PIANO clima ROMA

STRATEGIA DI ADATTAMENTO CLIMATICO

SIST.0

I sistemi di ombreggiamento dello spazio pubblico

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

ROMA

ROMA

Ufficio Clima

Direttore
Edoardo Zanchini

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Sapienza Università di Roma
Dipartimento di Architettura e Progetto

progettazione architettonica e urbana

Responsabile scientifico
Alfonso Giancotti

con
Claudio Carmosino

progettazione tecnologica e ambientale

Responsabile scientifico
Eliana Cangelli

con
Michele Conteduca, Valerio Fonti

Indice

4 Premessa metodologica

8 **1 | Spazio pubblico, microclima urbano e adattamento climatico**

8 **1.A | Microclima urbano, comfort ambientale e fruibilità degli spazi aperti**
9 1.A.1 Il microclima urbano: definizioni e variabili climatiche rilevanti
10 1.A.2 Morfologia urbana e materiali: effetti su ombreggiamento e surriscaldamento
12 1.A.3 Urban Heat Island e criticità microclimatiche negli spazi aperti
14 1.A.4 Il contesto mediterraneo e la centralità delle strategie di ombreggiamento

16 **1. B | Roma come campo di indagine: contesto climatico, microclima e vivibilità urbana**
17 1.B.1 Caratteristiche climatiche e morfologiche del contesto romano
20 1.B.2 Ambiti di intervento
Centro Storico e Città Consilidata
Parchi urbani
Periferie e spazi aperti non configurati

24 **1.C | Stato dell'arte: soluzioni di ombreggiamento e strumenti di valutazione**
25 1.C.1 Ombreggiamento "morfologico": forma urbana, orientamento, sezioni stradali e spazi aperti
26 1.C.2 Ombreggiamento "nature–based": vegetazione come dispositivo climatico
28 1.C.3 Ombreggiamento "tecnologico": dispositivi, tipologie e criteri prestazionali
30 Tipologie: sistemi temporanei/rimovibili e sistemi permanenti
32 Configurazioni tecnologiche: coperture semplici, doppie e multiple
34 Materiali per sistemi di ombreggiamento dello spazio pubblico
38 Criteri prestazionali e di selezione
40 1.C.4 Strategie integrate per l'ombreggiamento: acqua e materiali
42 1.C.5 Metodi di analisi e verifica: dal concept alla valutazione microclimatica

45 **2 | I sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico. Il repertorio dei casi studio**

46 **2.A | Le soluzioni di ombreggiamento. Tipologie e criteri di selezione dei casi studio**
47 2.A.1 Classificazione dei sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico
48 2.B.2 Criteri di selezione dei casi di studio

49 **2.B | Repertorio delle soluzioni di ombreggiamento**
52 2.B.1 Soluzioni temporanee / reversibili
76 2.B.2 Soluzioni permanenti

101 **3 | Possibili prototipi**

102 3.1 Tre prototipi, due strategie, una città.
104 3.2 L'ex Mattatoio di Testaccio
112 3.3 Il Parco di Centocelle e Villa De Sanctis
124 3.4 Quartaccio

Premessa metodologica

La ricerca assume lo spazio pubblico urbano come ambito privilegiato per l'elaborazione di strategie di adattamento climatico, ponendo il microclima outdoor al centro di una riflessione che intreccia dimensioni spaziali, ambientali e d'uso. L'intensificazione delle ondate di calore e l'aumento delle temperature estive rendono sempre più evidente come la qualità dello spazio aperto non possa essere valutata esclusivamente in termini formali o funzionali, ma debba essere letta in relazione alle condizioni di comfort ambientale e di sicurezza climatica per gli utenti.

L'impostazione metodologica muove da un approccio multidisciplinare e integrato, che intreccia la Composizione Architettonica e Urbana con la Progettazione Tecnologica e Ambientale dell'Architettura, ponendo al centro l'analisi delle relazioni tra forma urbana, microclima e comportamento degli utenti. Lo spazio pubblico è interpretato come un sistema climatico locale, nel quale le scelte progettuali — morfologiche, materiche e tecnologiche — concorrono a definire condizioni di benessere o di stress termico alla scala pedonale.

A partire dal concetto di ecosistema urbano, inteso come organismo complesso in cui le sollecitazioni climatiche agiscono in modo amplificato rispetto ai contesti naturali, la ricerca individua nella città di Roma un campo di indagine privilegiato. Il clima mediterraneo, l'elevata estensione delle superfici mineralizzate, la densità dei tessuti urbani e la presenza diffusa di spazi aperti privi di adeguati dispositivi di mitigazione rendono la Capitale particolarmente esposta ai fenomeni di surriscaldamento estivo e di Urban Heat Island.

In tale scenario, piazze, percorsi e spazi aperti non configurati rischiano di trasformarsi in ambienti ostili alla permanenza e alla socialità, compromettendo la funzione pubblica e inclusiva dello spazio urbano.

All'interno di questo quadro, lo studio propone un passaggio paradigmatico: la transizione dall'ombreggiamento inteso come elemento accessorio o di arredo urbano alla concezione di sistemi di ombreggiamento come dispositivi di mitigazione microclimatica, capaci di agire sulla percezione del comfort degli spazi aperti, fino a poter diventare dei rifugi climatici. L'ombreggiamento è assunto come strumento progettuale attivo, in grado di interagire con la morfologia urbana, la vegetazione, l'acqua e i materiali per ridurre il carico radiativo, la temperatura percepita e lo stress termico.

Il percorso metodologico è strutturato secondo una logica progressiva che muove dall'interpretazione dei fenomeni microclimatici alla scala dello spazio pubblico verso la costruzione di strumenti operativi a supporto dell'azione pubblica. L'analisi delle relazioni tra microclima, morfologia urbana e usi consente di individuare criticità ricorrenti e condizioni di vulnerabilità, in particolare in contesti, come quello romano, caratterizzati da clima mediterraneo e da forte esposizione all'irraggiamento solare. In questo quadro, l'ombreggiamento è assunto come strategia passiva emblematica, capace di sintetizzare il rapporto tra forma dello spazio, dispositivi tecnologici e comfort ambientale.

I sistemi analizzati sono stati organizzati secondo una tassonomia basata sulla durata e sul grado di reversibilità — sistemi temporanei, semipermanenti e permanenti — e interpretati come infrastrutture ambientali leggere, potenzialmente replicabili e adattabili ai diversi contesti urbani romani. La loro sistematizzazione attraverso un repertorio strutturato rappresenta uno snodo metodologico centrale della ricerca, concepito come strumento interpretativo e comparativo finalizzato a rendere leggibili le relazioni tra caratteristiche spaziali, prestazioni microclimatiche e condizioni di applicabilità delle diverse soluzioni. Attraverso criteri di classificazione e valutazione coerenti con gli obiettivi della ricerca, il repertorio consente di superare approcci episodici o emergenziali, orientando le scelte verso soluzioni contestualizzate, adattive e trasferibili.

Il quadro conoscitivo ha consentito di sviluppare ipotesi progettuali intese come scenari applicativi, capaci di adattarsi a differenti condizioni spaziali, climatiche e d'uso. Le ipotesi non mirano alla risoluzione puntuale di un singolo caso, ma alla costruzione di configurazioni tipo che consentano di verificare la coerenza tra principi ambientali, qualità spaziale e fattibilità operativa, mantenendo un livello di astrazione utile al dialogo con le politiche urbane e con la programmazione degli interventi.

La fase conclusiva della ricerca rappresenta la sintesi operativa delle precedenti per testare i modelli elaborati nella fase precedente in due ambiti applicativi individuati nella città di Roma in ragione della tipologia di contesto urbano e di uso: l'asse centrale pedonale della Città delle Arti nell'ex Mattatoio nel rione Testaccio per il contesto storico, e l'area giochi all'interno del parco di Villa De Sanctis nel quadrante est della città, come caso rappresentativo all'interno di un parco urbano.

1 | Spazio pubblico, microclima urbano e adattamento climatico

L'emergenza climatica rappresenta una sfida duplice per le metropoli contemporanee che da un lato devono contenere i rischi e i costi economici e sociali crescenti derivanti da fenomeni atmosferici sempre più estremi, e dall'altro devono diventare habitat adattabili e capaci di garantire spazi urbani vivibili e salubri.

In quest'ottica, la prima parte dello studio si focalizza sulla la costruzione del quadro conoscitivo e interpretativo sulle relazioni tra condizioni microclimatiche e la qualità ambientale e la fruibilità degli spazi aperti, indagando come le dinamiche climatiche locali, fortemente influenzate dalla forma urbana, dai materiali e dalle trasformazioni antropiche, incidano sulle condizioni di comfort percepito e sull'uso quotidiano degli spazi per la collettività.

La prima parte è articolata in tre sezioni complementari. La prima è dedicata all'analisi del microclima urbano, alle sue variabili determinanti e alle principali criticità ambientali che emergono negli spazi aperti, con particolare riferimento al fenomeno del surriscaldamento urbano. La seconda sezione introduce il contesto urbano di Roma come campo di applicazione dello studio, individuando ambiti di intervento e criticità microclimatiche ricorrenti. La terza sezione, infine, approfondisce il ruolo delle soluzioni di ombreggiamento come strategia passiva di adattamento climatico e introduce i criteri e gli strumenti di valutazione utili a orientare le scelte progettuali.

1.A

Microclima urbano, comfort ambientale e fruibilità degli spazi aperti

La sezione si focalizza sulle relazioni tra le principali variabili che determinano il microclima urbano, come radiazione solare, temperatura dell'aria e delle superfici, ventilazione e umidità, illustrando l'interazione sistemica nel definirne le condizioni di comfort.

1.A.1 Il microclima urbano: definizioni e variabili climatiche rilevanti

Il microclima urbano può essere definito come l'insieme delle condizioni climatiche locali che caratterizzano porzioni limitate di città – quali strade, piazze, corti, spazi aperti di quartiere, aree di sosta e ambiti di prossimità – e che differiscono in modo sensibile dal clima di riferimento delle aree extraurbane circostanti.

L'approccio microclimatico richiede un livello di analisi a scala locale, che non coincide con il clima regionale o urbano nel suo complesso, ma che si manifesta in relazione diretta alla struttura fisica dell'ambiente costruito e alle trasformazioni indotte dai processi di urbanizzazione.

Il microclima urbano è il risultato di una complessa interazione tra fattori climatici naturali e fattori antropici.

La progressiva sostituzione dei suoli naturali con superfici artificiali, la concentrazione di volumi edilizi, l'aumento della densità insediativa e la presenza di infrastrutture modificano profondamente il comportamento dei principali parametri climatici, generando condizioni ambientali specifiche che incidono direttamente sulla qualità dello spazio pubblico.

In questo senso, il microclima non può essere considerato un dato neutro o invariabile, ma un fenomeno dinamico e progettuale, sul quale è possibile intervenire attraverso scelte consapevoli di assetto urbano e di progetto degli spazi aperti.

Le principali variabili climatiche che concorrono a definire il microclima urbano possono essere ricondotte alle seguenti categorie:

- Radiazione solare, nelle sue componenti:
  - diretta, proveniente direttamente dal sole;
  - diffusa, riflessa e diffusa dall'atmosfera;
  - riflessa, dovuta alla riflessione sulle superfici costruite e pavimentate.
- Temperatura dell'aria, influenzata dalla capacità delle superfici urbane di assorbire e rilasciare calore.
- Temperatura delle superfici, in particolare di pavimentazioni, facciate e coperture, spesso superiore alla temperatura dell'aria nei periodi estivi.
- Temperatura radiante media, parametro chiave per la valutazione del comfort termo-igrometrico percepito, che sintetizza gli scambi radiativi tra il corpo umano e le superfici circostanti.
- Ventilazione naturale, orientata dalla forma urbana, dalla densità edilizia, dall'altezza degli edifici e dalla geometria degli spazi aperti.
- Umidità relativa, fortemente influenzata dalla presenza o assenza di suoli permeabili, vegetazione, acqua e processi di evapo-traspirazione.

