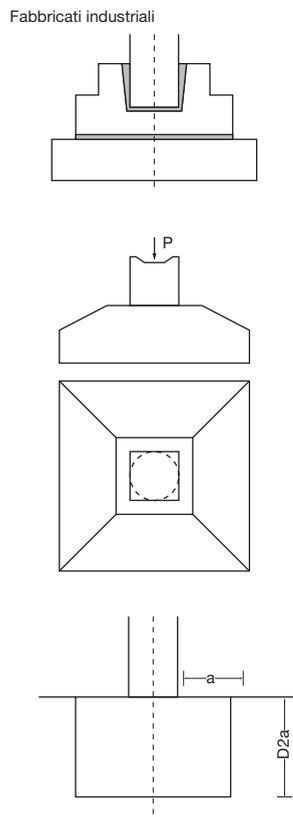


Fig. 64
Fondazione a platea nervata

Al riguardo interessanti possibilità sono oggi offerte dall'uso di blocchi prismatici di polistirene espanso (*Polistirene Espanso Sinterizzato* o *Geofoam*; peso 0.25-0.35 kN/m³ (25-35 Kg/m³), che permettono di realizzare platee cellulari molto rigide con risparmio di cassetture, impedendo anche la successiva penetrazione di acqua nelle celle (Fig. 65).

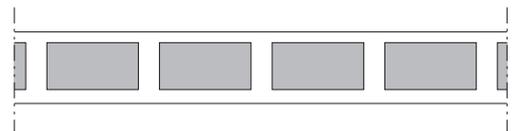


Fig. 65
Fondazione a platea scatolare, con blocchi di polistirene

La soluzione a platea diviene soprattutto interessante e conveniente quando l'edificio ha una maglia regolare di pilastri, non troppo distanziati. La presenza di uno o più piani interrati permette di evitare un incremento di carico totale sul terreno realizzando una fondazione compensata (Fig. 67). In questo caso è talvolta possibile sfruttare l'insieme delle travi e dei solai dei piani interrati per ottenere una sufficiente rigidità della struttura dell'edificio.

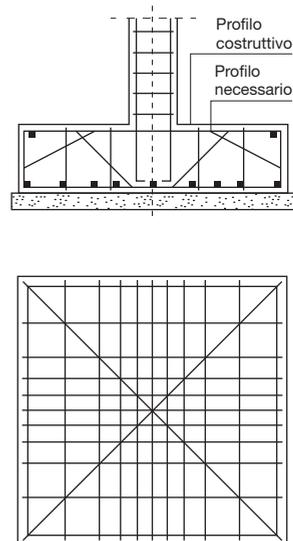


Fig. 62
Plinti isolati

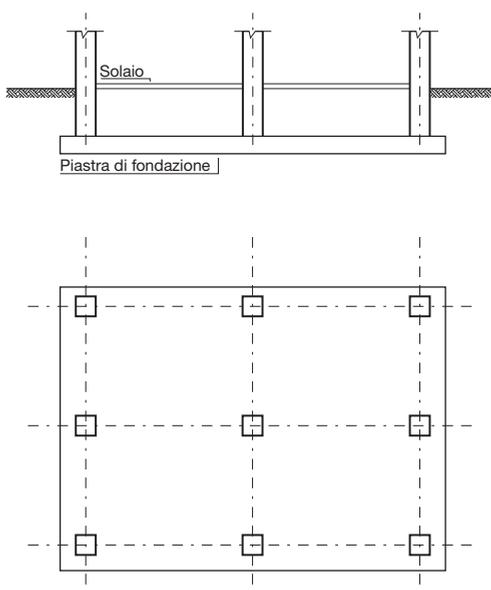


Fig. 66
Fondazione a platea

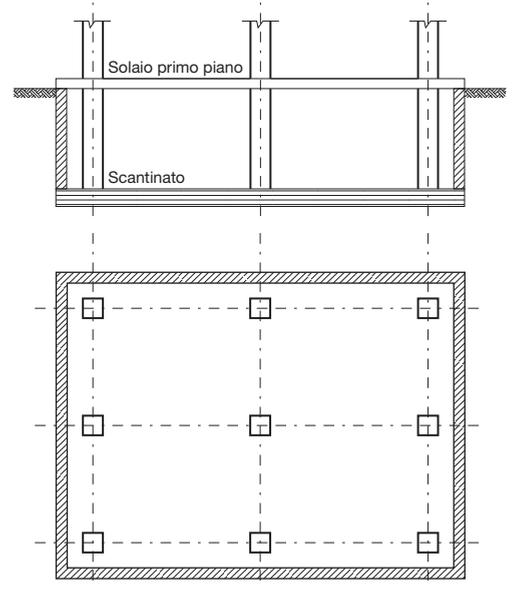


Fig. 67
Fondazione compensata

Vengono di seguito illustrati inoltre alcuni casi esemplificativi del passaggio concettuale tra la struttura reale e lo schema statico utilizzato in fase di calcolo progettuale.

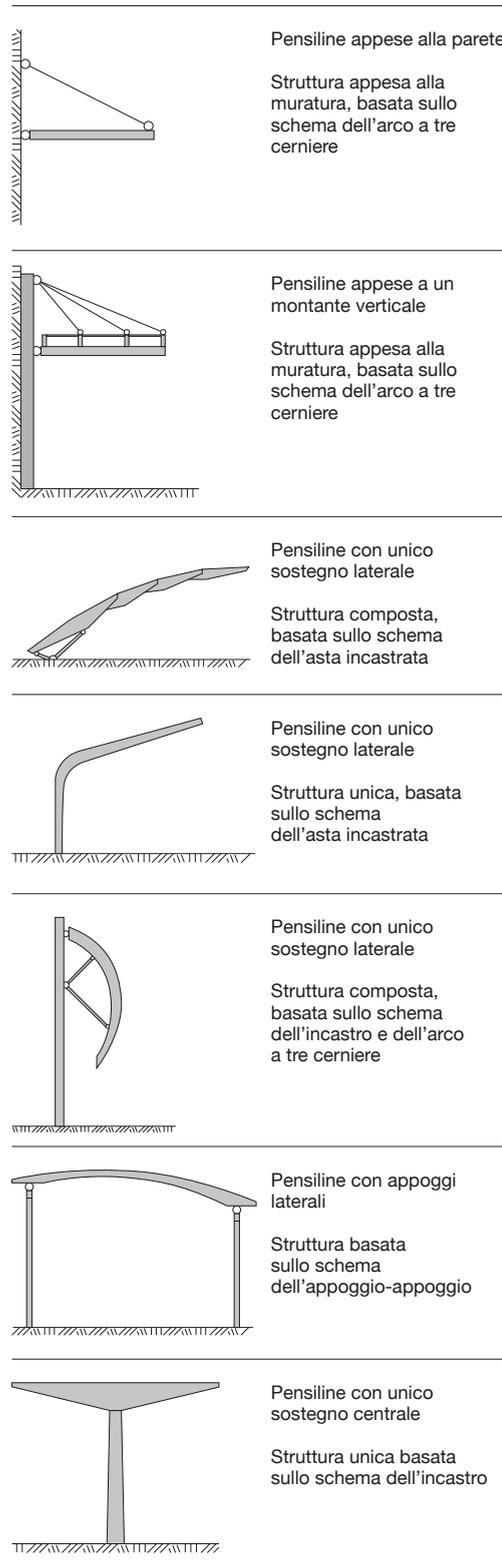
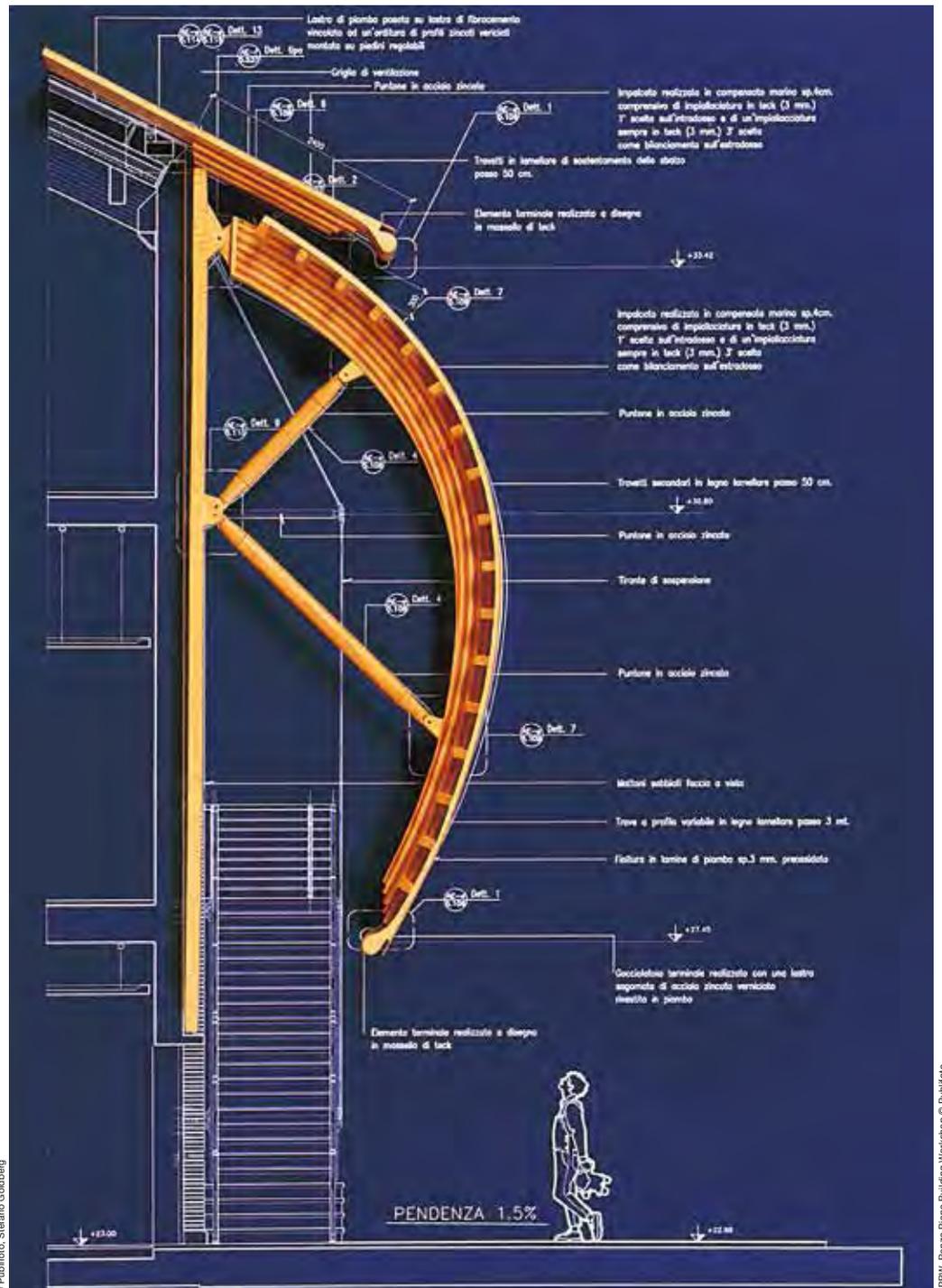


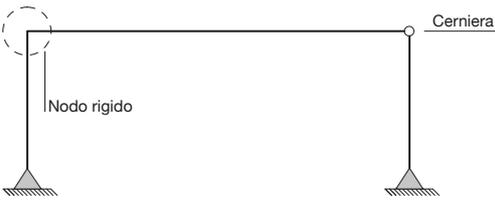
Fig. 50
Schemi strutturali di alcune tipologie di pensiline



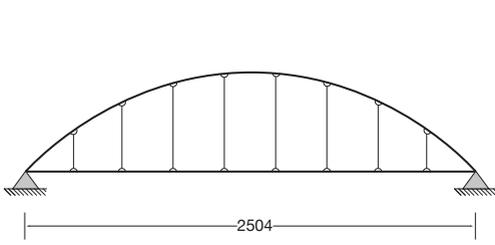
Figg. 51 - 53
Renzo Piano Building Workshop,
Parco della Musica,
Roma, 1994 - 2002



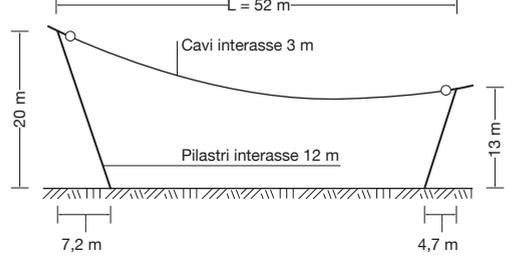
La geometria e gli schemi strutturali



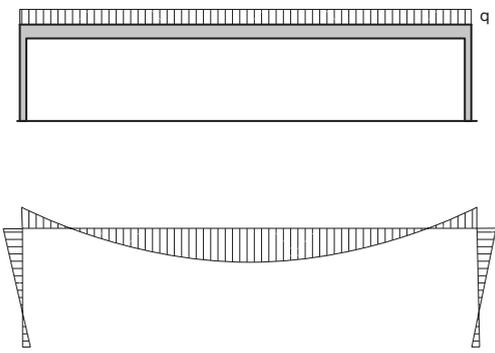
Figg. 54, 55
Carroponte
schemizzato a telaio



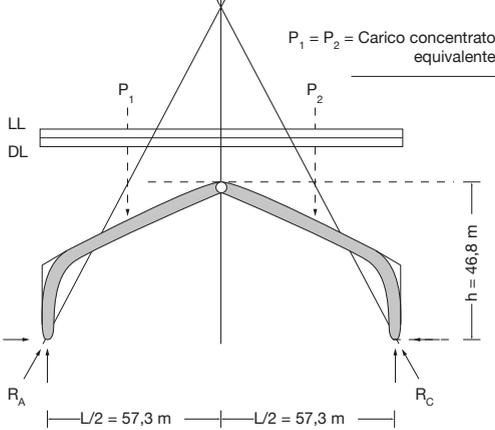
Figg. 56, 57
Santiago Calatrava, Ponte ad
arco, Reggio Emilia, 2007



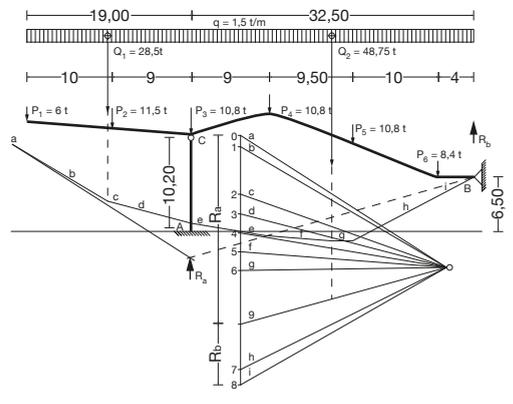
Figg. 58, 59
Eero Saarinen, Aeroporto
di Dulles, Washington,
USA, 1958-1962



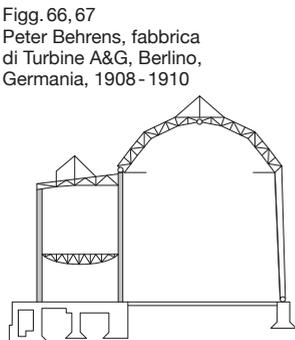
Figg. 60, 61
Ludwig Mies van der Rohe,
Crown Hall, IIT, Chicago,
USA, 1950-1956



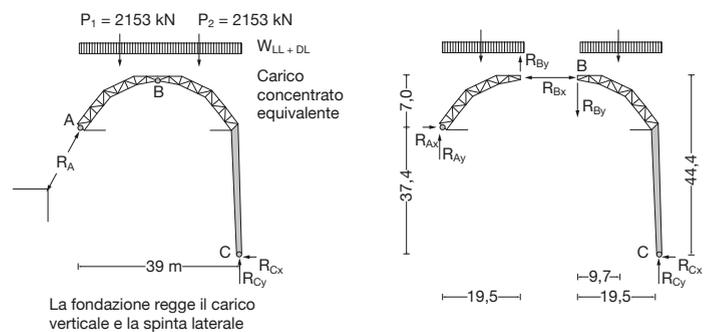
Figg. 62, 63
F. Dutert, C.L.S. Sauvestre, Galerie des Machines,
Parigi, Francia, 1889. Veduta dell'interno e analisi
delle forze per pieno carico permanente (DL)
e pieno carico accidentale (LL).



Figg. 64, 65
Calini, Montuori, Vitellozzi,
Stazione Termini di Roma, 1950



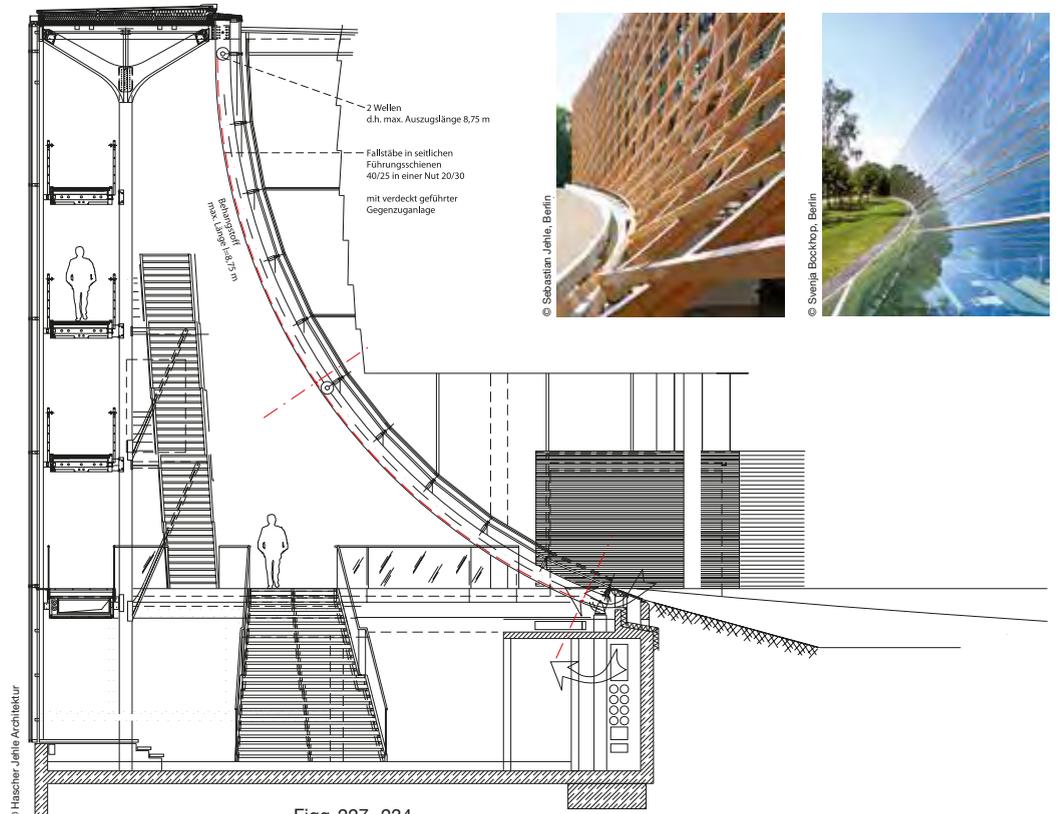
Figg. 66, 67
Peter Behrens, fabbrica
di Turbine A&G, Berlino,
Germania, 1908 - 1910



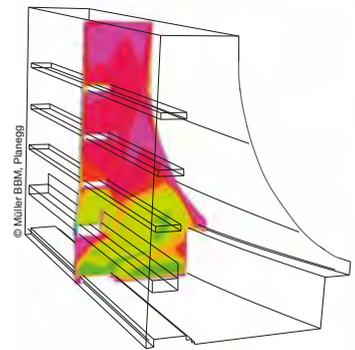
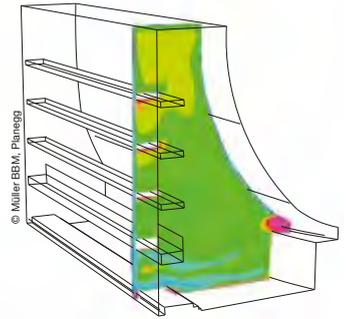
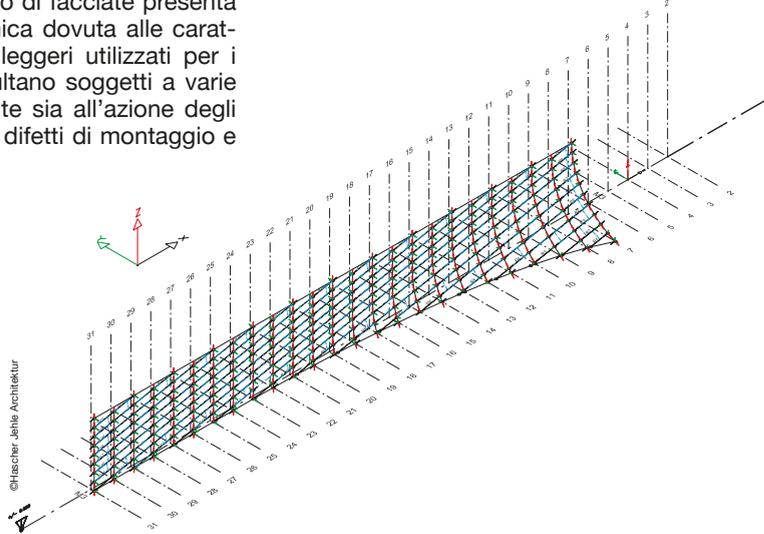
La fondazione regge il carico
verticale e la spinta laterale

Facciate continue

La facciata continua o curtain wall è un tipo di involucro leggero che, se opportunamente progettato, garantisce le medesime prestazioni energetiche di una parete esterna, assicurando una buona resistenza alle infiltrazioni di aria e acqua e buone prestazioni meccaniche, non portando altro carico che il peso proprio e la spinta del vento. Si tratta di tipologie di facciata caratterizzate dalla presenza di un sistema di pannelli sostenuti da uno scheletro, in genere di acciaio, collegato alla struttura portante dell'edificio³⁴ (Figg. 235 - 239). Gli infissi così formati supportano riempimenti vetrati od opachi; in quest'ultimo caso le parti opache possono essere tamponate con lo stesso tipo di vetro scelto per le parti trasparenti, con l'aggiunta nella parte posteriore di un pannello isolante. Questo tipo di facciata permette un forte interscambio visivo e l'ingresso di una grande quantità di luce negli ambienti adiacenti, e attraverso l'integrazione di infissi mobili può consentire la ventilazione degli ambienti interni (Figg. 227 - 234). Poiché la facciata in questo caso non ha nessun ruolo strutturale, i pannelli in vetro risultano essere sollecitati solo a trazione e quindi non sono soggetti a fenomeni di instabilità dovuti alla snellezza. Il sistema di struttura a montanti e traversi è caratterizzato dalla presenza di una griglia costituita da elementi orizzontali e verticali disposti secondo uno schema classico, dove montanti e traversi sono installati in modo isolato in cantiere secondo lo schema definito a scala, in cui una trama (campata) su due viene realizzata in stabilimento sotto forma di scala e solo i traversi sono assemblati in cantiere³⁵. Questo tipo di facciate presenta una scarsa inerzia termica dovuta alle caratteristiche dei materiali leggeri utilizzati per i tamponamenti, che risultano soggetti a varie forme di degrado dovute sia all'azione degli agenti atmosferici sia a difetti di montaggio e di messa in opera.



Figg. 227 - 234
Hascher Jehle
Architektur / Berlin,
uffici LSV, Landshut,
Germania, 2000 - 2003

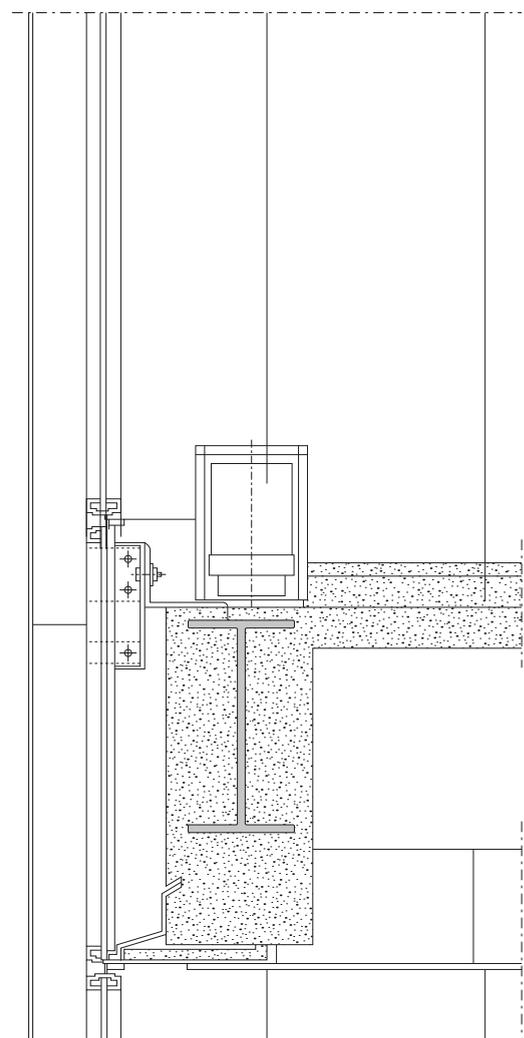
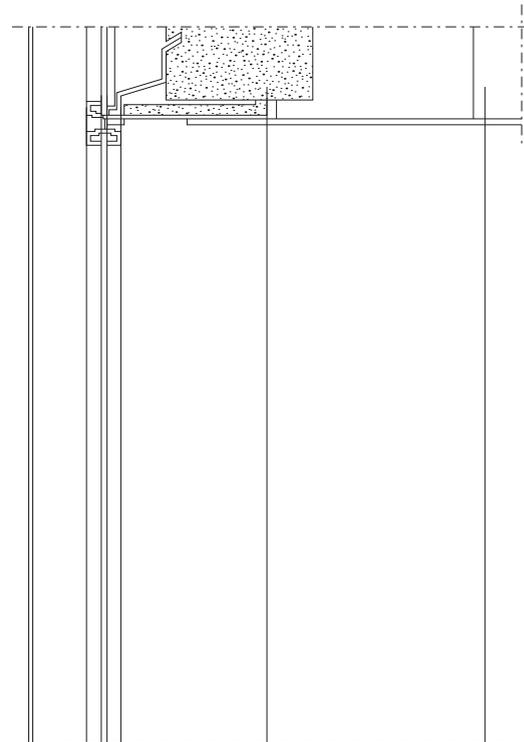
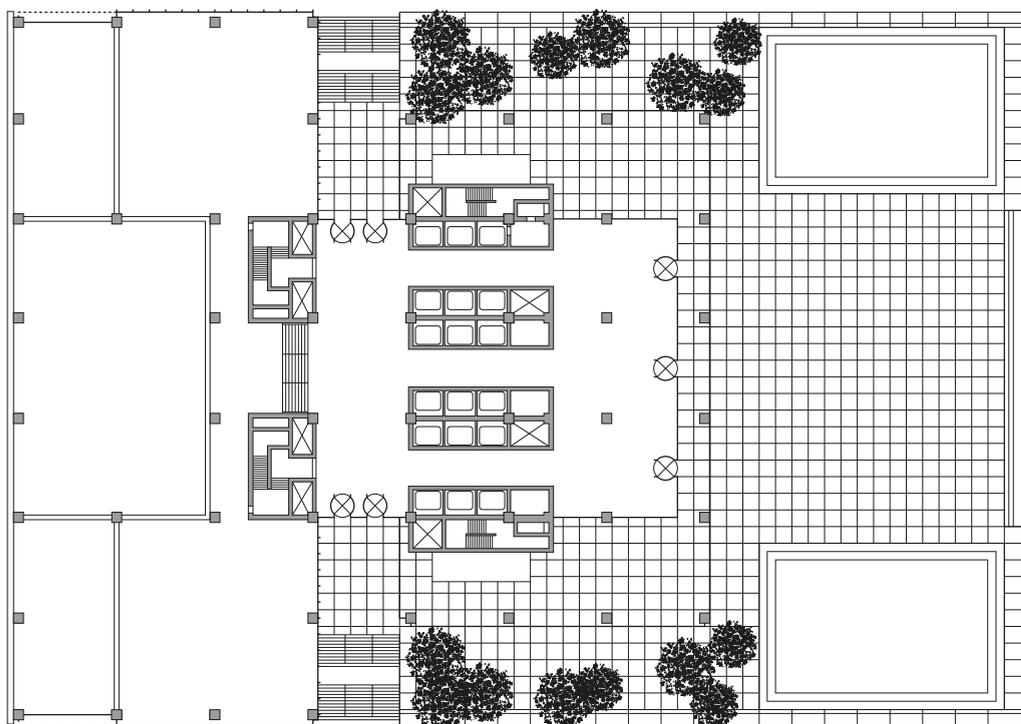


34 Il telaio di supporto è collegato alla struttura del solaio tramite elementi che permettono la regolazione nelle tre dimensioni, per assorbire le tolleranze dimensionali proprie dell'edificio, della tecnologia degli infissi, della tecnologia di assemblaggio. Gli ancoraggi al solaio possono a loro volta essere sul fronte dell'edificio, all'estradosso o all'intradosso. Se i pannelli sono ubicati sul filo esterno della struttura portante, il sistema di chiusura si definisce a cortina. Se invece la parete è inserita tra due muri o pilastri ed è passante solo rispetto ai solai, si definisce facciata a cortina inserita verticalmente. La parete semi inserita, o semi-passante o a semi-cortina ha una parte dello spessore esterna alla struttura portante. Da: G. Franco, L'involucro edilizio. Guida alla progettazione e manutenzione delle chiusure verticali portanti e portate, EPC LIBRI, Roma, 2003

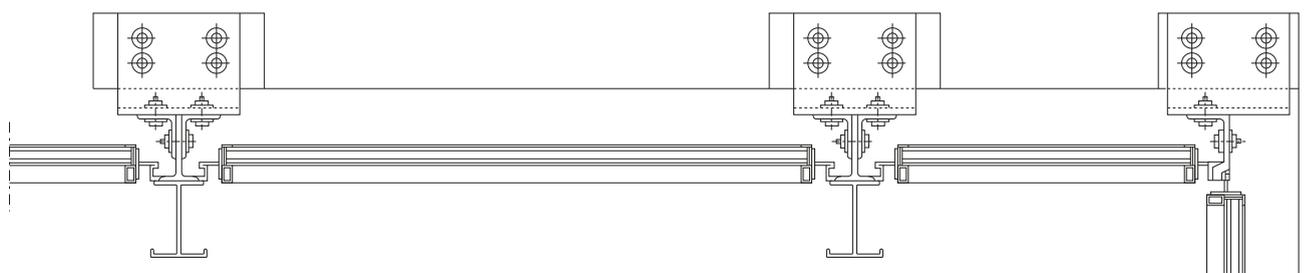
35 G. Paganin, Facciate leggere, Sistemi Editoriali, Napoli, 2009



Involucro trasparente



Figg. 235 - 239
Ludwig Mies van der Rohe,
Seagram Building,
New York, USA, 1954 - 1958



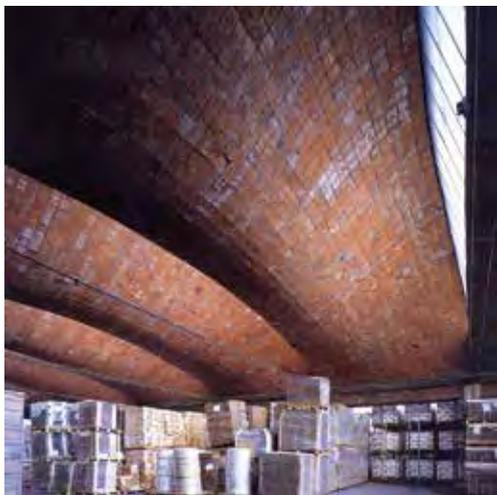
Shed per coperture industriali

Lo shed e le sue evoluzioni

L'utilizzo degli shed è originariamente connesso ai sistemi costruttivi dedicati all'industria. Lo shed nasce dalla necessità di diffondere in modo sufficientemente uniforme la luce naturale in edifici di grandi dimensioni, le cui parti centrali possono essere illuminate solo tramite la copertura (Figg. 230 - 233).