L'interazione tra queste variabili determina condizioni microclimatiche altamente differenziate nello spazio e nel tempo, con effetti diretti sul comfort ambientale e sulla fruibilità degli spazi pubblici. In particolare, negli spazi aperti urbani il comfort non dipende esclusivamente dalla temperatura dell'aria, ma dal bilancio energetico complessivo tra il corpo umano e l'ambiente circostante, in cui la componente radiativa assume un ruolo dominante.

La comprensione delle variabili microclimatiche e delle loro interazioni costituisce pertanto il presupposto fondamentale per valutare la qualità ambientale dello spazio pubblico e per orientare le strategie di adattamento climatico.

1.A.2 Morfologia urbana e materiali: effetti su ombreggiamento e surriscaldamento

La morfologia urbana esercita un'influenza determinante sulle condizioni microclimatiche degli spazi aperti, in quanto governa l'esposizione alla radiazione solare, la ventilazione naturale e la capacità di dissipazione del calore accumulato. Parametri quali la densità edilizia, il rapporto tra pieni e vuoti, l'altezza degli edifici, la larghezza degli spazi aperti, l'orientamento delle strade e la continuità delle cortine edilizie concorrono a definire la geometria degli spazi urbani e, di conseguenza, il loro comportamento microclimatico.

In particolare, la configurazione dei cosiddetti canyon urbani - strade e spazi lineari delimitati da edifici - influisce in modo significativo sulla distribuzione della radiazione solare e sulla ventilazione. In contesti ad alta densità edilizia, l'ombreggiamento prodotto dai volumi costruiti può ridurre l'esposizione diretta alla radiazione solare durante alcune ore del giorno, ma al tempo stesso limitare la dispersione del calore e ostacolare il raffreddamento notturno.

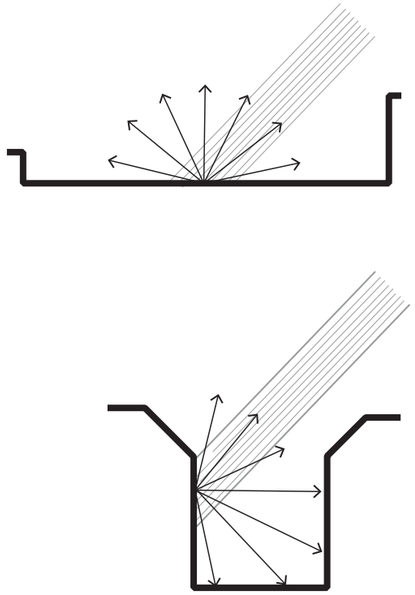
La riduzione del fattore di vista del cielo [Sky View Factor], tipica degli spazi urbani densi, compromette infatti la capacità delle superfici di disperdere calore per irraggiamento a onde lunghe, favorendo il mantenimento di temperature elevate.

I materiali impiegati per le superfici urbane svolgono un ruolo altrettanto rilevante. Pavimentazioni, facciate e coperture caratterizzate da elevata inerzia termica e bassa riflettanza solare assorbono una quota significativa della radiazione incidente, accumulando calore durante il giorno e rilasciandolo lentamente nelle ore serali e notturne. Questo fenomeno contribuisce all'aumento della temperatura dell'aria e della temperatura radiante media, aggravando le condizioni di disagio termico negli spazi aperti.

Tra i principali fattori materici che influenzano il surriscaldamento urbano si possono individuare:

- Albedo delle superfici (capacità di riflettere la radiazione solare);
- Capacità termica dei materiali;
- Colore e texture delle superfici esposte;
- Permeabilità del suolo, che influisce sulla ritenzione di umidità e sull'evapo-traspirazione.

In questo quadro, l'ombreggiamento assume un ruolo strategico come elemento di regolazione microclimatica, capace di incidere direttamente sull'intensità e sulla durata dell'esposizione solare. L'integrazione tra morfologia urbana, scelta dei materiali e sistemi di ombreggiamento consente di ridurre le temperature superficiali, contenere la temperatura radiante media e migliorare sensibilmente il comfort ambientale negli spazi aperti, soprattutto nei periodi di maggiore stress termico.



Morfologia urbana e irraggiamento solare.
Uno Sky View Factor elevato (in alto) aumenta la radiazione solare in ingresso, ma favorisce anche la dispersione notturna del calore.
Al contrario, uno Sky View Factor ridotto (in basso) trattiene la radiazione termica tra gli edifici, contribuendo all'isola di calore urbana.

1.A.3 Urban Heat Island e criticità microclimatiche degli spazi aperti

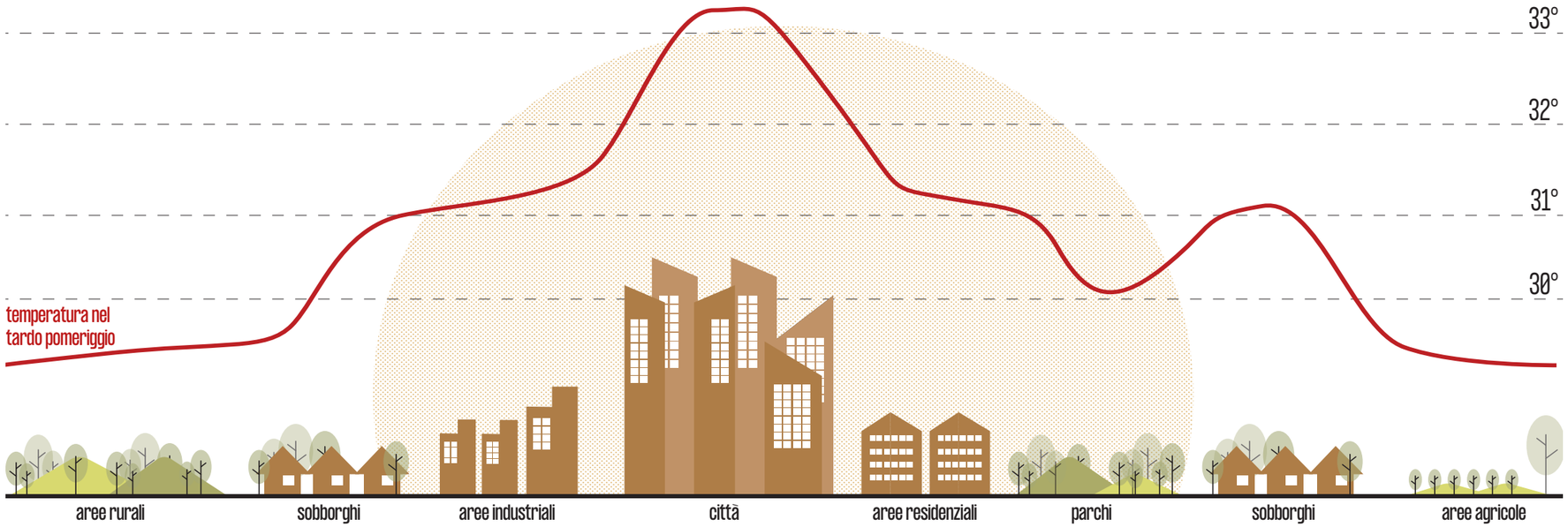
Il fenomeno dell'Isola di Calore Urbana [Urban Heat Island, UHI] rappresenta una delle manifestazioni più evidenti delle alterazioni microclimatiche indotte dall'urbanizzazione e consiste nell'aumento delle temperature nelle aree urbanizzate rispetto ai territori rurali o naturali circostanti. Tale fenomeno è il risultato della combinazione di molteplici fattori, tra cui l'impermeabilizzazione dei suoli, l'uso estensivo di materiali ad alta capacità di assorbimento della radiazione solare, la riduzione delle superfici vegetate e la produzione di calore antropico.

Negli spazi pubblici, l'Urban Heat Island si traduce in una serie di criticità microclimatiche che incidono direttamente sulla fruibilità e sulla qualità ambientale. Piazze, percorsi pedonali, aree gioco e spazi di sosta caratterizzati da superfici pavimentate continue e assenza di ombreggiamento risultano particolarmente vulnerabili, poiché soggetti a temperature superficiali elevate e a un'elevata temperatura radiante media. In tali condizioni, il disagio termico può diventare tale da limitare l'uso degli spazi nelle ore centrali della giornata, con ricadute sociali e sanitarie significative.

Le criticità associate all'Urban Heat Island non riguardano esclusivamente l'aumento delle temperature, ma includono:

- riduzione della ventilazione naturale e ristagno d'aria;
- abbassamento dell'umidità relativa in contesti fortemente artificializzati;
- accumulo di inquinanti atmosferici;
- incremento dei consumi energetici per il raffrescamento degli edifici circostanti.

A scala locale, tali fenomeni possono essere accentuati da specifiche configurazioni spaziali e da scelte progettuali inadeguate. Spazi aperti privi di ombreggiamento, materiali scuri e impermeabili, assenza di vegetazione e acqua contribuiscono ad amplificare le condizioni di stress termico, rendendo evidente la necessità di strategie di mitigazione mirate. La lettura delle criticità legate all'Urban Heat Island consente quindi di riconoscere il ruolo centrale del progetto dello spazio pubblico come **strumento attivo di adattamento climatico**, capace di incidere in modo significativo sulle condizioni microclimatiche locali.



Il fenomeno dell'isola di Calore Urbana

1.A.4 Il contesto mediterraneo e la centralità delle strategie di ombreggiamento

Nel contesto climatico mediterraneo, le criticità microclimatiche negli spazi aperti assumono una rilevanza cruciale, in ragione della combinazione tra estati lunghe e calde, elevati livelli di irraggiamento solare e frequenti condizioni di ventilazione debole. In tali contesti, lo stress termico estivo rappresenta uno dei principali fattori limitanti per la fruibilità dello spazio pubblico, rendendo prioritario il controllo dell'esposizione solare e della temperatura radiante media.

Le strategie di ombreggiamento si configurano come dispositivi centrali per la mitigazione del microclima urbano, in quanto consentono di agire in modo diretto ed efficace sulla componente radiativa del bilancio energetico. Riducendo l'irraggiamento diretto e diffuso che raggiunge le superfici e il corpo umano, l'ombreggiamento contribuisce a:

- diminuire la temperatura delle superfici pavimentate;
- ridurre la temperatura radiante media;
- migliorare il comfort termo-igrometrico percepito;
- prolungare la fruibilità degli spazi aperti durante la giornata.

L'ombreggiamento assume inoltre un valore storico e culturale, legato a pratiche consolidate di progettazione degli spazi aperti, che hanno tradizionalmente fatto ricorso a dispositivi temporanei o permanenti per modulare luce e calore. Pergolati, portici, tende, elementi vegetali e strutture leggere rappresentano soluzioni capaci di adattarsi alle variazioni stagionali e di rispondere in modo flessibile alle condizioni climatiche locali.