Con lo sviluppo della tecnologia dei lucernari, lo shed ha perso la sua caratteristica di elemento architettonico necessario e ha assunto quella di componente evoluto, per le specifiche prestazioni illuminotecniche che è in grado di offrire e per l'innovazione delle modalità di realizzazione (Figg. 234 - 238).

Le funzioni dello shed sono quelle di massimizzare l'utilizzo di luce naturale, fornire un'illuminazione di qualità e contribuire alla ventilazione degli ambienti.



L'inclinazione dello shed, quando la finestra a tetto è orientata a est o a ovest, permette di aumentare le ore della giornata in cui l'ambiente riceve luce naturale: la posizione verticale delle parti trasparenti è rivolta direttamente verso il sole all'orizzonte, nelle ore mattutine (shed rivolto a est) o serali (shed rivolto a ovest).

La qualità della luce fornita dallo shed deriva dal principio dell'effetto parete: la luce riflessa da un elemento architettonico opportunamente configurato e da una superficie convenientemente trattata è generalmente migliore della luce diretta.

Questo principio determina l'impiego di shed in campo industriale, anche se non più come elemento indispensabile a portare la luce: un lucernario a cupolino o uno centinato sono in grado di fornire una quantità di illuminazione naturale superiore, con elevati livelli di prestazione anche dal punto di vista dell'isolamento termico e acustico e di tenuta all'acqua.

La funzione dello shed è anche quella di garantire, quando è apribile, un sufficiente grado di ventilazione degli ambienti, talvolta anche in caso di pioggia: la configurazione classica dello shed, contribuendo da un lato a diffondere la luce, permette dall'altro di favorire l'espulsione di fumi dagli ambienti.

La possibilità di realizzare shed separatamente dalla copertura ha trasformato un 'pezzo' dell'edificio in un componente tecnologico che, attraverso la regolazione della luce naturale, permette di ridurre i consumi elettrici.

Nell'ultimo decennio sono stati prodotti elementi che integrano pannelli fotovoltaici nel lato orientato a sud, trasformando gli shed in componenti attivi in grado di produrre parte dell'energia necessaria all'edificio.

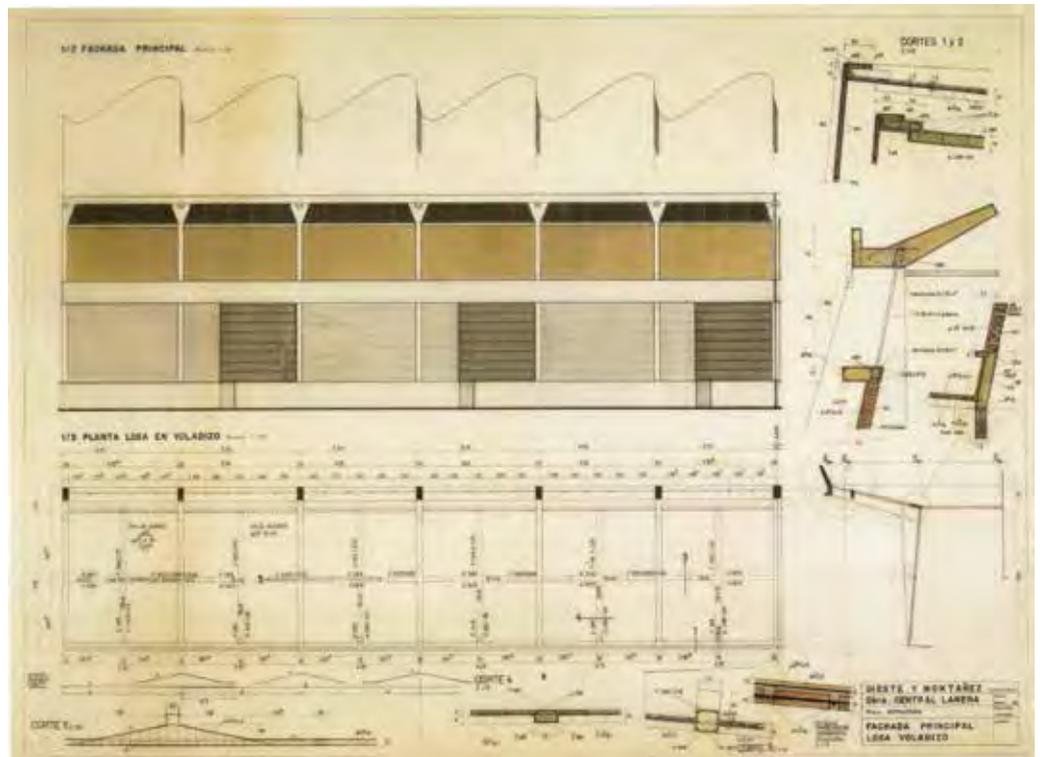
Componenti shed

Gli shed utilizzati in coperture prefabbricate in calcestruzzo precompresso sono realizzati con gli elementi prefabbricati che costituiscono la copertura e, a questo proposito, si distinguono in due tipologie, secondo le modalità costruttive e le esigenze di illuminazione.

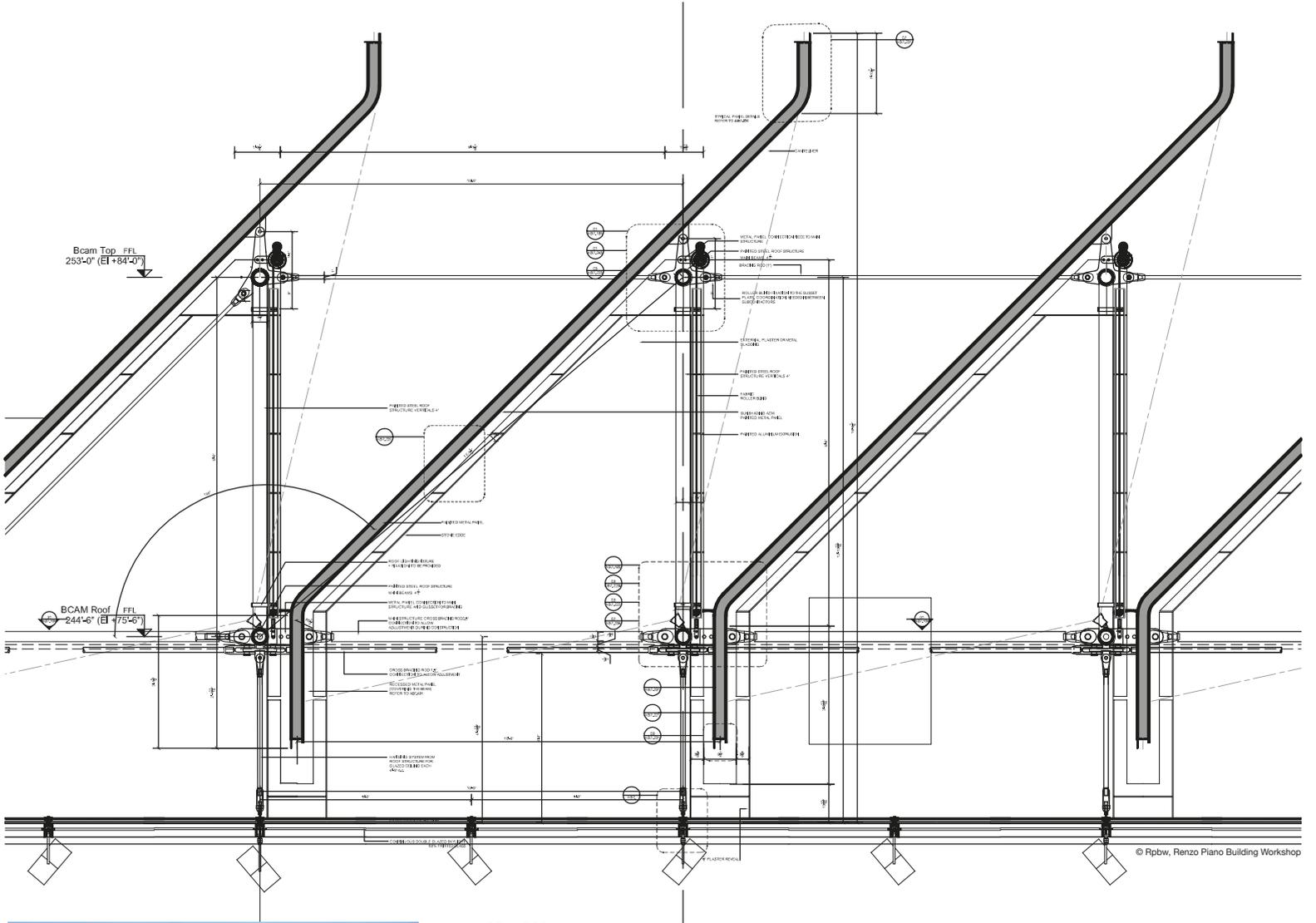
- Shed costituiti da coppelle, integrati attraverso rotazione sui tegoli e appoggiati all'infisso dalla parte trasparente. In questo caso l'estensione dello shed può essere limitata e distribuita seguendo il passo modulare delle coppelle (generalmente 2,5 m).

- Shed costituiti da tegoli asimmetrici che circoscrivono lo spazio entro il quale è fissato l'infisso della parte trasparente. In questo caso l'estensione è unica e deve forzatamente seguire quella del tegolo asimmetrico (anche oltre i 20 m).

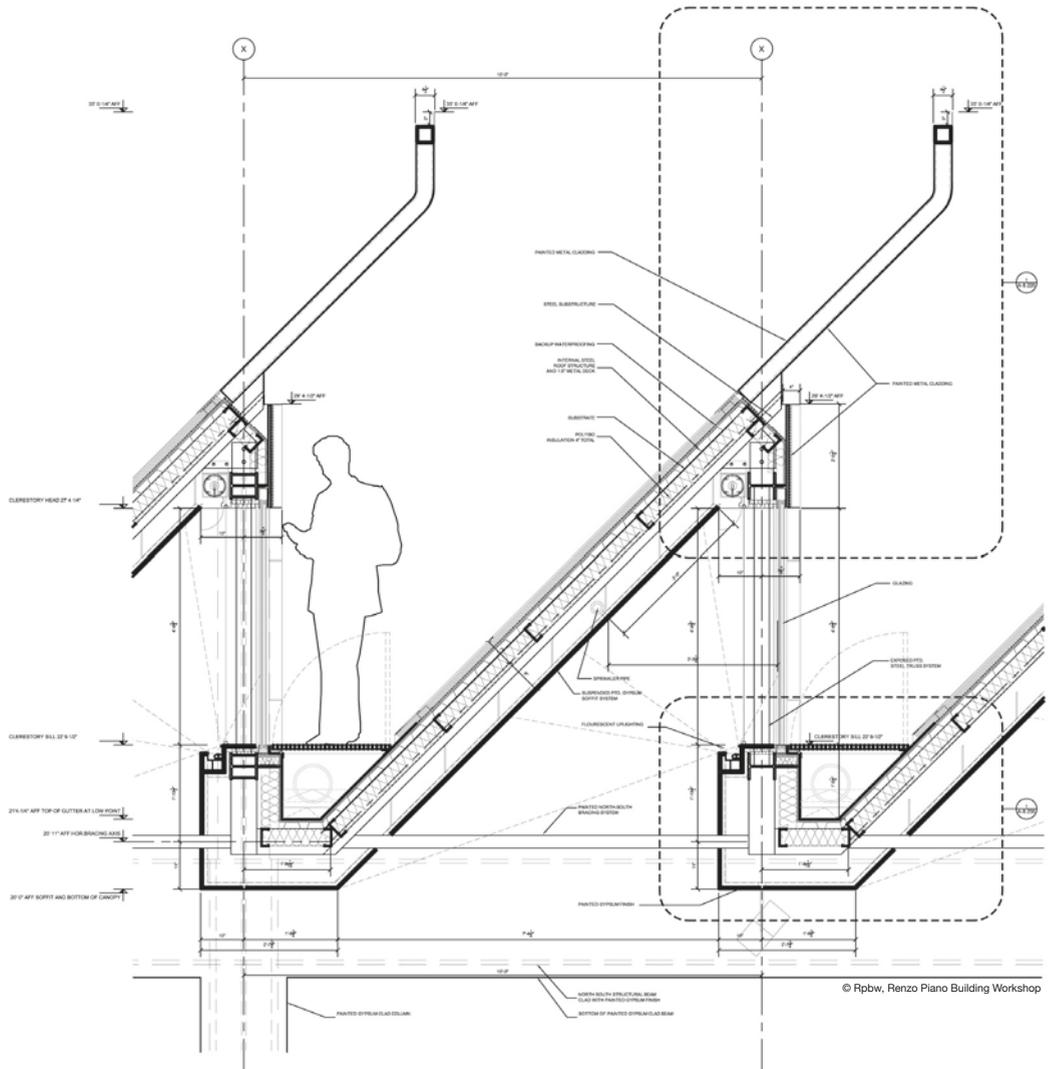
In entrambi i casi, timpani laterali chiudono lo shed, che generalmente è più esteso se costituito da tegoli e meno flessibile se costituito da coppelle. Inoltre è possibile integrare su entrambe le tipologie pannelli fotovoltaici all'estradosso. Gli shed prefabbricati sono realizzati con sandwich in lamiera e isolante per le parti opache e con infissi in alluminio, dove la parte trasparente è costituita da policarbonato alveolare estruso. Costituiscono dei veri e propri 'pezzi' - montabili (e smontabili, soprattutto in coperture esposte) e sono realizzabili su qualsiasi tipo di copertura. Nel caso di coperture industriali realizzate con pannelli o lastre, gli shed prefabbricati possono essere installati scegliendo liberamente l'orientamento, la posizione, la dimensione, la distribuzione sulla superficie piana (o quasi) della copertura.



Figg. 230 - 233
Eladio Dieste, Deposito
per la lana CLU, Montevideo,
Uruguay, 1980 - 1982



Figg. 234 - 238
Renzo Piano Building Workshop,
Broad Contemporary Art Museum,
Lacma Expansion, Phase I,
Los Angeles, USA, 2003 - 2008

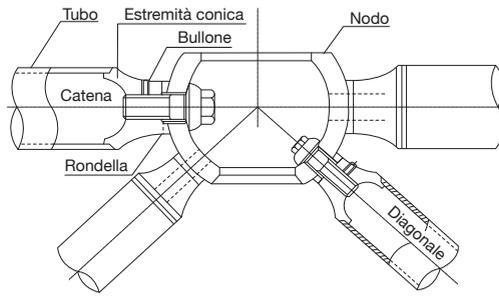


1. Caratteristiche tecnologiche dei nodi

Il primo prototipo di nodo meccanico usato come congiunzione fra le aste di una reticolare spaziale risale al 1940 e consiste in un nodo sferico provvisto di numerose cavità in cui si inserivano le estremità rastremate delle aste. Tuttavia fino agli anni Sessanta e Settanta lo schema reticolare spaziale è stato realizzato prevalentemente mediante aste collegate fra loro realizzando nodi in base alle tecniche tipiche della carpenteria metallica, come saldature o bullonature alle flange predisposte per il collegamento.

La tecnica moderna più progredita tende ormai, con orientamento unanime, alla costruzione prefabbricata che, per le strutture in oggetto, non è da confondersi con la produzione di costruzioni standardizzate.

Si ricercano piuttosto sistemi standardizzati di costruzioni, basati sull'uso di elementi leggeri e intercambiabili, di alta qualità e di semplice produzione, che offrano grande varietà di disegno, che siano prontamente sostituibili in caso di nuove esigenze e che avvalendosi di tolleranze minime garantiscano un montaggio facile, rapido e preciso.



Soddisfa queste esigenze la produzione di sfere sagomate in acciaio a cui è possibile collegare elementi costituiti dall'unione di un bullone e di un elemento troncoconico di chiusura del profilo, come illustrato in fig. 130. Il nodo sferico è sicuramente il dispositivo che meglio si adatta alle esigenze più differenti ed è indicato quando la struttura non necessita di alti livelli di rigidezza ma sia necessaria praticità nel montaggio come nello smontaggio. Il dispositivo si è evoluto nel tempo e si è differenziato per fronteggiare sia richieste di carattere strutturale (apporto di rigidezza) sia quelle più propriamente costruttive (praticità in fase di posa in opera) (Figg. 131 - 142).

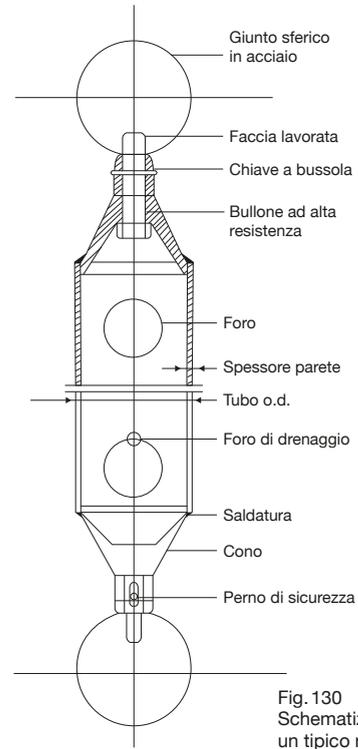


Fig. 130 Schematizzazione di un tipico nodo sferico



Sistema NODUS



Sistema Triodetic



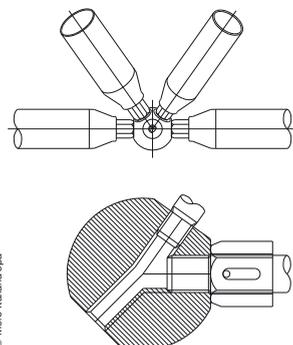
Sistema MDS



Sistema Mero Italiana Spa per aste in legno



Sistema Mero Italiana Spa per aste in legno e acciaio



Schema sistema Mero Italiana Spa



Sistema Mero Italiana Spa con attacco a superficie vetrata



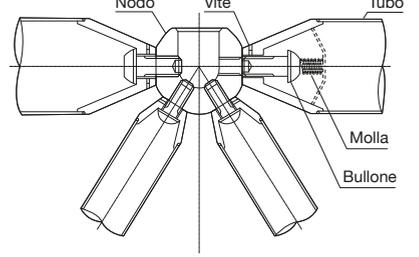
Sistema Alustyl



Terminale delle aste del sistema Mero Italiana Spa



Sistema NS



Schema sistema NS



Nodi del sistema Mero Italiana Spa

Figg. 131 - 142 Schema di varie tipologie di nodi

È importante ricordare che i nodi sferici, non essendo in grado di fornire una elevata rigidità alla rotazione relativa delle aste che vi incorrono, sono adatti alle strutture calcolate ipotizzando i nodi come cerniere perfette. Nel caso fosse necessaria in sede di progetto una rigidezza flessionale nei nodi occorre adottare un altro tipo di nodo. Al fine di effettuare una oculata scelta del tipo di nodo da impiegare nel progetto che si sta affrontando, occorre disporre della documentazione che illustra la caratterizzazione meccanica dei nodi. Nel dimensionamento dei nodi è opportuno inoltre fare attenzione a eventuali momenti parassiti che potrebbero nascere a causa di una eccentricità del collegamento delle aste (Fig. 144). Inoltre bisogna tenere conto dei problemi di interferenza fra le aste: una rastremazione a cono delle aste è spesso impiegata perchè diminuisce gli ingombri delle aste in prossimità del nodo (Fig. 143) e aiuta a stabilizzare la parte terminale delle aste (Fig. 145).

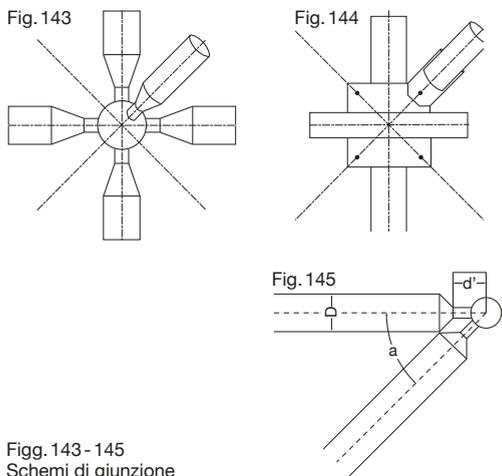


Fig. 143 - 145
Schemi di giunzione
asta-nodo

I problemi di interferenza possono presentarsi anche all'interno della sfera di acciaio (se si impiega un nodo di questa tipologia) fra le viti che collegano le aste al nodo: dalla posizione delle aste dipenderà quindi la dimensione della sfera, per cui in sede di progetto bisogna tenere conto di questa problematica per evitare nodi sferici sovradimensionati e tecnologicamente non realizzabili. Occorre quindi conoscere le specifiche tecniche (Fig. 146) dei nodi con cui si realizzerà la struttura fin dall'inizio dell'attività di progettazione, in modo da evitare di dover rivedere l'intero progetto per l'impossibilità di realizzazione di alcuni nodi. In genere non è possibile riuscire a realizzare con sistemi economici vincoli per le strutture reticolari che non presentino eccentricità di reazione, e quindi momenti parassiti sulla struttura (basti pensare all'attrito comunque presente negli appoggi scorrevoli). Particolare attenzione andrà fatta quindi nel dimensionamento delle aste che concorrono nel sistema di vincolo, eventualmente disponendo dove necessario elementi locali di rinforzo.

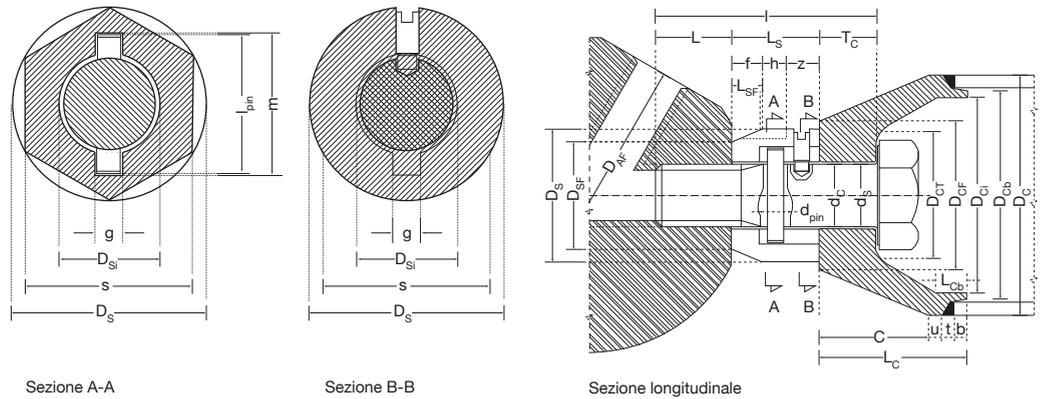


Tabella 1. Standard di elementi strutturali e combinazioni di meccanismi di connessione.

Denominazione	CHS		Cono	Bullone	Pin Dia. mm	Manicotto	N _{PC,Rd} ≤ kN	N _{PT,Rd} ≤ kN
	D x T [mm] EN 10210-2	Materiale EN 10025						
A - 1	42,4 x 2,6	S235J2H	CM12A	M12-DIN7999	3	SM12	69,4	60,7
B - 2	60,3 x 2,6	S235J2H	CM12B	M12-DIN7999	3	SM12	71,4	41,4
B - 3	60,3 x 2,6	S235J2H	CM16B	M16-DIN7999	4	SM16	100,6	100,6
C - 4	76,1 x 3,2	S235J2H	CM16C	M16-DIN7999	4	SM16	129,6	82,8
C - 5	76,1 x 3,2	S235J2H	CM20C	M20-DIN7999	5	SM20	156,6	156,6
D - 6	88,9 x 3,6	S235J2H	CM20D	M20-DIN7999	5	SM20	206,2	130,5
D - 7	88,9 x 3,6	S235J2H	CM24D	M24-DIN7999	5	SM24	206,2	206,2
E - 8	114,3 x 3,6	S355J2H	CM24E	M24-DIN7999	5	SM24	285,4	196,2
E - 9	114,3 x 3,6	S355J2H	CM30E	M30-DIN7999	6	SM30	404	403,6
F - 10	139,7 x 4	S355J2H	CM30F	M30-DIN7999	6	SM30	498,2	322,9
F - 11	139,7 x 4	S355J2H	CM36F	M36-DIN6914	6	SM36	550,3	550,3
G - 12	168,3 x 4,5	S355J2H	CM36G	M36-DIN6914	6	SM36	738,5	484,5
G - 13	168,3 x 4,5	S355J2H	CM42G	M42-DIN6914	8	SM42	747,4	747,4
H - 14	168,3 x 6,3	S355J2H	CM42H	M42-DIN6914	8	SM42	907	642,5
H - 15	168,3 x 6,3	S355J2H	CM48H	M48-DIN6914	8	SM48	1036	1020
I - 16	219,1 x 6,3	S355J2H	CM48I	M48-DIN6914	8	SM48	1250	858
I - 17	219,1 x 6,3	S355J2H	CM56I	M56-DIN6914	10	SM56	1359	1359
J - 18	219,1 x 8	S355J2H	CM56J	M56-DIN6914	10	SM56	1549	1164
J - 19	219,1 x 8	S355J2H	CM64J	M64-DIN6914	10	SM64	1714	1714
K - 20	219,1 x 10	S355J2H	CM64K	M64-DIN6914	10	SM64	1975	1846

Simboli e spiegazioni: N_{PC,Rd} = Resistenza alla compressione CHS al nodo di collegamento
N_{PT,Rd} = Resistenza alla tensione CHS al nodo di collegamento

Tabella 2. Rapporto tra il diametro del nodo e le dimensioni della filettatura interna.

Filettatura interna del nodo	Progettazione della massima resistenza ¹⁾ [kN]										
	M12	112,0	170,8	253,8	403,6	572,2	749,6	1020	1362	1846	2403
Node Dia. mm	60,7	112,0	170,8	253,8	403,6	572,2	749,6	1020	1362	1846	2403
60	[Bar chart showing resistance values for diameter 60]										
80	[Bar chart showing resistance values for diameter 80]										
100	[Bar chart showing resistance values for diameter 100]										
120	[Bar chart showing resistance values for diameter 120]										
150	[Bar chart showing resistance values for diameter 150]										
180	[Bar chart showing resistance values for diameter 180]										
210	[Bar chart showing resistance values for diameter 210]										
240	[Bar chart showing resistance values for diameter 240]										
280	[Bar chart showing resistance values for diameter 280]										
320	[Bar chart showing resistance values for diameter 320]										

¹⁾ Per filettature standard di prodotti con classe di resistenza 10.9 e nodi realizzati con C45E/Ck45 (material number 1.1191)

Fig. 146
Schema e specifiche
tecniche di un tipico nodo
'Skytech'

2. Soggiorno

Tra le unità ambientali che compongono l'abitazione, il soggiorno è sicuramente quella che raccoglie il maggiore numero di attività abitative, contraddistinte da una differenza anche marcata di svolgimento e di spazio necessario (attività statiche - lettura, ascolto della musica, conversazione - o dinamiche - ballo, gioco) (Fig. 86). Le accomuna una vocazione pubblica: esse sono principalmente rivolte alla confortevole accoglienza degli ospiti all'interno dell'abitazione.

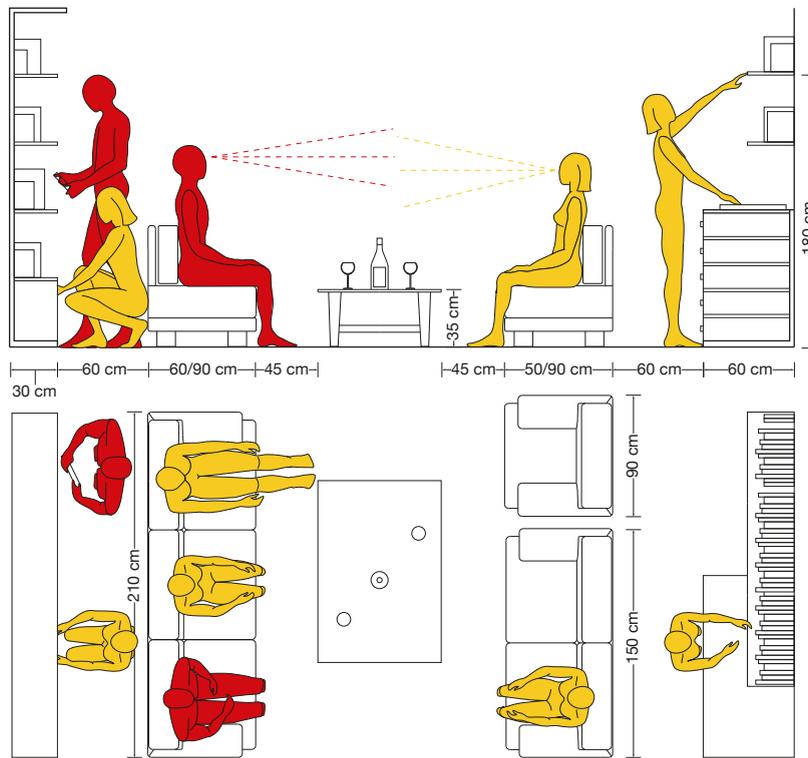
Storicamente tale attività viene svolta in stanze specializzate (fumoir, boudoir, sale da pranzo, da musica, da ballo, salottini, ecc.): in concomitanza con la Rivoluzione Industriale e la riduzione dimensionale degli alloggi le funzioni vengono concentrate in ambienti unitari, a volte articolati in nuclei più minuti.

Il soggiorno può essere pensato come il luogo della casa che maggiormente suggerisce o dichiara l'identità dell'abitante.

Nel corso del XX secolo si modifica l'idea di ciò che è dichiarabile di sé stessi: ne derivano accostamenti funzionali anche insoliti, che possono coinvolgere la preparazione dei pasti (cucina, pranzo e soggiorno uniti) o addirittura impennarsi sulla cura del corpo e sul relax.