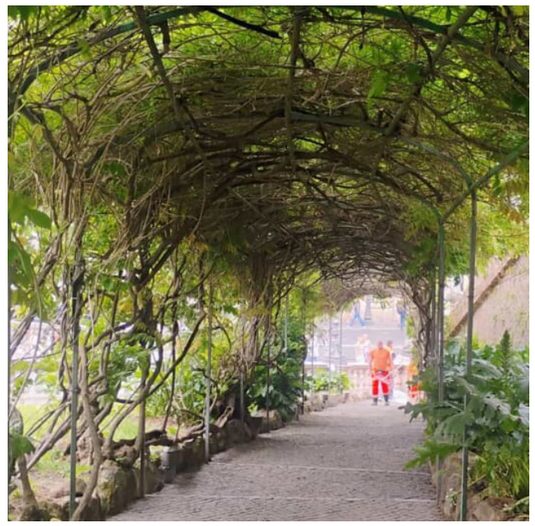
Alla luce di queste considerazioni, le strategie di ombreggiamento non possono essere considerate elementi accessori o puntuali, ma devono essere assunte come componenti strutturanti del progetto dello spazio pubblico e delle politiche di adattamento climatico urbano.



Teli ombreggianti nelle strade di Siviglia, Spagna (1918)



Portici nella città di Bologna, Italia



Pergolato del Campidoglio, progettato da Gioacchino Ersoch nel 1878 e recentemente ripristinato e riaperto. Roma

1.B

Roma come campo di indagine: contesto climatico, microclima e vivibilità urbana

La sezione tratta il contesto romano, illustrandone nel primo paragrafo le caratteristiche climatiche e morfologiche in relazione alle dinamiche microclimatiche. Il paragrafo successivo analizza i principali possibili ambiti di intervento evidenziando vulnerabilità e potenzialità operative.

1.B.1 Caratteristiche climatiche e morfologiche del contesto romano

Roma rappresenta un caso di studio particolarmente significativo per l'analisi delle strategie di adattamento climatico nello spazio pubblico, in virtù della combinazione tra clima, complessità morfologica e stratificazione storica del tessuto urbano. La varietà degli spazi aperti, che si estendono dai contesti storici compatti ai grandi parchi urbani fino alle periferie caratterizzate da ampie superfici non configurate, determina condizioni microclimatiche fortemente differenziate e richiede un approccio analitico capace di cogliere tali specificità.

Roma è caratterizzata da un clima con estati lunghe e calde, elevati livelli di irraggiamento solare associati a una progressiva intensificazione delle ondate di calore. Negli ultimi decenni, l'aumento delle temperature medie e la maggiore frequenza di episodi di caldo estremo hanno accentuato le criticità microclimatiche negli spazi aperti urbani, rendendo sempre più evidente la vulnerabilità della città rispetto agli effetti del cambiamento climatico. In particolare, i periodi estivi sono contraddistinti da condizioni di stress termico prolungato, spesso accompagnate da ventilazione debole e da temperature notturne elevate, che limitano i meccanismi di raffrescamento naturale.

Dal punto di vista climatico, le principali caratteristiche che incidono sulle condizioni microclimatiche degli spazi aperti romani possono essere ricondotte a:

- elevata intensità della radiazione solare, soprattutto nei mesi estivi;
- prolungata durata dell'irraggiamento giornaliero, con esposizione significativa anche nelle ore pomeridiane;
- ridotta ventilazione media, in particolare nei contesti urbani più densi;
- incremento delle temperature minime notturne, che limita la dissipazione del calore accumulato durante il giorno.

Questi fattori, combinati con le trasformazioni dell'ambiente costruito, contribuiscono alla formazione di microclimi urbani critici, soprattutto negli spazi pubblici caratterizzati da superfici mineralizzate e da una limitata presenza di elementi mitigativi.

Dal punto di vista morfologico, Roma presenta una struttura urbana estremamente articolata e stratificata, risultato di processi storici di crescita e trasformazione che hanno prodotto una compresenza di tessuti molto differenti tra loro: il centro storico, le espansioni ottocentesche e novecentesche, i grandi complessi infrastrutturali e le periferie recenti costituiscono un mosaico urbano complesso, nel quale la forma dello spazio costruito incide in modo significativo sulle dinamiche microclimatiche locali.

La morfologia urbana romana influisce sulle condizioni microclimatiche attraverso diversi fattori, tra cui:

- densità edilizia e continuità delle cortine, che condizionano l'ombreggiamento e la ventilazione;
- rapporto tra altezze edilizie e larghezza degli spazi aperti, che determina il fattore di vista del cielo;
- orientamento degli spazi urbani, che influenza l'esposizione alla radiazione solare diretta e diffusa;
- presenza di grandi infrastrutture e superfici artificiali, che contribuiscono all'accumulo di calore.

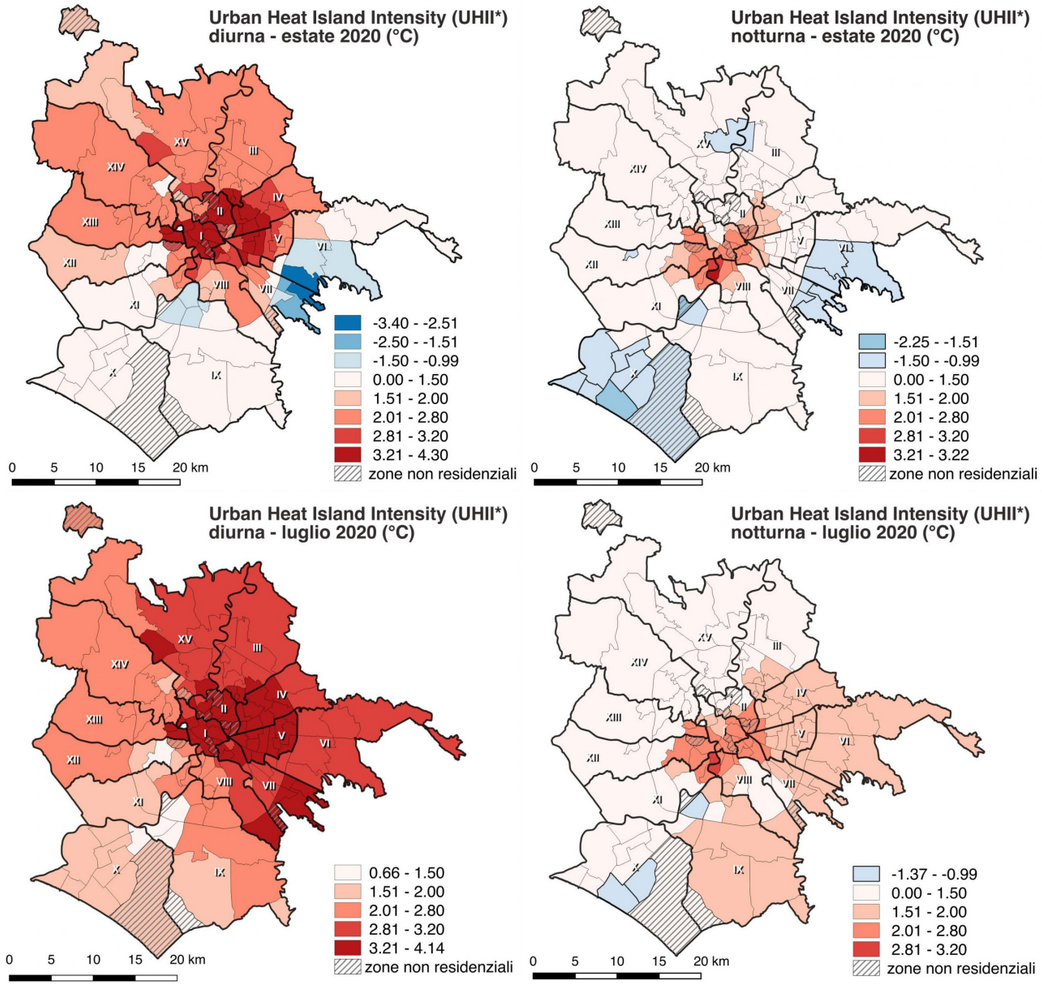
Nei tessuti più densi, tipici del centro storico e di alcune parti consolidate della città, la

configurazione dei canyon urbani può generare ombreggiamenti parziali durante alcune ore del giorno, ma al tempo stesso ostacolare la ventilazione naturale e il raffrescamento notturno. La riduzione del fattore di vista del cielo limita infatti la dispersione del calore per irraggiamento a onde lunghe, favorendo il mantenimento di temperature elevate anche nelle ore serali. In altri contesti, caratterizzati da spazi aperti più ampi e da una minore continuità edilizia, l'esposizione diretta alla radiazione solare può risultare dominante, con conseguenti problemi di surriscaldamento delle superfici e di disagio termico per gli utenti.

Gli spazi aperti di Roma assumono quindi un ruolo centrale nella definizione delle condizioni microclimatiche urbane, configurandosi al contempo come ambiti critici di esposizione climatica. Piazze, percorsi pedonali, aree di sosta e spazi di relazione collettiva risultano spesso caratterizzati da:

- elevata percentuale di superfici pavimentate continue;
- materiali con alta capacità di accumulo termico, quali asfalto, basalto e sanpietrini;
- limitata presenza di ombreggiamento artificiale o naturale;
- discontinuità nella distribuzione della vegetazione.

Anche i grandi sistemi verdi, pur svolgendo un ruolo fondamentale di mitigazione a scala urbana, presentano criticità microclimatiche localizzate, in particolare nelle aree di maggiore frequentazione.i. In tali contesti, la sola presenza di vegetazione non è sempre sufficiente a garantire condizioni adeguate di comfort, soprattutto in assenza di una progettazione mirata delle ombre e delle relazioni tra spazio aperto, percorsi e aree di sosta.



Intensità dell'isola di calore urbana a Roma.
Le mappe evidenziano la distribuzione dell'Urban Heat Island Intensity nei quartieri di Roma, mostrando temperature più elevate nelle aree centrali e più densamente urbanizzate, soprattutto nelle rilevazioni diurne estive e di luglio 2020. Le differenze risultano generalmente meno marcate nelle ore notturne, ma confermano la persistenza del fenomeno nelle parti più compatte della città.
Fonte: elaborazione MappaRoma su dati Associazione Meteo Lazio.

1.B.2 Ambiti di intervento

L’eterogeneità morfologica e funzionale della città di Roma consente di individuare una pluralità di ambiti di intervento, ciascuno caratterizzato da specifiche criticità microclimatiche e da differenti condizioni di esposizione al rischio climatico. La distinzione tra Centro Storico e Città Consolidata, parchi urbani, periferie e spazi urbani non configurati non risponde a una mera classificazione tipologica, ma rappresenta uno strumento interpretativo utile a leggere la varietà delle condizioni ambientali e a comprendere come fattori climatici, spaziali e d’uso interagiscano nello spazio pubblico.



Centro Storico e Città Consolidata

Densità, mineralizzazione, vincoli: necessità di soluzioni leggere e reversibili

Il Centro Storico di Roma e le sue parti consolidate sono caratterizzati da una struttura urbana compatta, con elevata densità edilizia, continuità delle cortine e prevalenza di superfici pavimentate e mineralizzate. Queste condizioni determinano assetti microclimatici peculiari, critici soprattutto nel periodo estivo. L’elevata inerzia termica di pavimentazioni e facciate contribuisce all’accumulo di calore diurno e al rilascio serale e notturno, con aumento delle temperature e riduzione del raffrescamento naturale.

Dal punto di vista spaziale, la configurazione dei canyon urbani tipici del tessuto storico può generare ombreggiamenti parziali, soprattutto in strade strette e vicoli, ma al tempo stesso limitare ventilazione e dispersione del calore. La riduzione del fattore di vista del cielo ostacola il raffreddamento radiativo notturno, favorendo disagio termico dopo il tramonto. Piazze e spazi aperti, spesso con superfici pavimentate in materiali scuri, come il basalto, e scarsa presenza vegetale, risultano esposti all’irraggiamento solare e critici per il comfort ambientale.