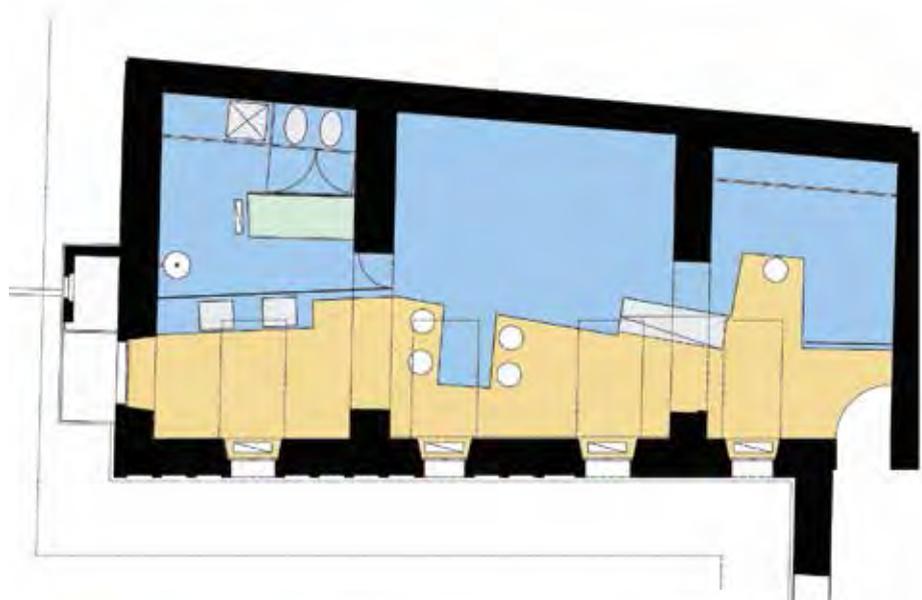
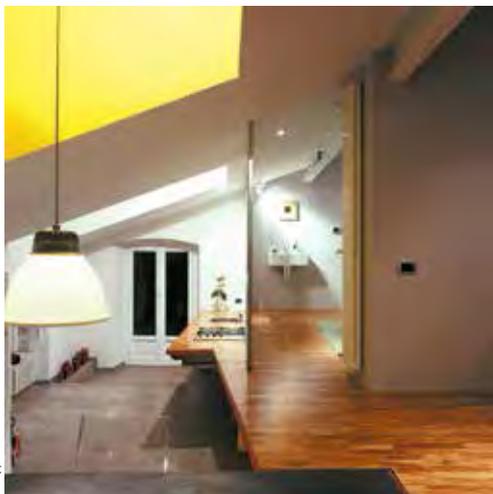
La scansione delle aree funzionali raccolte in uno spazio unitario può essere evidenziata dall'uso delle parti murarie, che consentono viste controllate per incuriosire e al tempo stesso trattenere l'ospite, e dall'andamento per livelli e altezze delle diverse parti dell'abitazione.

A volte invece lo stesso ruolo è affidato agli



arredi e agli elementi di integrazione fra edilizia e arredo, come i camini o le tende scorrevoli o pieghevoli, che consentono combinazioni differenti fra aree ed attività (Figg. 87 - 90).

Fig. 86 Schemi dimensionali degli elementi (conversare, contenere oggetti) con i relativi spazi d'uso, scala 1:50 (vedi campo visivo, Fig. 46, pag. 512)



Figg. 90 - 93 Michele Bonino (MARC), Subhash Mukerjee (MARC), Federica Patti, Martina Tabò (maat architettura), Massimo Piano Orizzontale, Appartamento a Torino, 2000. In questo recupero di un sottotetto, la necessità tecnica di un intervento di consolidamento strutturale, che alza il livello di calpestio di una parte dell'abitazione di 72 cm, si traduce in un sistema di piani a sbalzo verso la parte più bassa, che ospita il tavolo, il piano della cucina, rampe di accesso.

...Il sapere dell'architetto è ricco degli apporti di numerosi ambiti disciplinari e di conoscenze relative a vari campi, e al suo giudizio vengono sottoposti i risultati prodotti dalle altre tecniche...

...Per questo è necessario anche che egli sia dotato di talento naturale e insieme facile ad apprendere – poiché né il talento naturale né una formazione culturale senza talento naturale possono dare vita a un professionista completo -; e che abbia una istruzione letteraria, che sia esperto nel disegno, preparato in geometria, che conosca un buon numero di racconti storici, che abbia seguito con attenzione lezioni di filosofia¹, che conosca la musica, che abbia qualche nozione di medicina, che conosca i pareri dei giuristi, che abbia acquisito le leggi dell'astronomia.

Vitruvio, De Architectura

Premessa

Perché un architetto deve conoscere le basi della fisica e i principi su cui si regola il comfort? Da qualche tempo tutti parlano di architettura sostenibile e molti affermano di progettare e realizzare edifici sostenibili. Purtroppo nella maggior parte dei casi si tratta solo di enunciazioni che non corrispondono alla realtà. Le ragioni della distanza fra le intenzioni e i fatti sono numerose, ma la principale si trova nella scarsa conoscenza che gli architetti hanno della fisica. Infatti, l'architettura sostenibile si basa sulla capacità di fare dialogare il prodotto umano, l'edificio, con l'ambiente naturale. Per stabilire un dialogo occorre avere un linguaggio in comune. Ebbene, il linguaggio che l'uomo ha sviluppato per comunicare con l'ambiente naturale è la fisica, di cui le altre scienze, dalla chimica alla biologia, all'ecologia, sono figlie.

C'è di più. Se consumiamo energia ed esercitiamo un impatto sull'ambiente, costruendo e facendo funzionare i nostri edifici, è perché vogliamo creare e mantenere le condizioni di comfort termico, luminoso e acustico. Ma il comfort è un fenomeno fisiologico (oltre che psicologico) e la fisiologia usa anche il linguaggio della fisica.

Infine, i nostri edifici sono ormai pieni di apparecchiature più o meno energivore che ci garantiscono una elevata qualità della vita e che, funzionando, contribuiscono ad aumentare l'impatto ambientale dell'edificio. E le tecnologie funzionano sulla base dei principi della fisica.

Dunque, non è possibile progettare edifici sostenibili se non si conoscono almeno i rudimenti essenziali della fisica, in particolare della termodinamica e della fisiologia del comfort. Grazie alla conoscenza di questi rudimenti l'architetto può avviare un vero dialogo con l'ambiente e può esercitare il necessario controllo sugli specialisti, gli esperti di sistemi energetici e gli impiantisti.

La storia del comfort e della sua relazione con l'energia² permette di comprendere il processo evolutivo a cui è stata soggetta l'abitazione, dal ruolo di passivo modulatore delle condizioni ambientali esterne a quello di ambiente confinato a comfort termico e luminoso totalmente controllato, fino ad arrivare alla funzione di robot sofisticato che crea e mantiene le condizioni ambientali preferite, elimina la fatica fisica relativa alle attività domestiche e riduce al minimo l'impatto sull'ambiente. Quest'ultima fase del processo evolutivo si identifica con la casa ecologica, che non è semplicemente un edificio con il tetto verde o



Fig. 1

Il Comfort Termico

I parametri che influenzano il comfort termico

La percezione di comfort termico di una persona in un ambiente è influenzata dalla sua attività fisica, da come è vestita, dal tempo trascorso in quell'ambiente, dalla temperatura media stagionale, dalla temperatura, umidità e velocità relativa dell'aria e dalle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente (pareti, soffitto, pavimento, finestre). La dipendenza da tutti questi parametri deriva dalla esigenza primaria di cedere all'esterno il calore prodotto dai nostri processi metabolici. Se ciò non avviene, e il valore della temperatura delle parti più interne del corpo si mantiene a lungo al di fuori dell'intervallo 36-38 °C, si va incontro a danni irreversibili dell'organismo e alla morte. La percezione di assenza di comfort termico – il sentire caldo o freddo – è il segnale che il nostro organismo ci manda per dirci che l'equilibrio termico non è soddisfatto, o che sta faticando molto per soddisfarlo, ed è quindi sotto stress.

La quantità di calore che deve essere dissipata dipende dall'attività che si sta svolgendo: una persona comodamente sdraiata produce molto meno calore di una che sta correndo. L'uomo cede calore all'ambiente attraverso (Fig. 1):

- il fenomeno della convezione (l'aria che lambisce la pelle si riscalda, e così facendo sottrae calore), che dipende dalla temperatura della pelle e da quella dell'aria, nonché dalla sua velocità (vedi paragrafo *Principi di fisica dell'edificio*);
- il fenomeno della traspirazione (che può trasformarsi in sudorazione) e della respirazione, che danno luogo alla evaporazione di acqua, con conseguente sottrazione di calore alla pelle o ai polmoni; l'entità dipende dall'umidità relativa dell'aria;
- il fenomeno della conduzione; se una parte del corpo si appoggia a un oggetto solido, attraverso la superficie di contatto si ha trasmissione di calore, dipendente dalle temperature della pelle e dell'oggetto, nonché dalle caratteristiche termofisiche di quest'ultimo;
- il fenomeno dello scambio termico radiativo, che dipende dalla temperatura della pelle e dalle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente.

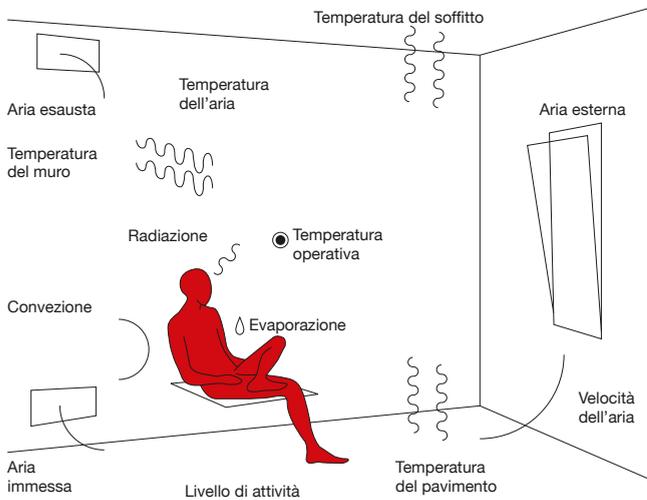
Il vestiario influenza notevolmente il trasferimento di calore, sia attraverso la resistenza termica addizionale che genera, sia attraverso l'alterazione della temperatura superficiale e del processo di traspirazione.

bene isolato o con basso consumo di energia per il riscaldamento; è un organismo complesso, sofisticato, la cui pelle – come la nostra – modifica le sue caratteristiche in funzione delle condizioni ambientali esterne e interne e i cui organi, l'impianto di climatizzazione, la lavabiancheria, il televisore, fanno parte di un sistema integrato governato da un cervello e un sistema nervoso.

L'edificio sostenibile è un sistema complesso, dinamico, ricco di funzioni, e per progettarlo occorre integrare un ampio spettro di conoscenze e competenze.

¹ Vale la pena ricordare che a quei tempi la fisica era parte della filosofia.

² F. M. Butera, Dalla caverna alla casa ecologica - Storia del comfort e dell'energia, Edizioni Ambiente, 2007.



I parametri che influenzano il comfort termico di una persona seduta, rilassata:
 temperatura media della pelle: 32-34 °C
 temperatura interna del corpo: 36,5-37 °C
 superficie corporea: 1,7-1,9 m²
 volume corporeo medio: circa 70 dm³
 peso corporeo medio: 70 kg
 vapore d'acqua prodotto:
 • in media 60 g/h
 • con alta umidità (>70%), in estate 30 g/h
 • durante intensa attività fisica fino a 150 g/h
 calore totale dissipato: 65 W/m²
 • 46% radiazione
 • 33% convezione
 • 19% traspirazione
 • 2% respirazione

Fig. 2 I parametri che influenzano il comfort termico

Data la grande importanza che riveste, ai fini degli scambi termici e quindi del comfort, la temperatura delle superfici che delimitano l'ambiente, è stato introdotto un indice, la temperatura operativa t_{op} , che – in condizioni normali – corrisponde alla media fra la temperatura dell'aria t_a e la temperatura radiante media t_{rm} , essendo quest'ultima la temperatura media, pesata sul fattore di vista³, delle superfici (Fig. 3). La temperatura operativa rappresenta meglio la temperatura percepita di quanto non lo faccia la temperatura dell'aria. La sensazione di comfort non dipende solo dalle condizioni ambientali ma anche dalle condizioni del soggetto, cioè dalla attività che svolge e dal suo vestiario; quindi, se ad esempio una persona con vestiario invernale svolge attività fisica in un ambiente con una temperatura operativa di 22 °C, sentirà caldo mentre un'altra, vestita nello stesso modo, che svolge attività sedentaria si troverà in condizioni di comfort.

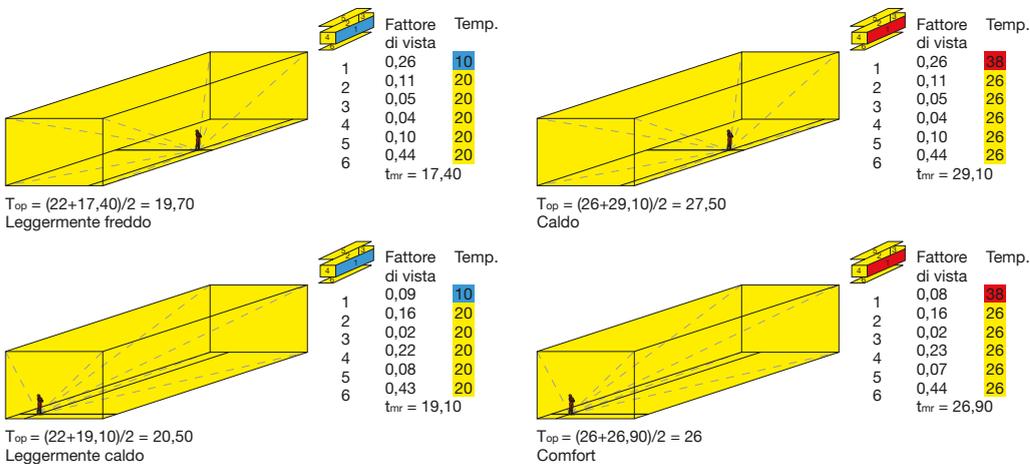


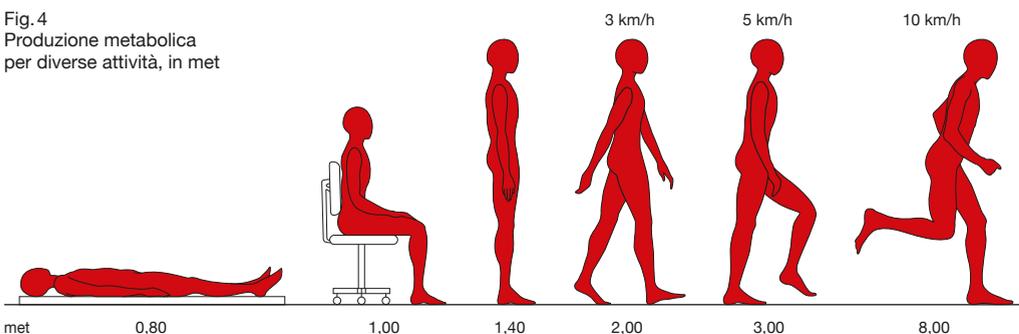
Fig. 3 Effetto della posizione e della temperatura delle superfici sulla temperatura media radiante (t_{rm}) e sulla temperatura operativa (t_{op}). In inverno, con $t_a = 22$ °C (a sinistra), e in estate, con $t_a = 26$ °C (a destra)

Ad esempio, una persona sistemata vicino a una larga superficie vetrata in una fredda giornata d'inverno, anche se la temperatura dell'aria è 22 °C non è in una condizione ambientale confortevole perché sente un po' freddo a causa della bassa temperatura radiante media, causata dalla bassa temperatura del vetro. Discomfort aggravato dal fatto che si può determinare una fastidiosa corrente d'aria fredda. Per ripristinare le condizioni di comfort, quindi, bisognerà aumentare la temperatura dell'aria. Una persona lontana dalla superficie vetrata subirà il fenomeno in modo molto più attenuato.

Analogamente, in estate l'alta temperatura del vetro (specialmente se è esposto al sole) fa aumentare la temperatura radiante media, inducendo la necessità di abbassare la temperatura dell'aria.

Qualunque sia la soluzione adottata, il consumo energetico nel funzionamento reale dell'edificio risulta maggiore di quanto previsto da progetto.

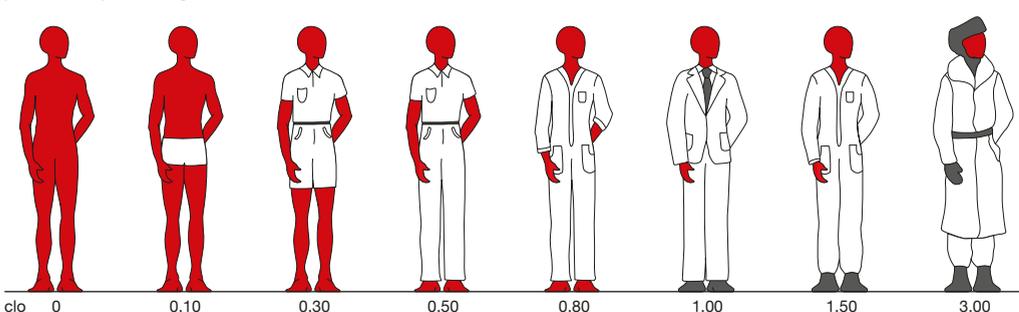
Fig. 4 Produzione metabolica per diverse attività, in met



L'attività fisica viene misurata attraverso l'energia termica prodotta, che deve essere smaltita nell'ambiente (Fig. 4) e si esprime in met (1 met = 50 kcal/h per metro quadrato di superficie corporea; un uomo medio ha una superficie di 1,8 m²), oppure in W/m². Una persona seduta produce 1 met (58 W/m²).

Il vestiario viene misurato attraverso la sua resistenza termica (Fig. 5) e si esprime con l'unità clo (1 clo = 0,155 m² K/W). Il valore clo = 1 corrisponde al vestiario tipico invernale; il valore più basso è clo = 0 (persona nuda); il valore clo = 0,5 corrisponde al vestiario tipico estivo (in Europa; 0,6 negli USA).

Fig. 5 Valori di resistenza termica del vestiario espressa in clo per alcuni tipi di abbigliamento



³ Cioè tenendo conto della dimensione apparente, per il soggetto, di ciascuna superficie; quindi la temperatura radiante media è diversa a seconda della posizione, oltre che dalle temperature delle superfici.

La vegetazione come elemento di mitigazione microclimatica

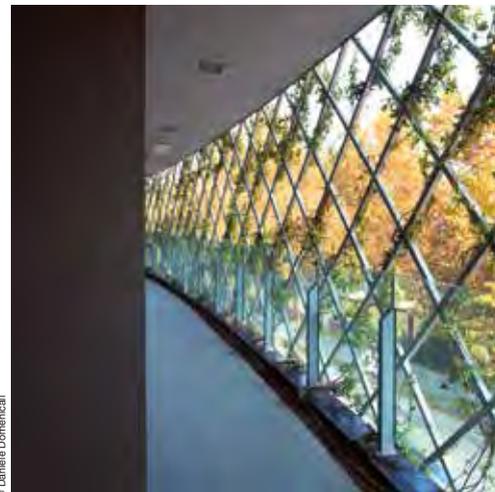
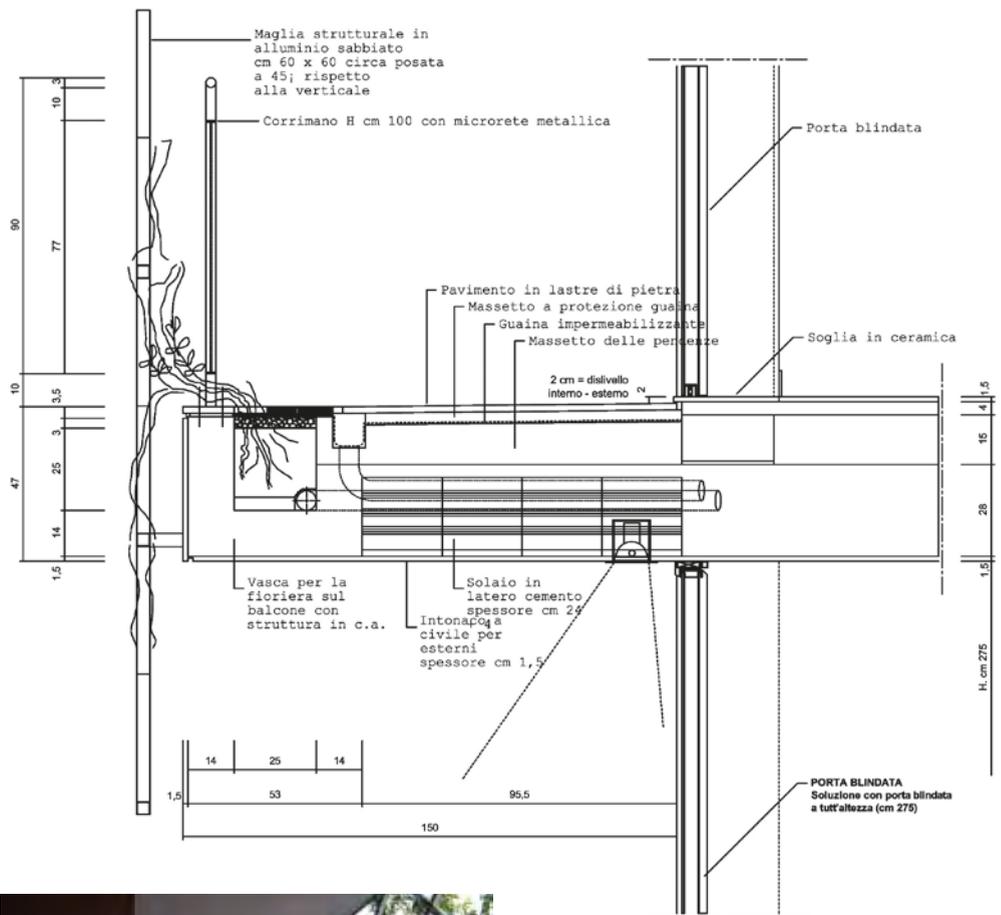
Figg.216 -220
 Mario Cucinella Architects, Centro Direzionale Forum,
 Rimini, 2003 -2006
 Strutture di supporto per rampicanti.
 L'edificio a destinazione commerciale-direzionale
 presenta sui fronti sud e sud-ovest un graticcio
 in acciaio inox di passo 60 cm e orientato a 45°.
 I rampicanti (*Rhynchospermum jasminoides*) sono in parte
 sistemati in piena terra e in parte in fioriere collocate
 in prossimità delle logge di distribuzione agli uffici.



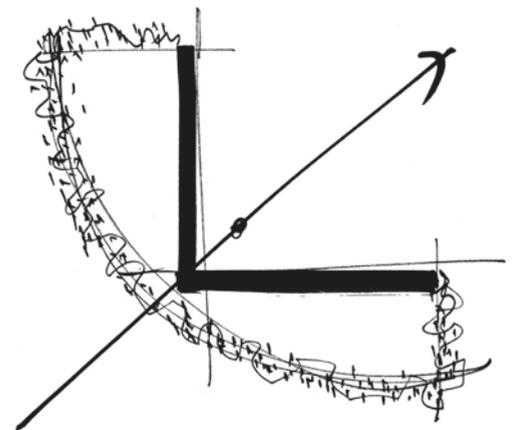
© Daniele Domenicali



© Daniele Domenicali



© Daniele Domenicali



Bibliografia
 A. Bellomo, Pareti verdi. Nuove tecniche. Con il contributo di Valerio Cozzi e Tae Han Kim, Esselibri, 2009
 O. E. Bellini, L. Daglio, Verde verticale, Maggioli Editore, Rimini, 2009
 V. Tatano (a cura di), Verde: naturalizzare in verticale, Maggioli Editore, Rimini, 2008.
 N. Dunnet, N. Kingsbury, Planting green roofs and living roofs, Timber press, Portland, 2004
 S. Alessandro, G. Barbera, G. Silvestrini, Stato dell'arte delle ricerche concernenti l'interazione energetica tra vegetazione e ambiente costruito, in: Quaderno CNR-ler, Palermo, 1987
 R. Baumann, Begrünte Architektur, Verlag Callwey, Monaco, 1985

La vegetazione come elemento di mitigazione microclimatica

Le pareti degli involucri edilizi non vengono più concepite solamente come superfici funzionali alla sola distribuzione del manto vegetale, ma anche come superfici idonee alla sua coltivazione. Un pioniere dei giardini verticali è il botanico francese Patrick Blanc, il quale, dopo studi e ricerche condotte per oltre trent'anni, ha messo a punto un sistema che consente di coltivare essenze vegetali di diverso portamento in verticale senza alcuno strato di coltura. Le piante, accuratamente selezionate in funzione del sito di progetto e delle esigenze della committenza, vengono accostate e messe a dimora in un feltro sintetico; quest'ultimo ricopre l'intera superficie trattata e viene irrigato dall'alto con una soluzione di acqua e nutrienti. Il sistema di fertirrigazione consente quindi di eliminare il peso dello strato di coltura e di realizzare altresì superfici a verde di notevole estensione ed effetto decorativo, direttamente a ridosso di muri perimetrali di tamponamento (Fig. 221).

Tuttavia, anche se nel panorama legislativo italiano manca ancora una normativa di riferimento per la disciplina del verde verticale, diversi Comuni hanno recentemente introdotto nei propri Regolamenti Edilizi alcune linee guida, tese a promuovere l'impiego della vegetazione su facciate principalmente negli interventi di nuova costruzione. La vegetazione a ridosso degli edifici non ha, quindi, solo un valore decorativo, aggiuntivo e superfluo, ma viene riconosciuta anche come un efficace dispositivo per controllare l'irraggiamento solare estivo e i relativi carichi termici.

Accanto all'impegno di aziende pioniere nel campo dello sviluppo di sistemi a parete per la coltivazione del verde verticale, attuale trend di mercato, sono in atto politiche di intervento per la diffusione del verde parietale, mirate a definire strumenti di incentivazione e sistemi di valutazione, come insegnano le recenti esperienze nord-americane nell'ambito della certificazione LEED.

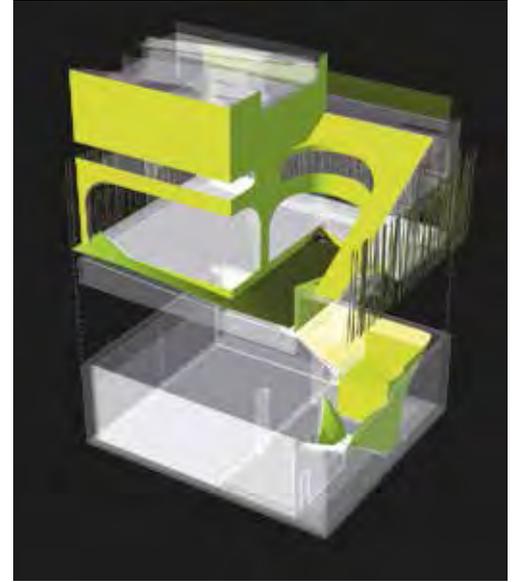


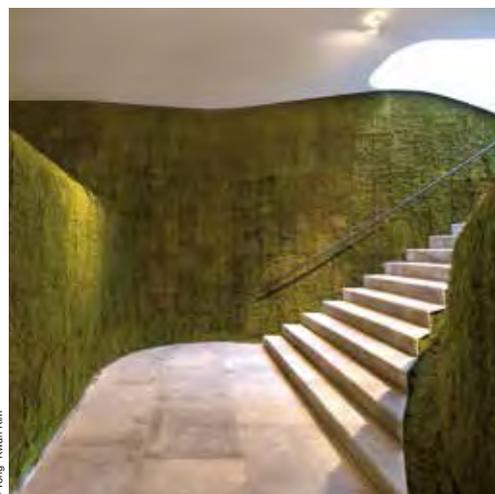
Fig. 221
Patrick Blanc, Caixa Forum,
Madrid, Spagna, 2007

Attualmente il mercato produttivo in alcuni paesi europei ed extraeuropei propone soluzioni industrializzate per il rivestimento verde delle superfici verticali attraverso l'impiego di essenze vegetali a sviluppo controllato e collocate in pacchetti tecnologici modulari da integrare al supporto murario.

Il substrato di coltura, con l'impiego di materiali leggeri per contenere i carichi (pomice, torba o muschi), assolve funzioni di protezione, irrigazione e nutrimento delle piante attraverso sistemi che variano in funzione della tipologia del prodotto.

Alcune aziende producono moduli pre-vegetati che consentono rapidi assemblaggi in opera, oltre a permettere meno dispendiose operazioni di manutenzione (Figg. 222 - 224).

Si tratta di un campo in crescente sviluppo e diffusione che in Italia conta ancora poche realizzazioni. La sperimentazione e la messa a punto di sistemi per il verde verticale avviene su iniziativa di aziende, alcune delle quali già attive da tempo nel campo del verde pensile, di istituti universitari e/o progettisti in assenza di norme specifiche che ne disciplinino e incentivino la realizzazione.



Figg. 222 - 224
Mass Studies,
Ann Demeulemeester Shop,
Seoul, Korea, 2007
Sistemi per la coltivazione
del verde in verticale.
Sistema modulare Eco
Guide Green Wall System
messo a punto dall'azienda
coreana E-TEC CO. LTD
per rivestire superfici piane
o curve.
Sistema composto da
moduli precultivati costituiti
da contenitori in acciaio
inox 40 x 40 cm di lato,
direttamente fissati
alla superficie muraria.
Substrato di coltivazione:
torba avvolta da fibra
di cocco. Sistema di
microirrigazione integrato
interno al substrato vegetale.

mezzi pubblici, la formazione di margini verdi o filari alberati, la posa di arredi (Figg. 189, 190). Le superfici della rete ciclabile, e comunque le superfici della rete ordinaria dove le biciclette circolano in sede promiscua, devono essere regolari al punto da limitare o eliminare le oscillazioni e i sobbalzi dei mezzi; si devono poi evitare discontinuità come le caditoie non a raso.

I materiali più idonei sono i conglomerati bituminosi (preferibili all'asfalto colato), che possono anche essere colorati in pasta per rendere più visibile agli utenti lo spazio a essi riservato o caratterizzato da maggiore rischio di conflitto con gli altri veicoli, come le intersezioni (Figg. 153, 154, 168, 170, 174, 178, 179). I materiali che presentano giunti frequenti, quali i lapidei, i conglomerati cementizi, i laterizi, gli autobloccanti, il legno, sono meno idonei del conglomerato bituminoso: questi possono invece rivelarsi più adeguati a contesti ambientali e di arredo particolari dove il conglomerato bituminoso appare meno adatto. Non bisogna dimenticare, tuttavia, di valutare i tempi richiesti dalle diverse tipologie di materiali per la cantierizzazione relativa ai sottoservizi. In aree verdi e dove sia possibile intervenire senza incidere pesantemente sull'efficienza della rete, sul comfort di guida e sui costi di manutenzione, si ritiene opportuno l'uso di materiali permeabili all'acqua, anche per ridurre il calore al suolo.

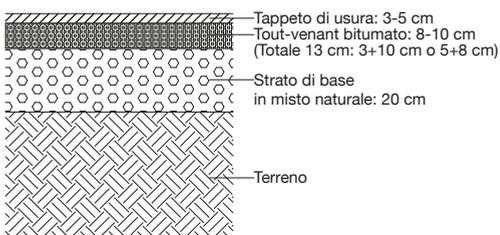


Fig. 174
Pavimentazioni ciclabili comuni in Italia in sede propria

La posa corretta dei materiali (Fig. 179) e la costante manutenzione sono fondamentali per garantire buoni livelli di qualità e soddisfazione dell'utenza, che risulta così più invogliata a usare la bicicletta: da ciò dipende infatti il comfort di guida.

La segnaletica riveste un ruolo cruciale nella chiarezza d'uso degli spazi e nella sicurezza stradale, in particolare alle intersezioni (Figg. 153 - 155, 159, 161, 176, 178, 184, 186, 188): essa è importante anche ai fini della continuità degli itinerari che hanno pure valenza turistica (Fig. 187). La durezza della segnaletica è maggiore sui conglomerati rispetto agli asfalti colati o ai materiali lapidei.