A queste criticità si aggiungono i vincoli storico-artistici, archeologici e paesaggistici del Centro Storico di Roma, sito UNESCO, che ne fanno un ambito complesso ed emblematico per le strategie di adattamento climatico nelle aree monumentali. Tali vincoli possono limitare interventi permanenti di ombreggiamento, imponendo un approccio fondato su reversibilità, compatibilità e leggerezza delle trasformazioni, capace di bilanciare miglioramento microclimatico e tutela dei valori storici e identitari.



Periferie e spazi aperti non configurati

Esposizione, carenza di dispositivi mitigativi, potenzialità di sperimentazione

Le periferie romane e gli spazi aperti non configurati rappresentano uno degli ambiti più critici dal punto di vista microclimatico e, al tempo stesso, uno dei più rilevanti in termini di potenzialità di intervento. Questi contesti sono spesso caratterizzati da ampie superfici esposte, da una scarsa densità di elementi verticali e da una limitata presenza di vegetazione strutturata, con conseguente elevata esposizione all'irraggiamento solare e condizioni di stress termico accentuate durante i mesi estivi.

La qualità progettuale dello spazio pubblico nelle periferie risulta frequentemente insufficiente, con spazi residuali o sottoutilizzati che non offrono condizioni adeguate di comfort ambientale. Aree pavimentate estese, in genere asfaltate, parcheggi, piazzali e spazi di relazione privi di ombreggiamento costituiscono luoghi di forte vulnerabilità climatica, soprattutto per le fasce di popolazione che fanno un uso quotidiano e prolungato di tali spazi. La carenza di dispositivi mitigativi, unita alla ridotta attenzione progettuale alle dinamiche microclimatiche, contribuisce a rafforzare le disuguaglianze ambientali tra diverse parti della città.

Al tempo stesso, le periferie e gli spazi aperti non configurati offrono ampie opportunità di sperimentazione, grazie alla maggiore disponibilità di spazio, alla minore presenza di vincoli e alla possibilità di intervenire su aree estese. Questi ambiti possono diventare laboratori privilegiati per testare approcci adattivi, flessibili e replicabili, capaci di rispondere alle criticità microclimatiche e di migliorare la qualità ambientale dello spazio pubblico.



Parchi urbani

Funzione climatica e criticità nelle aree gioco e di sosta

Le ville storiche e i parchi urbani rappresentano elementi strutturali rilevanti di Roma dal punto di vista ambientale e microclimatico. La presenza di vegetazione, suoli permeabili e superfici ombreggiate favorisce processi di raffrescamento naturale, contribuendo alla riduzione delle temperature e al miglioramento della qualità dell'aria urbana. In questo senso, i parchi svolgono una funzione climatica fondamentale, agendo come ambiti di mitigazione dell'isola di calore e riserve di comfort ambientale nel tessuto costruito.

Tuttavia, l'analisi microclimatica dei parchi urbani evidenzia criticità localizzate, soprattutto nelle aree più frequentate. Spazi destinati al gioco, alla sosta e alle attività ricreative risultano spesso esposti all'irraggiamento solare diretto, quando la vegetazione non garantisce copertura adeguata nelle ore più calde. La domanda di comfort è elevata, poiché i tempi di permanenza sono prolungati e coinvolgono fasce sensibili di popolazione alle condizioni climatiche estreme.

In molti casi, configurazione spaziale e disposizione delle attrezzature non sono state progettate considerando le dinamiche microclimatiche stagionali, generando un disallineamento tra uso e condizioni ambientali. Percorsi pedonali, aree gioco e spazi di sosta possono risultare poco utilizzabili durante l'estate, nonostante la presenza complessiva di verde. Ciò evidenzia come la funzione climatica dei parchi non possa essere valutata solo in termini quantitativi, ma debba essere analizzata anche in relazione alla qualità microclimatica degli spazi e alla loro effettiva fruibilità.

1.C

Stato dell'arte: soluzioni di ombreggiamento e strumenti di valutazione

La sezione illustra lo stato dell'arte delle principali strategie di ombreggiamento e degli strumenti per la loro valutazione. Il primo paragrafo tratta l'ombreggiamento morfologico legato a forma urbana e orientamento; il secondo approfondisce il ruolo della vegetazione come dispositivo climatico; il terzo analizza i sistemi artificiali di ombreggiamento e la loro evoluzione tecnologica. Seguono le strategie integrate che coinvolgono acqua e materiali. La parte conclusiva si focalizza sui metodi di analisi e simulazione, sottolineando l'importanza di strumenti qualitativi e quantitativi per verificare in modo misurabile l'efficacia delle soluzioni progettuali.

1.C.1 Ombreggiamento "morfologico": forma urbana, orientamento, sezioni stradali e spazi aperti

Nello spazio pubblico urbano l'ombra può essere generata direttamente dalla forma della città: l'orientamento delle strade e il rapporto tra altezza e interdistanza degli edifici determinano il momento, la durata e la quamtità di radiazione solare che raggiunge il suolo, trasformando la sezione stradale e la configurazione dei vuoti urbani (strade, vicoli, corti, slarghi) in un dispositivo di ombreggiamento "integrato".

In questa prospettiva la morfologia è una variabile prestazionale: continuità dei fronti, spazi intermedi (corti, androni, passaggi) e geometria del canyon urbano governano la continuità dell'ombra lungo i percorsi, la possibilità di sosta protetta e la riduzione dell'esposizione diretta nelle ore critiche estive.

Nei tessuti storici questa prestazione è spesso incorporata nella struttura stessa dello spazio pubblico.

La costruzione per stratificazioni successive, l'adattamento ai vincoli e la continuità dei margini costruiti tendono a produrre assetti compatti, con sky view factor contenuto, in cui l'ombra non è un elemento aggiunto ma un esito diretto della prossimità tra i fronti e della geometria del vuoto urbano. Nel contesto mediterraneo, storicamente, la morfologia delle città si è conformata in funzione dei fattori microclimatici. Questo si è tradotto in tessuti minuti e addensati, in cui la trama irregolare di vicoli, insieme ad archi e sottopassi, costruisce una sequenza di spazi compressi che garantiscono ombra ricorrente lungo i percorsi pedonali e micro-transizioni tra pieno sole e ombra. È il caso di Venezia o Bari, dove vicoli e slarghi di piccola dimensione generano vere proprie "stanze urbane" ombreggiate, dove la protezione dal sole è proprietà intrinseca di sezione e continuità del costruito. In altri casi, come il centro di Napoli, conformato sulla morfologia della città greca, il tessuto ha una maglia regolare che massimizza ventilazione naturale e ombreggiamento attraverso la rotazione della maglia in funzione dell'orientamento solare.

Anche nel tessuto storico di Roma si riconoscono configurazioni morfologiche che, attraverso continuità dei fronti e ridotta sezione stradale, producono ombreggiamenti passivi significativi. In ambiti come Trastevere e il Ghetto ebraico, la trama di strade strette e spesso irregolari, insieme a spazi intermedi - soglie, androni, passaggi minuti e corti - costruisce una sequenza di ombre ricorrenti lungo i percorsi e una continua alternanza tra esposizione e protezione, con effetti diretti sulla fruibilità pedonale estiva.

Nei nuovi comparti urbani, la stessa prestazione può essere perseguita in modo intenzionale attraverso regole di impostazione morfologica che "fabbricano" ombra con orientamento, altezze e distanze: impostare la maglia stradale quanto più possibile prossima alla direzione est–ovest (entro circa 15°), favorire fronti ampi rivolti a sud e scegliere tipi e forme edilizie tali da contenere ombreggiamenti indesiderati sono indicazioni operative che mirano a garantire l'ombreggiamento dello spazio pubblico dalla configurazione urbana, prima e più che dall'aggiunta di schermature puntuali.

Questi esempi rendono leggibile un principio trasferibile: l'ombreggiamento può essere "infrastrutturato" nella forma urbana attraverso la calibrazione di orientamenti, sezioni e continuità dei fronti, e attraverso la progettazione di spazi intermedi (corti, logge, porticati, passaggi) che aumentano la resilienza microclimatica dello spazio pubblico prima dell'introduzione di dispositivi tecnologici.

1.C.2 Ombreggiamento "nature–based": vegetazione come dispositivo climatico

L'ombreggiamento nature-based rappresenta una strategia multifunzionale che integra controllo radiativo, raffrescamento evaporativo, qualità dell'aria e protezione anemologica. Si tratta di un approccio che si fonda su un principio semplice ma altamente performativo: la vegetazione intercetta e modula la radiazione solare prima che raggiunga suolo e superfici costruite, trasformando alberature e sistemi verdi in dispositivi climatici capaci di ridurre il carico radiativo percepito nello spazio pubblico. Foglie e rami riducono la quota di radiazione diretta e diffusa che arriva alle superfici sottostanti, e abbassano significamente le temperature superficiali con una riduzione del differenziale tra superficie esposta ed in ombra che può raggiungere i 25°C.

All'azione radiativa si affianca il raffrescamento per evapotraspirazione: l'evaporazione dell'acqua attraverso i pori delle piante sottrae calore all'ambiente e contribuisce a ridurre la temperatura dell'aria nelle immediate vicinanze, con effetti che diventano più apprezzabili al crescere della massa vegetale e della continuità delle superfici verdi. In questa prospettiva, l'incremento di verde è indicato come strategia efficace di mitigazione dell'isola di calore urbana: l'aumento delle aree verdi può produrre una diminuzione della temperatura dell'aria dell'ordine di 2–3°C, e aree alberate estese possono generare un effetto di "micro-oasi" associato a brezze leggere, con velocità del flusso d'aria intorno a 1 m/s.

La prestazione della vegetazione, tuttavia, non è solo funzione della quantità ma anche della configurazione e della sua collocazione nel contesto urbano. Le diverse declinazioni progettuali della vegetazione - filari, parchi e aree verdi, green roofs e green walls -influenzano la qualità dell'aria e le dinamiche di ventilazione: la vegetazione contribuisce alla rimozione di inquinanti (tra cui ozono, polveri fini, biossido di azoto, biossido di zolfo e monossido di carbonio) e, nei sistemi viari, la posizione dei filari può cambiare la relazione tra ombra, raffrescamento e dispersione degli inquinanti. A titolo esemplificativo un filare centrale in un viale con traffico laterale e passeggiata centrale può favorire un moto d'aria più "dolce" verso gli edifici, contribuendo ad allontanare l'inquinamento stradale, mentre una fila tra carreggiata ed edifici raffresca più direttamente le superfici verticali ma non produce lo stesso effetto di rimozione degli inquinanti.

La vegetazione può agire anche come dispositivo di schermatura al vento: combinazioni di alberi e arbusti, integrate con rimodellamenti del suolo (mounding e banking), possono creare protezioni efficaci; le fasce frangivento offrono protezione sottovento per distanze fino a circa cinque volte la loro altezza, e soluzioni puntuali possono garantire protezioni localizzate a spazi aperti specifici.



Tetto giardino del progetto IF Factory dello studio MVRDV, Shenzhen, Cina



Viale alberato nel quartiere di El Born Barcellona, Spagna



Giardino Verticale progettato dal biologo e paesaggista francese Patrick Blanc, sulla facciata del CaixaForum Madrid, Spagna

1.C.3 Ombreggiamento "tecnologico": dispositivi, tipologie e criteri prestazionali

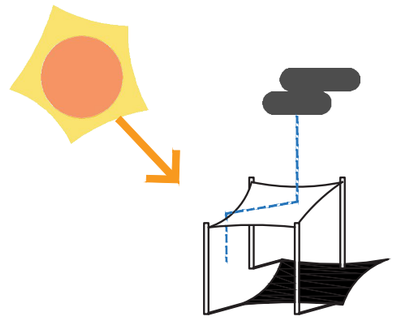
I dispositivi tecnologici passivi per l'ombreggiamento si coniugano tradizione costruttiva e innovazione ambientale. Storicamente, pergolati, velari, porticati, tende urbane e strutture tessili hanno costituito soluzioni climaticamente consapevoli, spesso sviluppate in modo empirico all'interno di culture costruttive vernacolari, con l'obiettivo di controllare l'irraggiamento solare negli spazi aperti. Nel tempo, tali dispositivi hanno progressivamente assunto una maggiore complessità tecnica, materica e prestazionale. L'ombra non è più soltanto una conseguenza della forma urbana o una risposta intuitiva alle condizioni climatiche, ma diventa l'esito di un processo progettuale fondato sull'analisi della geometria solare, sullo studio delle proprietà ottiche e termiche dei materiali, su valutazioni microclimatiche e, sempre più frequentemente, sull'impiego di strumenti digitali di simulazione.

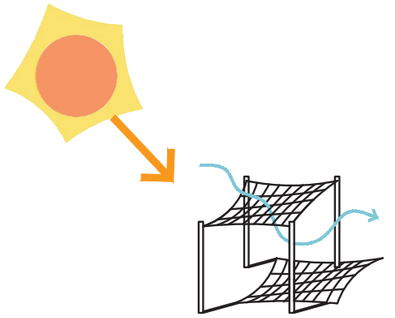
La valenza tecnologica dei sistemi di ombreggiamento consiste nella capacità di controllare selettivamente la radiazione solare — diretta, diffusa e riflessa — e di incidere sulla temperatura radiante media, parametro determinante per il comfort termo-igrometrico negli spazi outdoor. In termini prestazionali, la schermatura della componente diretta e diffusa può ridurre in modo significativo il carico termico percepito, mentre il controllo della componente riflessa contribuisce ulteriormente alla riduzione della sollecitazione radiativa sugli utenti. L'evoluzione tecnologica dei dispositivi consente oggi di modulare tali effetti con maggiore precisione, calibrando percentuali di ombreggiamento, permeabilità alla luce e all'aria, comportamento aerodinamico, durabilità e manutenibilità del sistema.

Nel passaggio dalla tradizione alla contemporaneità, si assiste a un ampliamento significativo del repertorio materico e costruttivo. Accanto ai materiali tradizionali — legno, ferro, muratura, tessuti naturali — si affermano strutture leggere in acciaio ad alta resistenza o alluminio, sistemi tensostrutturali, membrane tecniche microforate, tessuti ad alte prestazioni con proprietà riflettenti o filtranti selettive. Le superfici ombreggianti non sono più necessariamente elementi passivi e statici, ma possono integrare sistemi di regolazione meccanica, sensori climatici, moduli fotovoltaici, dispositivi per la raccolta dell'acqua o soluzioni di ventilazione assistita.

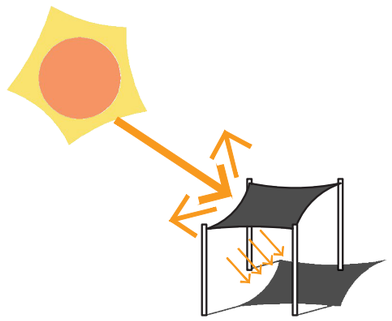
La ricerca contemporanea si spinge oltre l'innovazione materica, esplorando la convergenza tra fabbricazione digitale, intelligenza artificiale e bio-materiali. Un esempio significativo è rappresentato dal progetto Picoplanktonics del Padiglione Canada alla Biennale di Architettura di Venezia 2025, che sperimenta strutture stampate in 3D integrate con microorganismi fotosintetici, come i cianobatteri, aprendo scenari in cui l'architettura interagisce con processi biologici attivi. Pur collocandosi in una dimensione ancora sperimentale, tali ricerche indicano una possibile direzione evolutiva nella quale i dispositivi architettonici — e potenzialmente anche quelli ombreggianti — possono assumere caratteristiche adattive, performative e persino "viventi", ridefinendo il rapporto tra tecnologia e ambiente.

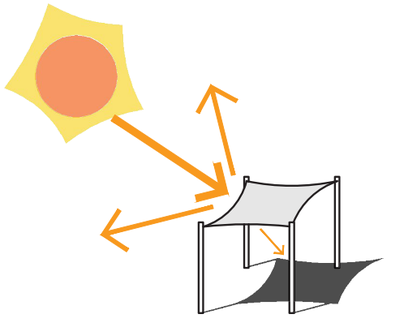
All'interno di questo quadro, i sistemi di ombreggiamento possono essere analizzati secondo alcuni fattori principali: da un lato, in base alla durata e al grado di reversibilità, distinguendo tra dispositivi temporanei o rimovibili e dispositivi permanenti; dall'altro, in base alla configurazione tecnologica della copertura, distinguendo tra sistemi semplici, doppi e multipli; infine, in base ai materiali impiegati, considerando le diverse prestazioni offerte da tessuti naturali, tessuti sintetici e tecnici, materiali rigidi e soluzioni ibride.



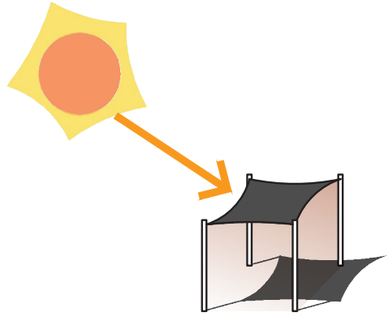


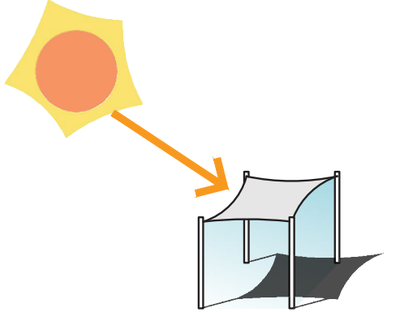
Impermeabilità e Traspirabilità
la porosità del materiale influenza il grado di ombreggiamento e la capacità di respingere l'acqua





Albedo
Ad una variazione di colorecorrisponde una diversacapacità di riflettere la luce





Comportamento termico
Alcuni materiali tendono ad accumulare più calore

Tipologie: sistemi temporanei/rimovibili e sistemi permanenti

I sistemi di ombreggiamento possono essere distinti, in primo luogo, in relazione alla loro durata, al grado di reversibilità e al modo in cui si inseriscono nello spazio pubblico. Alcuni dispositivi sono pensati come soluzioni leggere, stagionali o rimovibili, capaci di adattarsi a usi temporanei e condizioni climatiche variabili; altri, invece, assumono un carattere stabile e strutturale, fino a configurarsi come veri e propri elementi architettonici capaci di trasformare la forma, la percezione e l'uso dello spazio urbano.

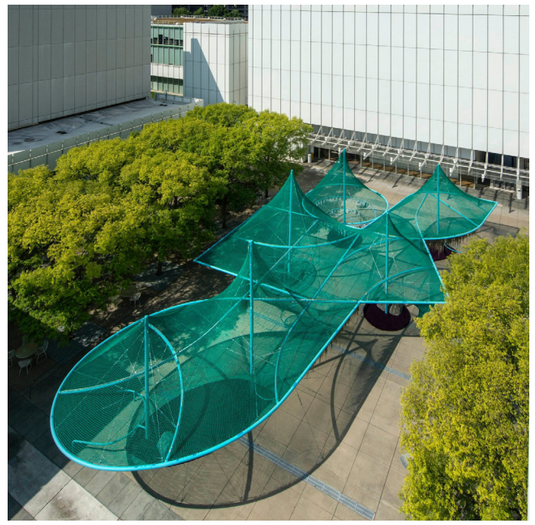
I sistemi temporanei o rimovibili sono caratterizzati da leggerezza, adattabilità stagionale e limitato impatto costruttivo. Comprendono tende retrattili, velari, vele tessili, pergolati smontabili, strutture modulari leggere, membrane tensionate e installazioni stagionali. La loro efficacia risiede nella possibilità di modulare il grado di schermatura in funzione dell'orientamento solare, delle condizioni climatiche e delle esigenze d'uso. Questi sistemi sono particolarmente adatti a spazi pubblici soggetti a usi variabili, come mercati, piazze, percorsi pedonali, aree per eventi, playground, cortili scolastici o interventi di urbanismo tattico. La loro natura reversibile consente di massimizzare l'apporto solare nei mesi invernali e di ridurre selettivamente l'irraggiamento estivo, evitando trasformazioni permanenti del suolo o dell'immagine urbana. Dal punto di vista tecnologico, possono integrare sistemi di ancoraggio reversibili, materiali riciclabili o a basso impatto ambientale, componenti retrattili e dispositivi di regolazione automatizzata in funzione dell'intensità solare o del vento.

La criticità principale riguarda la durabilità. Proprio perché leggeri e spesso esposti a forte sollecitazione solare, vento, pioggia e uso intensivo, questi sistemi richiedono una valutazione attenta dei cicli di manutenzione, della resistenza meccanica, della stabilità ai raggi UV e della facilità di sostituzione dei componenti. Il loro carattere temporaneo non deve quindi essere inteso come sinonimo di precarietà tecnica, ma come capacità di adattarsi a condizioni stagionali e usi mutevoli.

I sistemi di ombreggiamento permanenti si configurano invece come elementi strutturali e architettonici integrati nella morfologia dello spazio pubblico. Comprendono porticati, pensiline, brise-soleil di grande scala, coperture leggere fisse, lamelle orientabili, telai strutturali con superfici filtranti, pergole urbane permanenti e canopie fotovoltaiche. In questo caso, l'ombreggiamento non è più soltanto una prestazione ambientale, ma diventa parte di un progetto architettonico più complesso: contribuisce a costruire nuove spazialità, a definire gerarchie di percorrenza e sosta, a generare luoghi riconoscibili e a qualificare l'immagine urbana.

A differenza dei sistemi temporanei, quelli permanenti richiedono una progettazione più articolata, poiché devono rispondere a requisiti strutturali, manutentivi, normativi, paesaggistici e compositivi di lungo periodo. La loro efficacia dipende dall'analisi dell'altezza solare stagionale, delle traiettorie d'ombra, dell'interazione con la ventilazione naturale e del rapporto con gli edifici circostanti. Nei contesti storici o paesaggisticamente sensibili, la compatibilità morfologica e materica assume un ruolo determinante: il dispositivo non deve essere valutato solo per la sua prestazione climatica, ma anche per la capacità di inserirsi nella scala urbana, nella continuità percettiva dello spazio e nelle eventuali prescrizioni di tutela.

I sistemi permanenti risultano particolarmente efficaci quando l'ombreggiamento è chiamato a sostenere usi quotidiani e prolungati dello spazio pubblico: fermate del trasporto pubblico, piazze, percorsi pedonali, aree di attesa, spazi commerciali all'aperto, parcheggi, cortili pubblici e infrastrutture leggere. In questi casi, la permanenza del dispositivo consente una maggiore integrazione con altri sistemi urbani, come illuminazione, raccolta delle acque, produzione energetica, sensoristica ambientale o arredo pubblico. Proprio per questa capacità di combinare prestazione climatica, funzione urbana e configurazione spaziale, tali dispositivi possono assumere il valore di vere e proprie architetture dello spazio pubblico.