Auto in sosta lungo gli itinerari, cassonetti, filari alberati e chioschi riducono la visibilità: è opportuno limitare, dove possibile, la loro presenza, interrompendone la continuità per migliorare la visibilità reciproca tra gli utenti (Fig. 180).

La continuità dei tracciati è garantita anche riducendo al minimo necessario le curve o le variazioni di percorso, così pure i cambi di lato di carreggiata. Bisogna evitare di costellare le piste ciclabili di pali o paracarri in quanto, anche se finalizzati a proteggere le piste dalla sosta irregolare degli autoveicoli o impedirne fisicamente il transito, essi diventano ostacoli anche per gli stessi ciclisti, sia nel comfort di guida sia nella sicurezza, e limitano l'accessi-

bilità a mezzi impegnati nella manutenzione e nella pulizia della rete.

Le dimensioni delle piste ciclabili sono misurate in relazione agli spazi disponibili in piattaforma, alla domanda di traffico, ai requisiti prestazionali e di efficienza del sistema, alla praticità di guida, e comunque non sono mai al di sotto dei limiti minimi inderogabili previsti dal DM 557 (Fig. 175): una pista ciclabile monodirezionale di qualità, dove i ciclisti riescano a distanziarsi con i pedali da eventuali bordi rialzati e a superarsi senza procurarsi vicendevolmente pericolo, è larga almeno 180 cm (il minimo normativo è 150 cm): se la pista è affiancata da una fila di autoveicoli in sosta, occorrono almeno altri 70 cm per l'apertura delle portiere laterali. Un marciapiede accanto a una pista ciclabile deve essere il più possibile privo di ostacoli e sufficientemente largo (ad esempio: 250 cm) da scoraggiare i pedoni a invadere la pista.



Fig. 176
Italia, Milano, dettaglio del segnale di uso delle corsie



Fig. 177
Italia, Brescia, scivolo per agevolare i ciclisti nel superamento di un dislivello lungo una rampa di scale

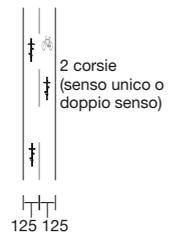


Fig. 175

Tipologie e larghezze minime.

La pista ciclabile è realizzabile:

- in sede propria,
 - in corsia riservata ricavata dalla carreggiata stradale,
 - in corsia riservata ricavata dal marciapiede.
- Le larghezze previste sono:
- 1 corsia: minimo 150 cm,
 - 2 corsie: minimo 250 cm (ogni corsia è pari a 125 cm),
 - la larghezza di una corsia è riducibile a 100 cm per brevi tratti e ben segnalati.



Fig. 178
Italia, Milano, sottopassaggio pedonale e ciclabile: lineare, luminoso, con pendenza leggera



Fig. 179
Italia, Milano, particolare del cordolo di delimitazione di una pista ciclabile: non disturba la rotazione della pedivella

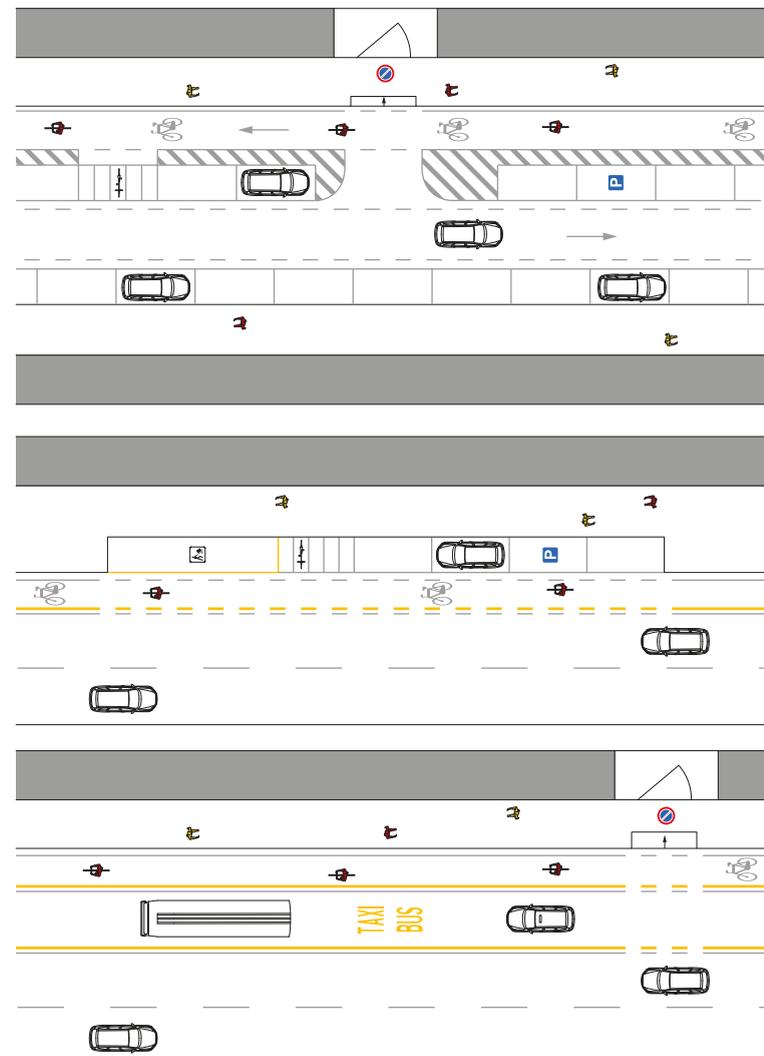


Fig. 180

Pista ciclabile in sede propria, a senso unico di marcia, a fianco di area di sosta per veicoli. L'area di sosta per i veicoli e un'isola di traffico a raso con elementi verticali discontinui fissi o mobili (pargine, fioriere, barriere) separano la pista ciclabile da una corsia autoveicolare con senso di marcia opposto a quello dei velocipedi. L'isola di traffico può essere anche rialzata.

Fig. 181

Pista ciclabile in corsia riservata ricavata dalla carreggiata stradale. Le strisce continue, in corrispondenza di aree di sosta localizzate sul fianco destro e poco estese, sono discontinue. La striscia di margine sul lato destro della pista ciclabile evidenzia, delimitandola, una fascia di protezione dall'apertura delle portiere.

Fig. 182

Pista ciclabile in corsia riservata ricavata dalla carreggiata stradale contigua a corsia riservata per veicoli del trasporto pubblico, con sensi di marcia concordi.

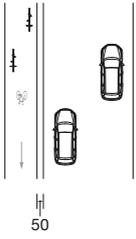


Fig. 183
Sensi di marcia e spartitraffico. In caso di pista ciclabile con senso di marcia discorde da quello autoveicolare è obbligatorio realizzare uno spartitraffico fisicamente invalicabile di larghezza minima pari a 50 cm.

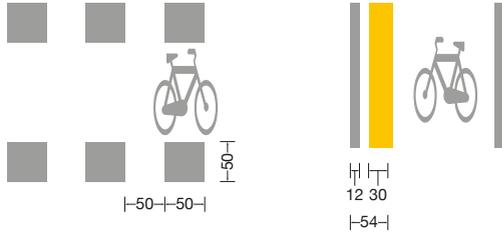
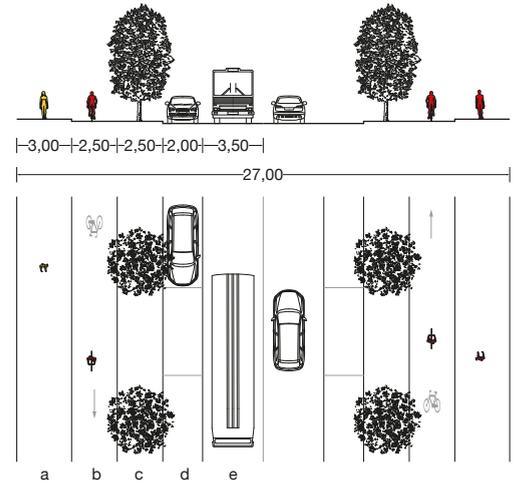


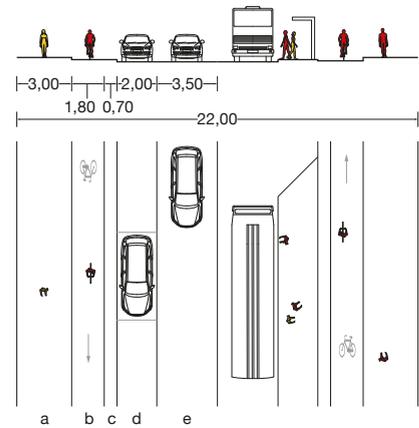
Fig. 184
Attraversamento ciclabile. È previsto solo per garantire la continuità delle piste ciclabili nelle aree di intersezione stradale: non è necessario interrompere la pista, ma occorre mettere un nuovo segnale che ne indichi la presenza al termine dell'attraversamento, in corrispondenza del nuovo inizio. Il simbolo 'pista ciclabile' elongato può essere usato anche sugli attraversamenti: in tal caso è rivolto verso la direzione di marcia dei veicoli che intersecano l'attraversamento.

Fig. 185
Piste ciclabili in corsia riservata ricavata dalla carreggiata stradale. Le linee di delimitazione consistono in due strisce continue (una bianca e una gialla): quella gialla è sempre sul lato della pista ciclabile. In tali casi si può utilizzare il segnale di 'Uso corsie' per indicare la destinazione d'uso delle corsie di traffico (Regolamento del Codice della strada, Fig. II 339 Art. 135).



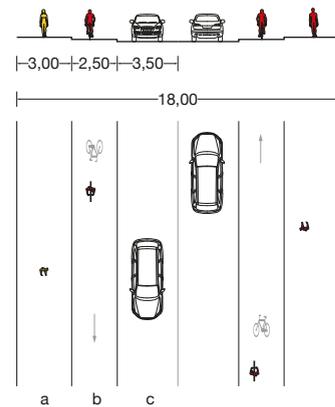
a. Marciapiede
b. Pista ciclabile monodirezionale
c. Banchina di servizio: verde, sosta biciclette, fermate BUS, ecc.
d. Area di sosta per autoveicoli
e. Corsia autoveicolare

Fig. 189 Tipologia di strada urbana: soluzione A
La pista ciclabile, monodirezionale, è posta su entrambi i lati della strada. Affianca un marciapiede ampio e una banchina di servizio, dove sono localizzati stalli di sosta per biciclette, arredi o altri servizi, e dove i passeggeri degli autoveicoli in sosta possono salire e scendere in sicurezza.



a. Marciapiede
b. Pista ciclabile monodirezionale
c. Protezione da apertura portiere
d. Sosta veicoli, fermate BUS, verde, ecc.
e. Corsia autoveicolare

Fig. 190 Tipologia di strada urbana: soluzione B
La pista ciclabile, monodirezionale, è interposta tra il marciapiede e la fascia destinata alla sosta degli autoveicoli, alla sosta di biciclette o motoveicoli, alla fermata di mezzi pubblici, al verde. Una fascia di protezione di una larghezza minima di 70 cm è consigliata per proteggere i ciclisti dall'apertura delle portiere degli autoveicoli in sosta.



a. Marciapiede
b. Pista ciclabile monodirezionale
c. Corsia autoveicolare

Fig. 191 Tipologia di strada urbana: soluzione C
La pista ciclabile, monodirezionale, è interposta tra il marciapiede e la corsia autoveicolare. Può trattarsi di una pista in sede propria o in corsia riservata ricavata dalla carreggiata, o ancora (in caso di marciapiede opportunamente ampio) di corsia riservata ricavata dal marciapiede.

Fig. 186
Intersezione tra quattro strade con piste ciclabili monodirezionali in corsie riservate ricavate dalle carreggiate e attraversamenti ciclabili. Gli attraversamenti sono inseriti per dare continuità alle piste ciclabili nel punto di maggiore conflittualità potenziale con altri veicoli.

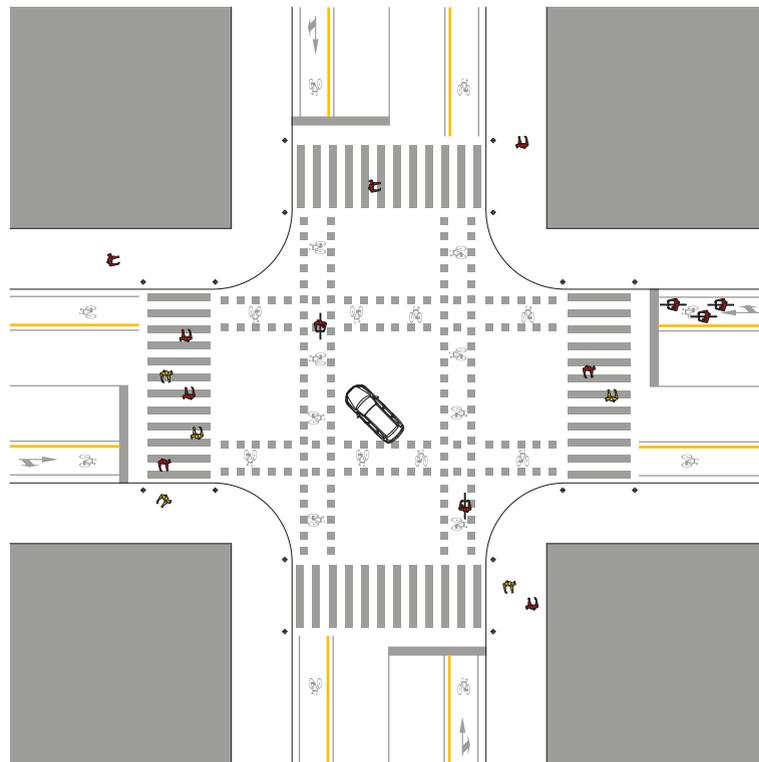


Fig. 187
Italia, Riva del Garda (Trento), segnaletica di direzione per ciclisti lungo il percorso pedonale e ciclabile del lungolago