Installazione temporanea di fronte al High Museum of Art. SO–IL
Atlanta, Stati Uniti (2020)



Espacio Metropol Parasol, Plaza de la Encarnación.
Jürgen Mayer H. + Arup Siviglia, Spagna (2004–2011)

Configurazioni tecnologiche: coperture semplici, doppie e multiple

Oltre alla distinzione tra sistemi temporanei e permanenti, i dispositivi di ombreggiamento possono essere classificati in base alla configurazione tecnologica della copertura. Da questo punto di vista, è possibile distinguere tra coperture semplici, coperture doppie e coperture multiple. Tale distinzione è rilevante perché il comportamento microclimatico del dispositivo non dipende soltanto dal materiale impiegato, ma anche dal numero di strati, dalla loro distanza reciproca, dalla presenza di camere d'aria ventilate e dalla capacità del sistema di limitare il surriscaldamento della superficie esposta.

La copertura semplice è costituita da un solo strato di materiale. In questo caso, la quantità di radiazione trasmessa nella zona occupata dipende direttamente dalle caratteristiche del materiale e dalla forma geometrica del dispositivo. Sono determinanti la trama, la porosità, il colore, la trasmittanza solare, la riflettanza e il grado di apertura della superficie. Una rete microforata, ad esempio, consente il passaggio parziale della luce e dell'aria, mentre una membrana continua garantisce una schermatura più compatta ma può ridurre la ventilazione e aumentare la temperatura superficiale.

Nelle coperture semplici, la temperatura del dispositivo è funzione della radiazione solare assorbita e dello scambio convettivo con l'ambiente. Materiali scuri, impermeabili o poco ventilati tendono ad assorbire maggiormente la radiazione e possono diventare superfici radiativamente calde, peggiorando il comfort nella zona sottostante. Al contrario, materiali chiari, riflettenti, porosi e ben ventilati possono ridurre l'assorbimento e favorire la dissipazione del calore. Esempi tradizionali di coperture semplici sono i toldos spagnoli, utilizzati in città come Toledo, Siviglia e Madrid per ombreggiare strade, cortili e spazi commerciali all'aperto mediante teli sospesi tra gli edifici.

Le coperture doppie sono costituite da due strati sovrapposti, separati da una camera d'aria. Rispetto alla copertura semplice, questa configurazione consente di ridurre la trasmissione della radiazione verso la zona occupata e di limitare il surriscaldamento percepito al di sotto del dispositivo. Lo strato superiore intercetta la radiazione solare diretta, mentre quello inferiore contribuisce a schermare ulteriormente lo spazio sottostante e a migliorare la distribuzione luminosa.

L'efficacia della copertura doppia dipende in larga misura dalla ventilazione della camera d'aria. Per facilitare la cessione di calore all'ambiente, è opportuno evitare configurazioni completamente chiuse e favorire il movimento dell'aria tra i due strati, attraverso coperture inclinate, aperture nella parte superiore o bordi laterali sufficientemente aperti. Tuttavia, proprio per la maggiore complessità costruttiva, per i costi più elevati e per le difficoltà di manutenzione, accessibilità e pulizia degli strati intermedi, questi sistemi sono impiegati piuttosto raramente nello spazio pubblico. Le coperture doppie risultano quindi più adatte a dispositivi semi-permanenti o permanenti in cui si voglia migliorare la prestazione termica, ma solo quando sia possibile garantire un adeguato controllo tecnico e manutentivo.

Le coperture multiple sono costituite da più strati sovrapposti o da sistemi di schermatura articolati, nei quali la radiazione solare viene progressivamente filtrata, riflessa, assorbita o dissipata prima di raggiungere la zona occupata. Se correttamente progettate, queste configurazioni possono offrire prestazioni elevate dal punto di vista del comfort outdoor, con una trasmissione della radiazione molto ridotta e un contenuto







In alto a sinistra: coperture semplici

In alto a destra: coperture doppie

in basso: coperture multiple

surriscaldamento della copertura. La loro efficacia non dipende soltanto dal numero degli strati, ma dalla loro disposizione geometrica, dalla ventilazione intermedia, dalla distanza reciproca, dalla permeabilità all'aria e dalla capacità di evitare riflessioni indesiderate verso gli utenti.

Nelle coperture multiple, colore e materiale assumono un peso relativamente meno determinante rispetto alla configurazione complessiva del sistema, poiché il comportamento prestazionale è legato alla combinazione tra stratificazione, ventilazione e geometria. Tuttavia, è opportuno evitare superfici fortemente riflettenti orientate verso la zona occupata, poiché potrebbero reindirizzare la radiazione solare verso gli utenti, generando abbagliamento o incremento del carico radiativo. Le coperture multiple sono particolarmente indicate per spazi pubblici ad alta intensità d'uso, come piazze, mercati, aree di attesa, fermate del trasporto pubblico, percorsi pedonali principali o spazi infrastrutturali, dove il comfort estivo deve essere garantito per periodi prolungati.

Materiali per sistemi di ombreggiamento dello spazio pubblico

La progettazione di sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico urbano richiede una valutazione integrata delle prestazioni fisiche, ambientali, manutentive e percettive dei materiali impiegati. In chiave di mitigazione del surriscaldamento urbano, la funzione primaria del dispositivo non consiste soltanto nella produzione di ombra, ma nella riduzione dell'esposizione alla radiazione solare diretta e, di conseguenza, della temperatura percepita dagli utenti. La scelta del materiale deve quindi considerare trasmittanza e riflettanza solare, assorbimento, permeabilità all'aria, resistenza ai raggi UV, durabilità, manutenzione richiesta e compatibilità con il carattere dello spazio pubblico. In generale, materiali chiari, riflettenti e ventilati risultano più efficaci nel contenimento del carico radiativo estivo rispetto a superfici scure, impermeabili o fortemente assorbenti. Tuttavia, le prestazioni microclimatiche non dipendono dal solo materiale, ma dalla sua combinazione con geometria della copertura, distanza dal suolo, orientamento, esposizione al vento, presenza di ombre portate e integrazione con eventuali sistemi vegetali.

Tessuti naturali

I tessuti naturali, quali cotone, lino, canapa, juta e fibra di cocco, possono essere impiegati in sistemi di ombreggiamento temporanei, stagionali o a carattere sperimentale, soprattutto quando il progetto intenda valorizzare reversibilità, leggerezza costruttiva e bassa intensità tecnologica. Questi materiali presentano in genere una buona permeabilità all'aria, soprattutto se utilizzati con tessiture aperte, e contribuiscono a definire dispositivi meno rigidi, più prossimi a pratiche di allestimento urbano: mercati temporanei, eventi pubblici o interventi di urbanismo tattico. La loro efficacia, tuttavia, dipende dalla densità della trama, dal colore, dai trattamenti superficiali e dalle condizioni di esposizione.

Il cotone offre buona traspirabilità e ampia disponibilità cromatica, ma presenta limiti rilevanti in termini di stabilità ai raggi UV, sensibilità all'umidità, rischio di muffe e perdita di resistenza meccanica nel tempo. Il lino garantisce una buona resa estetica e una buona permeabilità all'aria, ma richiede trattamenti idrorepellenti e anti-UV per un uso esterno continuativo. La canapa e la fibra di cocco rappresentano, tra le fibre naturali, due delle opzioni più interessanti, grazie alla maggiore resistenza alle sollecitazioni meccaniche e a un profilo ambientale generalmente più favorevole rispetto al cotone convenzionale; restano tuttavia meno durevoli e meno stabili dei tessuti tecnici sintetici. Nel complesso, i tessuti naturali sono soluzioni economiche e facilmente reperibili, ma anche più fragili rispetto a umidità, fotodegradazione e sollecitazioni meccaniche. Risultano quindi più adatti a dispositivi reversibili e temporanei che a coperture o installazioni a carattere permanente.

Tessuti sintetici e tecnici

I tessuti sintetici e tecnici, rispetto ai materiali naturali, offrono maggiore stabilità dimensionale, resistenza meccanica, protezione dai raggi UV, durabilità e minori esigenze manutentive. La loro efficacia progettuale dipende dalla composizione, dal tipo di tessitura, dal grado di apertura, dai trattamenti superficiali e dal colore.

Le reti in HDPE [High-Density Polyethylene], o polietilene ad alta densità, rappresentano una soluzione efficace per interventi a costo contenuto. Sono leggere, resistenti all'umidità, stabilizzate ai raggi UV, permeabili al vento e disponibili con diversi fattori di ombreggiamento.







In alto a sinistra: Vele in fibra di cocco

In alto a destra: Le reti in HDPE sono spesso usate in situazioni emergenziali e spontanee, essendo molto economiche, di facile reperibilità ed efficaci nell'ombreggiare lo spazio pubblico

in basso: Reti in HDPE, con differenti trame e colorazioni

La loro porosità consente di ridurre la radiazione diretta senza ostacolare completamente la ventilazione, aspetto rilevante negli spazi pubblici esposti a stress termico estivo. Sono indicate per playground, percorsi pedonali, mercati, parcheggi e aree sportive; il limite principale è rappresentato dalla resa estetica, che può risultare più tecnica e provvisoria rispetto ad altre soluzioni.

I tessuti acrilici tinti in massa sono adatti a tende, pergole retrattili, coperture leggere e sistemi di dimensioni intermedie. Presentano buona stabilità cromatica, resistenza ai raggi UV, trattamenti idrorepellenti e ampia disponibilità di colori. La scelta cromatica assume però un ruolo determinante: i colori chiari, come bianco, écru, sabbia o grigio chiaro, incrementano la riflettanza solare e riducono l'assorbimento, mentre i colori scuri possono aumentare la temperatura superficiale e peggiorare il comfort sotto la copertura.

I poliesteri outdoor e i tessuti PVC/PES microforati occupano una fascia intermedia tra le reti leggere e le membrane strutturali. Il poliestere offre buona resistenza meccanica e stabilità dimensionale, ma la sua traspirabilità varia sensibilmente in funzione del tipo di rivestimento. I tessuti

PVC-coated polyester e PVC/PES microforati combinano controllo solare, resistenza, facilità di pulizia e possibilità di impiego in schermature verticali, pensiline, percorsi coperti e dispositivi semi-permanenti. Quando il materiale diventa membrana strutturale in PVC/PES, può essere impiegato per coperture di maggiore scala, come mercati, piazze, aree di sosta o passaggi urbani permanenti. In questo caso la traspirabilità del materiale è ridotta, ma la prestazione può essere compensata da geometrie aperte e colori ad alta riflettanza. Le principali criticità riguardano la natura composita, l'origine fossile e la gestione del fine vita.

Nella fascia più prestazionale si collocano PTFE, ePTFE ed ETFE. Le membrane in PTFE su fibra di vetro garantiscono elevata durabilità, stabilità ai raggi UV, resistenza meccanica e bassa manutenzione, risultando adatte a interventi permanenti e di alta rappresentanza. L'ePTFE offre prestazioni analoghe in applicazioni leggere e di alta qualità, ma con costi generalmente elevati. L'ETFE costituisce invece un caso specifico: è molto leggero, traslucido, durevole e adatto a coperture che richiedono illuminazione naturale e protezione dalla pioggia, ma, se non serigrafato, colorato o trattato, può lasciar passare una quota elevata di radiazione solare. Per questo motivo non è sempre la soluzione più efficace quando l'obiettivo prioritario è la riduzione del calore estivo nello spazio aperto.

Altri materiali, soluzioni ibride e vegetazione

Accanto ai materiali tessili, i sistemi di ombreggiamento urbano possono essere realizzati mediante materiali rigidi, strutture aperte o soluzioni ibride, spesso più adatte a spazi pubblici permanenti, soggetti a uso intensivo e a maggiori requisiti di robustezza. Il legno lamellare è particolarmente indicato per pergole, portici leggeri e strutture integrate con vegetazione. Presenta una bassa conducibilità termica rispetto ai metalli, una buona qualità percettiva e una forte compatibilità con interventi paesaggistici; richiede tuttavia attenzione al dettaglio costruttivo, alla protezione dall'umidità, alla durabilità delle connessioni e ai cicli di manutenzione superficiale.

I metalli forati, in particolare alluminio e acciaio con finiture chiare e resistenti ai raggi UV, consentono di realizzare schermature robuste, durevoli e resistenti agli atti vandalici. La loro efficacia dipende dalla percentuale di foratura, dal colore, dalla ventilazione e dalla temperatura della faccia inferiore esposta agli utenti. Se impiegati con finiture scure o in configurazioni poco ventilate, possono diventare superfici radiativamente calde; al contrario, pannelli chiari, distanziati e ben aerati possono offrire un buon equilibrio tra ombra, resistenza e qualità urbana. Sono particolarmente adatti a fermate del trasporto pubblico, pensiline, percorsi porticati, spazi hardscape e attrezzature urbane permanenti.

Le canopie fotovoltaiche introducono una dimensione multifunzionale, integrando ombreggiamento e produzione energetica. Possono alimentare illuminazione, sensori, dispositivi di ricarica, sistemi informativi o altri servizi urbani, risultando adatte a hub di mobilità, fermate, parcheggi, piazze attrezzate e spazi pubblici infrastrutturali. Dal punto di vista microclimatico, tuttavia, la produzione di ombra non coincide automaticamente con il miglioramento del comfort termico: i moduli fotovoltaici assorbono una quota rilevante della radiazione solare e devono essere progettati con adeguata ventilazione, controllo della faccia inferiore e analisi dell'ombreggiamento reciproco.

Le soluzioni ibride rappresentano spesso l'esito più efficace dal punto di vista progettuale. La combinazione di strutture leggere, teli tecnici, vegetazione rampicante, elementi retrattili o pannelli fotovoltaici consente di integrare ombra, ventilazione, raffrescamento evaporativo, produzione energetica e qualità spaziale. .

In questo quadro, anche la vegetazione può essere considerata un vero e proprio materiale per l'ombreggiamento, sebbene dotato di caratteristiche specifiche rispetto ai materiali inerti. Alberature, rampicanti, pergolati vegetali e sistemi verdi integrati non producono soltanto ombra, ma contribuiscono anche al raffrescamento evaporativo, alla riduzione della temperatura superficiale dei suoli e al miglioramento della qualità percettiva dello spazio pubblico. La loro efficacia dipende tuttavia da fattori biologici e manutentivi — specie impiegate, densità della chioma, stagionalità, fabbisogno idrico, tempi di crescita, resistenza alla siccità e gestione nel tempo — che devono essere valutati già in fase progettuale. Per questo la vegetazione non va intesa come semplice completamento decorativo, ma come componente tecnico-prestazionale del sistema di ombreggiamento urbano.







In alto a sinistra: Copertura permanente in EFTE nella piazza davanti la stazione di Utrecht, Olanda

In alto a destra: Canopia fotovoltaica a Singapore

in basso: Strutture in metallo ricoperte di vegetazione Barcellona, Spagna

Criteri prestazionali e di selezione

La selezione della tipologia più appropriata deve essere guidata da criteri prestazionali articolati, che includono:

- Prestazione radiativa e termica: percentuale di ombra garantita, riduzione della temperatura radiante media, attenuazione del carico termico.
- Comportamento aerodinamico: permeabilità al vento, prevenzione di ristagni o turbolenze indesiderate, compatibilità con le brezze estive.
- Prestazione luminosa e visiva: controllo dell'abbagliamento (glare), gestione dei contrasti di luminanza, equilibrio tra ombra e illuminazione naturale.
- Durabilità e manutenzione: resistenza agli agenti atmosferici, cicli di vita dei materiali, facilità di sostituzione o aggiornamento tecnologico.
- Adattabilità e reversibilità: capacità di rispondere a usi temporanei o mutamenti stagionali.
- Compatibilità contestuale: relazione con la morfologia urbana, con eventuali vincoli storico-paesaggistici, con la scala dello spazio, con l'intensità e la durata della permanenza degli utenti.
- Sostenibilità ambientale: impiego di materiali a basso impatto, integrazione con sistemi di produzione energetica rinnovabile, possibilità di disassemblaggio e riciclo.

Materiale	Schermatura solare	Permeabilità all'aria	Durabilità esterna	Manutenzione	Sostenibilità / fine vita	Tipologia di sistema indicata	Configurazione tecnologica più adatta	Note progettuali
Cotone	Media	Alta	Bassa	Alta	Media	Temporanea / rimovibile	Copertura semplice	Adatto ad allestimenti stagionali, mercati, eventi o interventi sperimentali. Richiede trattamenti anti-UV e idrorepellenti. Poco indicato per uso permanente.
Lino	Media	Alta	Bassa / media	Alta	Media / alta	Temporanea / rimovibile	Copertura semplice	Buona qualità estetica e materica, ma sensibile a umidità, raggi UV e degrado. Più adatto a dispositivi reversibili che a coperture continuative.
Canapa	Media	Alta	Media	Media / alta	Alta	Temporanea / semi-permanente	Copertura semplice; eventualmente doppia	Più resistente di cotone e juta. Interessante per soluzioni a bassa intensità tecnologica, ma meno stabile dei tessuti tecnici sintetici.
Juta	Bassa / media	Alta	Bassa	Alta	Alta	Temporanea / rimovibile	Copertura semplice	Economica e facilmente reperibile, ma fragile. Indicata per installazioni brevi, urbanismo tattico, eventi o sperimentazioni provvisorie.
Reti HDPE	Media / alta	Alta	Media / alta	Bassa / media	Media / bassa	Temporanea / semi-permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Molto efficaci per rapporto costo/prestazione. La porosità consente ombra e ventilazione. Indicate per playground, parcheggi, mercati, percorsi e aree sportive.
Tessuto acrilico tinto in massa	Alta	Bassa / media	Alta	Media	Media / bassa	Temporanea / semi-permanente	Copertura semplice; doppia	Adatto a tende, pergole retrattili e coperture leggere. Preferibili colori chiari per ridurre assorbimento e temperatura superficiale.
Poliestere outdoor	Media / alta	Media	Media / alta	Media	Media / bassa	Temporanea / semi-permanente	Copertura semplice; doppia	Buona stabilità dimensionale. La prestazione dipende molto dal rivestimento: può essere più o meno traspirante.
PVC/PES microforato	Alta	Media	Alta	Bassa / media	Bassa	Semi-permanente / permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Buon compromesso tra controllo solare, resistenza e pulizia. La microforatura migliora ventilazione e comfort rispetto alle membrane continue.
PVC/PES membrana continua	Alta	Bassa	Alta	Bassa / media	Bassa	Semi-permanente / permanente	Copertura doppia; multipla	Adatto a coperture di maggiore scala. La bassa permeabilità all'aria richiede geometrie aperte, bordi ventilati o intercapedini per evitare accumulo di calore.
PTFE su fibra di vetro	Alta	Bassa	Alta	Bassa	Media / bassa	Permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Materiale ad alte prestazioni, durevole e stabile ai raggi UV. Indicato per coperture permanenti di qualità architettonica elevata.
ePTFE	Alta	Media	Alta	Bassa	Media / bassa	Permanente / alta prestazione	Copertura semplice; doppia; multipla	Soluzione leggera e prestazionale, generalmente costosa. Indicata per interventi di alta qualità e sistemi tensostrutturali evoluti.
ETFE trasparente o traslucido	Bassa / media	Bassa	Alta	Bassa	Media	Permanente	Copertura doppia; multipla	Non sempre efficace per mitigazione estiva se non trattato. Richiede serigrafie, colorazioni, fritting o stratificazioni per aumentare la schermatura solare.
Legno lamellare	Media / alta	Media	Media / alta	Media	Alta	Permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Adatto a pergole, porticati leggeri e strutture integrate con vegetazione. Richiede cura dei dettagli, protezione dall'umidità e manutenzione periodica.
Alluminio forato / lamellare	Media / alta	Media / alta	Alta	Bassa	Media	Permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Robusto, leggero e durevole. Prestazione legata a percentuale di foratura, colore e ventilazione. Preferibili finiture chiare e non abbaglianti.
Acciaio forato / lamellare	Media / alta	Media / alta	Alta	Media	Media	Permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Più pesante dell'alluminio, ma molto resistente. Attenzione a surriscaldamento, corrosione, trattamento superficiale e temperatura della faccia inferiore.
Moduli fotovoltaici	Alta	Bassa	Alta	Media	Media	Permanente	Copertura semplice; doppia; multipla	Producono ombra ed energia, ma assorbono molta radiazione. Necessari retroventilazione, controllo della faccia inferiore e adeguata altezza da terra.
Vegetazione rampicante / pergolati verdi	Media / alta	Alta	Media	Alta	Alta	Permanente / stagionale	Copertura semplice; doppia; multipla	Molto efficace se integrata con struttura portante e irrigazione. Il comportamento varia stagionalmente. Il verde deciduo consente ombra estiva e maggiore irraggiamento invernale.

1.C.4 Strategie integrate per l'ombreggiamento: acqua e materiali

Il miglioramento e il controllo del microclima negli spazi aperti, oltre che dalla configurazione e dal grado di ombreggiamento, dipendono dalla capacità di intervenire sul complesso degli scambi energetici che avvengono tra superfici urbane, aria e corpo umano. In quest'ottica, l'uso dell'acqua e la tipologia di materiali assumono un ruolo determinante sui meccanismi fisici che regolano i parametri che influenzano la percezione del comfort outdoor..

L'acqua, nelle diverse declinazioni all'interno del progetto degli spazi aperti - sotto forma di specchi d'acqua, vasche, fontane, superfici bagnate o lame verticali - agisce come elemento regolatore microclimatico naturale contribuendo a contenere le temperature superficiali grazie alla sua elevata capacità termica e alla continua dissipazione di calore attraverso l'evaporazione, con riduzioni del carico termico comprese tra 20 e 50 W, incidendo in modo diretto sulla temperatura radiante percepita.

Ancora più significativa è la valenza del raffrescamento evaporativo. Quando l'acqua evapora, sottrae calore all'aria circostante attraverso il processo di trasformazione di stato, determinando un abbassamento della temperatura locale e un aumento controllato dell'umidità relativa. Sistemi di nebulizzazione o atomizzazione dell'acqua, se correttamente progettati rispetto alle condizioni climatiche, possono ridurre la temperatura dell'aria, con effetti percepibili soprattutto nei climi caldo-secchi. L'efficacia di tali strategie è strettamente legata al contesto igrometrico: in condizioni di elevata umidità, infatti, la capacità dell'aria di assorbire ulteriore vapore si riduce, limitando il beneficio raffrescante.

Oltre alla funzione di raffrescamento diretto, l'acqua assume un ruolo sistemico quando integrata in strategie di gestione sostenibile delle acque meteoriche. Superfici permeabili, bacini di raccolta, canali di drenaggio e sistemi di infiltrazione non solo contribuiscono alla regolazione idraulica urbana, ma favoriscono l'evaporazione e l'evapotraspirazione, attivando meccanismi di raffrescamento diffuso.

Le proprietà fisiche dei materiali di pavimentazione e rivestimento incidono direttamente sul microclima degli spazi aperti. In ambito urbano, le superfici scure e mineralizzate, come l'asfalto, assorbono fino al 70–80% della radiazione solare, aumentando le temperature superficiali e rilasciando calore nell'ambiente. Questo fenomeno contribuisce al surriscaldamento locale e all'intensificazione dell'isola di calore urbana.