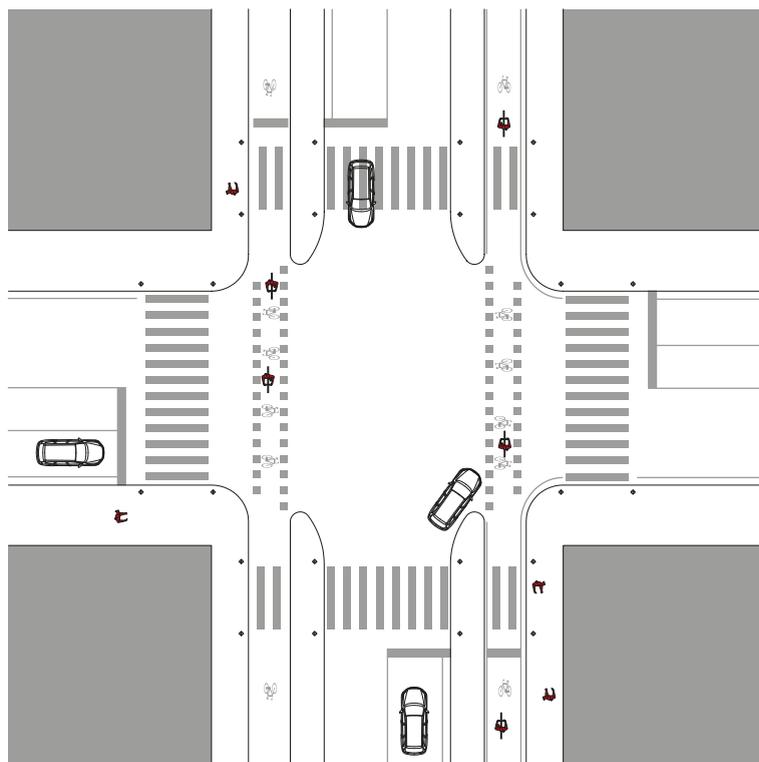
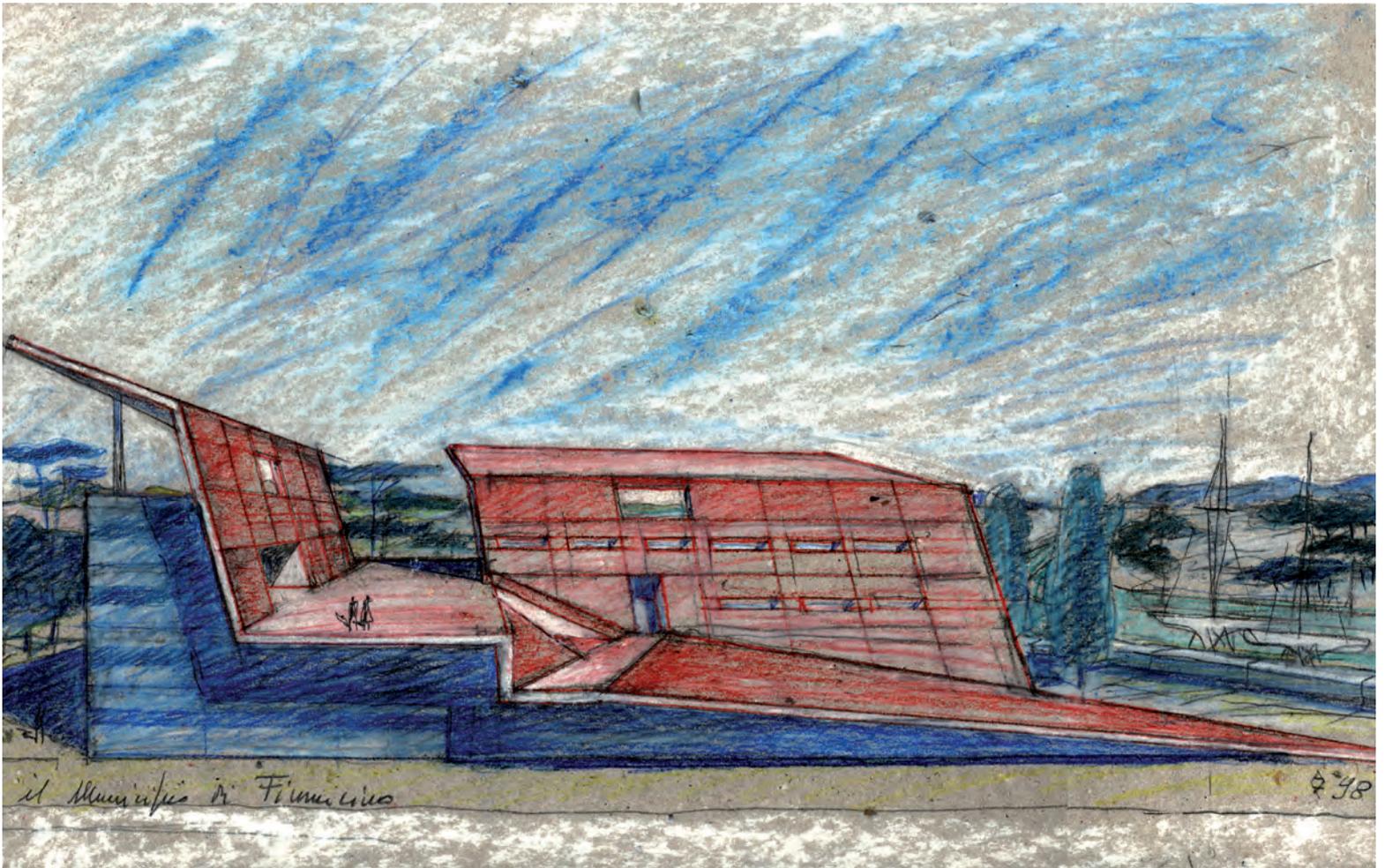
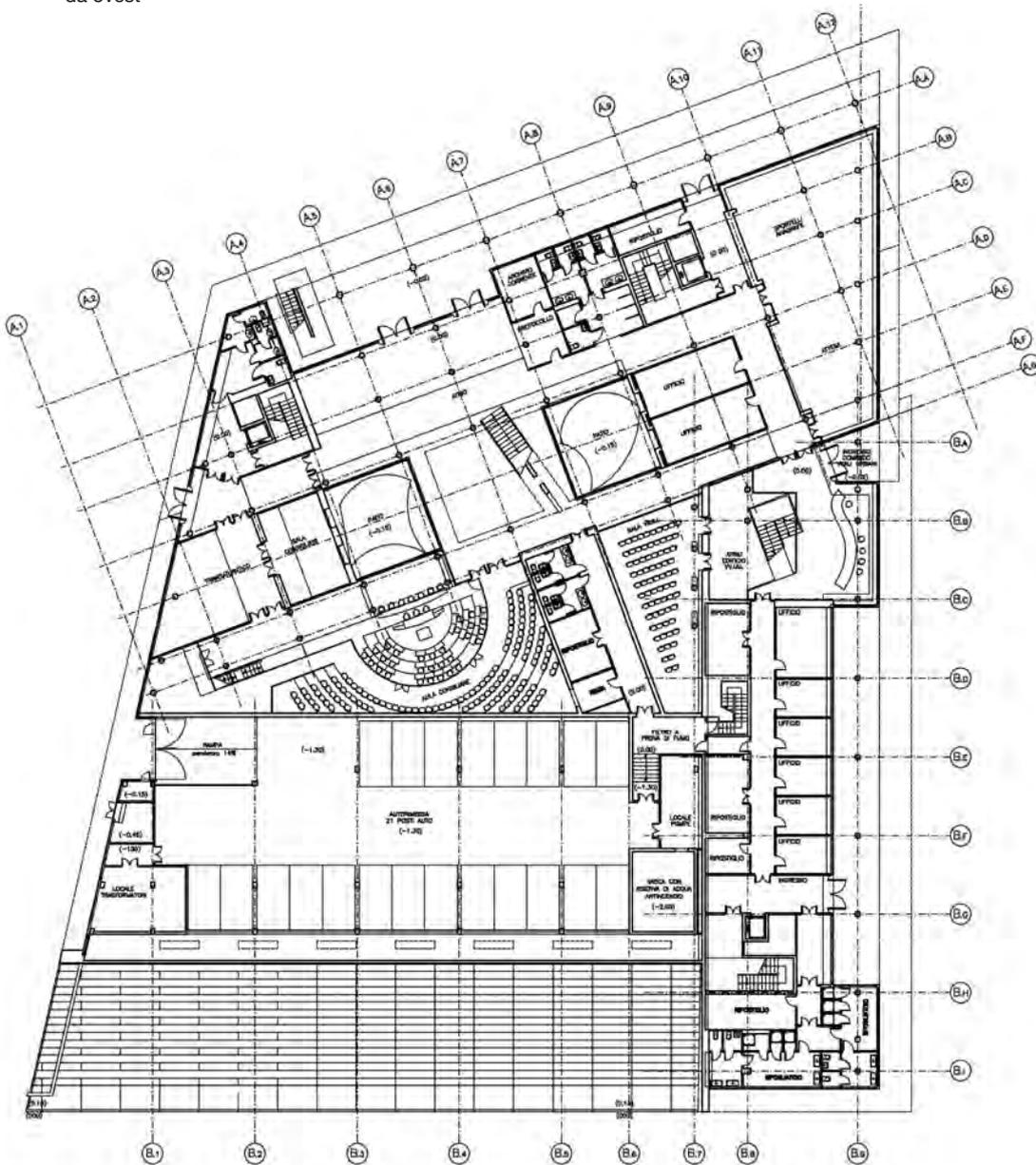


Fig. 188
La svolta a destra degli autoveicoli è una manovra che genera conflitti frequenti con i ciclisti in sede di intersezione: la presenza di una banchina tra pista ciclabile e corsia autoveicolare riduce i rischi di conflitto migliorando la visibilità e permette, all'occorrenza, di regolare le manovre con impianto semaforico. Lo spazio così creato consente anche al ciclista che intende svoltare a sinistra di fermarsi in uno spazio sicuro e attendere il verde nella direzione perpendicolare o dare la precedenza.



Schizzo prospettico
da ovest



Pianta piano terra

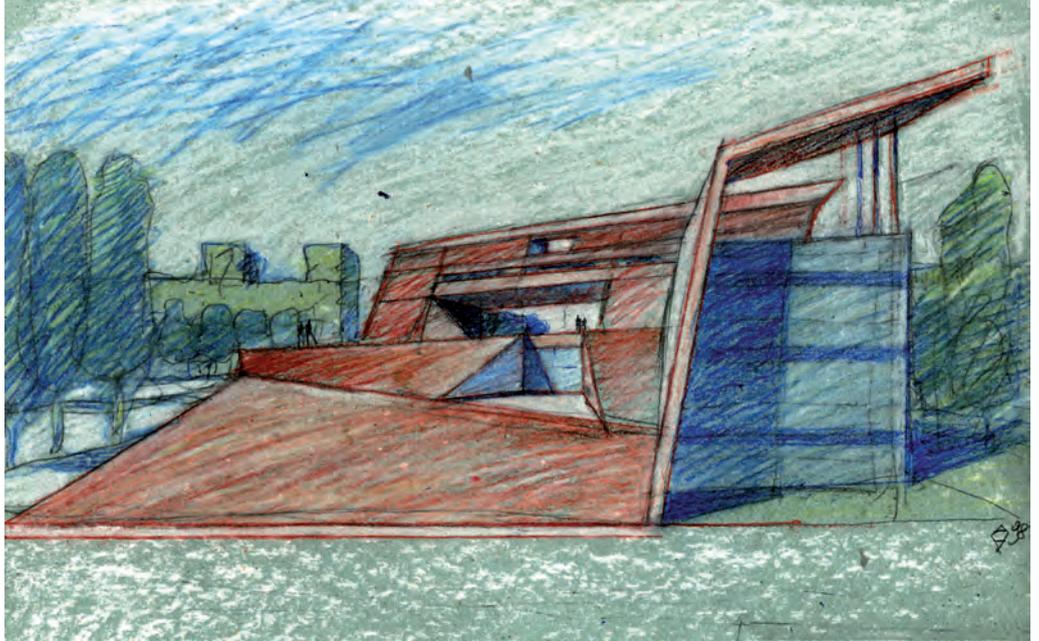
questo 'disegno di suolo' appare, ancora una volta, come astrazione geometrica che, trasformando la concreta materialità del recinto catastale (la 'verità storica') in piano o in superficie, rende disponibile la 'traccia' ad assumere valori iconici. (...) Nel progetto del nuovo Municipio di Fiumicino (elaborato nel 1996-97 insieme a Maurizio Castelli, Pia Pascalino, Natale Russo) la traccia di sedime, così come disegnata sulla mappa comunale, viene assunta nel progetto come primo segno 'fondante' tutto il sistema dei significati; da esso deriverà il duplice 'senso', da una parte di astrazione deformante percepibile nel disegno del grande piano piegato che sembra volare in uno spazio infinito e dall'altra di materialità del medesimo piano costituita dalla superficie laterizia che lo radica al piano di campagna, trasfigurandolo in nuova collina o, se si vuole, in nuova piazza. L'architettura, quella delle funzioni, diviene in questo modo architettura concettualmente ipogea, pronta ad assumere i significati del quotidiano, della 'mera utilizzazione' ed anche quelli della 'banalità' di una qualsiasi immagine di periferia cittadina. Sarà l'archetipo della grande piazza-collina, posta lassù a diretto contatto col cielo e ricco della memoria di tutte le incertezze dello spazio urbano italiano, a riassumere, trascendere e dare identità a questi significati come novella 'maschera'".

La struttura dell'edificio è in cemento armato. La grande copertura piegata è rivestita nella parte superiore in mattoni murati di piatto e nella parte inferiore in tessere vetrose di mosaico grigio. Al di sotto, il tamponamento delle facciate è realizzato in pannelli di alluminio e vetro. Il Municipio di Fiumicino è una 'piega' del terreno dedicata all'antico confronto tra architettura e natura.

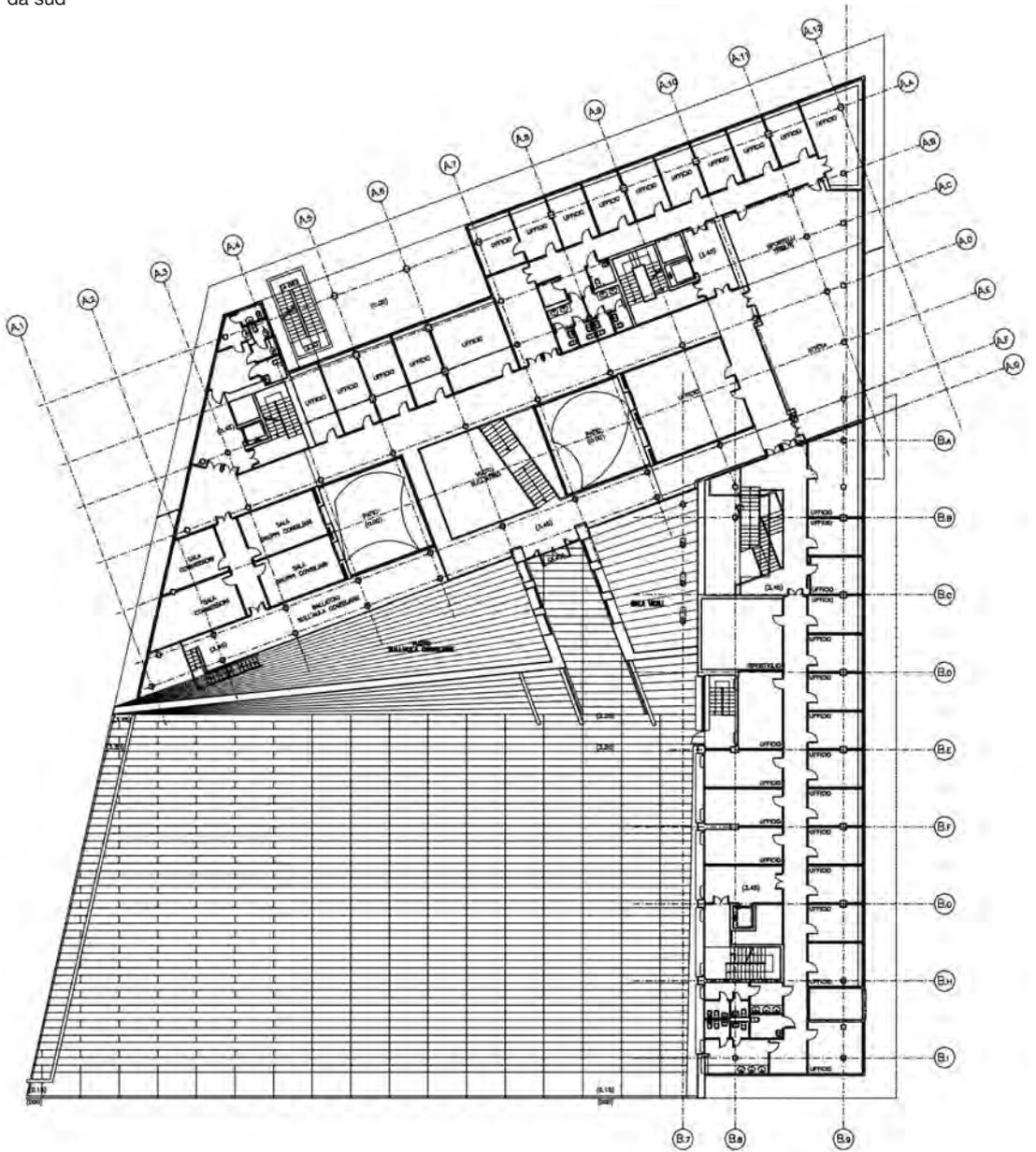
F.B.



Particolari dei piani inclinati in cotto della copertura



Schizzo prospettico da sud



Pianta del piano primo