L'introduzione di materiali ad alta riflettanza solare, definiti "cool materials", consente di ridurre l'assorbimento della radiazione e di limitare l'accumulo termico. A titolo esemplificativo, un incremento dell'albedo può determinare una diminuzione della temperatura superficiale fino a 10°C con effetti indiretti anche sulla temperatura dell'aria. A scala urbana, un aumento diffuso della riflettanza può contribuire a una riduzione della temperatura dell'aria fino a circa 2°C, con benefici sensibili in termini di comfort.

L'impiego di pavimentazioni riflettenti o pigmentate ad alta emissività consente di contenere i picchi di temperatura e favorire un ambiente più temperato. Tuttavia, l'aumento della riflettanza non è sempre positivo: superfici troppo brillanti possono generare abbagliamento, compromettendo il comfort visivo. La progettazione deve quindi bilanciare prestazione termica e qualità percettiva, scegliendo materiali con adeguata riflettanza, brillantezza controllata e coerenza cromatica con il contesto.



Place de La Bourse. Bordeaux, Francia



Piazza San Giovanni in Laterano, Roma, Italia

1.C.5 Metodi di analisi e verifica: dal concept alla valutazione microclimatica

La valutazione delle condizioni microclimatiche nello spazio pubblico costituisce un'operazione intrinsecamente complessa, poiché coinvolge un sistema dinamico caratterizzato da interazioni non lineari tra radiazione solare, temperatura dell'aria, temperatura superficiale, ventilazione, umidità, morfologia urbana e proprietà materiche. Il comfort outdoor non dipende da un singolo parametro, ma dall'equilibrio tra molteplici variabili che agiscono simultaneamente e si influenzano reciprocamente. Per questa ragione, la progettazione microclimatica non può fondarsi esclusivamente su intuizioni formali o su valutazioni parziali, ma richiede un impianto metodologico strutturato, capace di integrare strumenti qualitativi e quantitativi lungo tutte le fasi del processo progettuale.

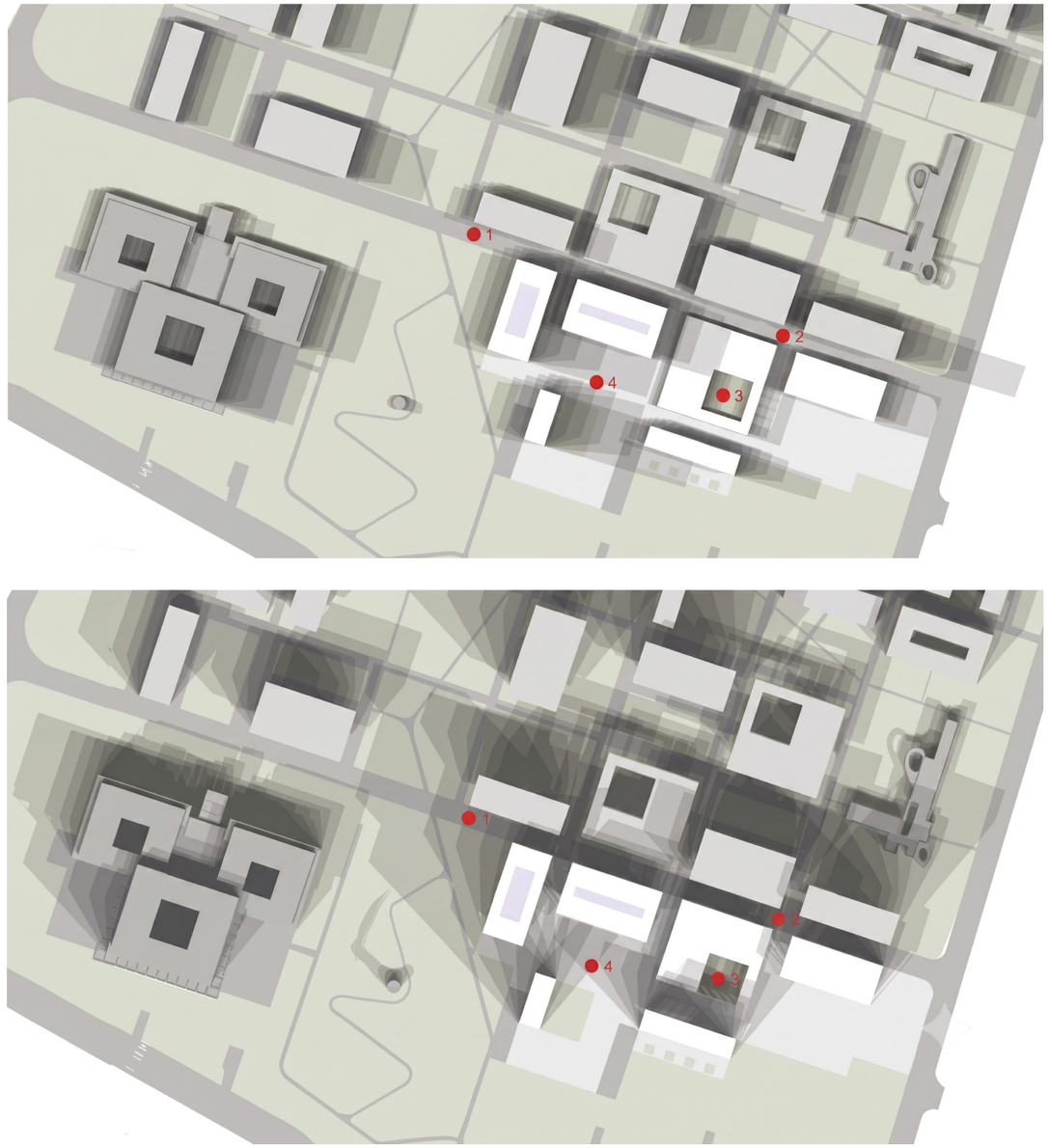
Nelle fasi preliminari di concept, l'analisi qualitativa costituisce un primo strumento di lettura del contesto. Si basa sulla raccolta dei principali dati climatici — temperature medie e di picco, radiazione solare, venti prevalenti e umidità relativa — e sulla loro interpretazione in relazione alla morfologia del sito. In questa fase si possono utilizzare strumenti semplificati, come diagrammi solari, maschere d'ombra e valutazioni dello sky view factor, per stimare l'esposizione delle superfici e l'andamento delle ombre durante l'anno. Pur senza fornire dati numerici complessi, questi strumenti aiutano a orientare le scelte progettuali, individuando aree sovraesposte, zone ventilate e ambiti soggetti a ristagno.

Tuttavia, la natura sistemica del microclima urbano richiede il ricorso a strumenti di analisi quantitativa, capaci di modellare in modo integrato flussi energetici e condizioni di comfort. In questa prospettiva, tra gli strumenti impiegabili in studi preliminari e qualitativi si colloca Autodesk Forma, che consente analisi sull'irraggiamento solare, sull'ombreggiamento e su indicatori sintetici di comfort microclimatico urbano. L'integrazione tra modellazione volumetrica e simulazione ambientale permette di confrontare rapidamente scenari alternativi di assetto morfologico e orientamento, supportando le decisioni già nelle prime fasi progettuali.

Per analisi più approfondite, in particolare per valutare l'effetto combinato di ombreggiamento, materiali, vegetazione e acqua, è necessario ricorrere a software di simulazione ambientale e fluidodinamica. Strumenti di analisi solare come Ecotect (oggi integrato negli ambienti BIM Autodesk) consentono di modellare l'irraggiamento incidente sulle superfici e di verificare l'efficacia dei dispositivi di schermatura. Per la modellazione tridimensionale del microclima urbano, software CFD quali ENVI-met o PHOENICS permettono di simulare il comportamento dei flussi d'aria, gli scambi termici tra superfici e atmosfera, i processi evaporativi e l'interazione con la vegetazione.

La simulazione microclimatica consente di confrontare scenari alternativi - stato di fatto, scenario con incremento di ombreggiamento, scenario con materiali ad alta riflettanza, scenario integrato con acqua e vegetazione - quantificando le variazioni di temperatura dell'aria, temperatura superficiale e indici di comfort termo-fisiologico (come PET o UTCI).

Dal punto di vista metodologico, l'impiego delle simulazioni introduce una dimensione iterativa nel processo progettuale. I risultati ottenuti non rappresentano un esito conclusivo, ma uno strumento di calibrazione progressiva delle scelte. L'analisi numerica consente di correggere sovraesposizioni, ottimizzare la posizione dei dispositivi di ombreggiamento, verificare l'efficacia delle soluzioni o stimare l'impatto del raffrescamento evaporativo prima della realizzazione.



Progetto per l'ampliamento del Campus Biomedico di Roma.
Esempio di simulazioni dell'ombreggiamento sullo spazio pubblico nella condizione estiva (in alto) e invernale (in basso).
Fonte: Labics, Topoteck, Eliana Cangelli
Concorso per l'Università Campus Biomedico)2018)

2 | I sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico.

Il repertorio dei casi studio

Se la prima parte della ricerca ha permesso di mappare le urgenze microclimatiche e di perimetrare il campo d'indagine all'interno delle specifiche vulnerabilità morfologiche del contesto romano, la seconda parte intende tradurre tale quadro teorico in un apparato operativo. Questa sezione si configura infatti come un atlante critico e un repertorio tassonomico, finalizzato a raccogliere, decodificare e catalogare una rigorosa selezione di interventi e soluzioni progettuali realizzate a livello internazionale. L'obiettivo fondamentale è l'estrapolazione di modelli interpretativi e costruttivi capaci di offrire risposte concrete alla necessità di mitigazione termica e rigenerazione morfologica dello spazio aperto contemporaneo.

2.A

Le soluzioni di ombreggiamento. Tipologie e criteri di selezione dei casi di studio

A valle dell'identificazione delle tipologie di sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico più ricorrenti nello stato dell'arte, la sezione ne illustra la classificazione secondo due tipologie – soluzioni temporanee / reversibilii e soluzioni permanenti – e i criteri utilizzati per la selezione dei casi di studio a livello nazionale e internazionale.

2.A.1 Classificazione dei sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico

La classificazione dei sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico si struttura a partire dalla durata dell'intervento considerando tutte le implicazioni, come il grado di trasformazione ed il livello di integrazione con il contesto. Nella presente ricerca, tale classificazione assume particolare rilevanza in relazione al contesto romano, inteso come paesaggio urbano stratificato, caratterizzato da vincoli morfologici, materici e percettivi che incidono in modo determinante sulle scelte progettuali. In questa prospettiva, si individuano due principali categorie: i sistemi temporanei o rimovibili ed i sistemi permanenti.

I sistemi temporanei o rimovibili si distinguono per reversibilità e leggerezza, caratteristiche particolarmente efficaci in un contesto come quello di Roma, dove la tutela del patrimonio storico e archeologico richiede interventi non invasivi. Queste caratteristiche consentono di adattare il grado di schermatura alle condizioni stagionali e alle modalità d'uso dello spazio pubblico, modulando l'irraggiamento solare senza alterare in modo permanente la morfologia dei luoghi. In questo ambito, tali dispositivi possono rappresentare soluzioni compatibili con spazi di pregio storico o con aree soggette a vincoli, grazie all'impiego di sistemi di ancoraggio reversibili, strutture modulari e materiali a basso impatto. La componente tecnologica, eventualmente integrata con meccanismi di regolazione automatizzata, rafforza la capacità di questi sistemi di rispondere in modo dinamico alle esigenze microclimatiche e funzionali. I sistemi permanenti, al contrario, si configurano come elementi stabilmente integrati nella struttura urbana, incidendo sulla definizione dello spazio e contribuendo alla sua identità formale. Nel paesaggio storico romano, tali interventi richiedono un attento equilibrio tra innovazione tecnologica e continuità con i caratteri morfologici e materici esistenti. L'ombreggiamento diventa in questo caso componente architettonica capace di organizzare percorsi, delimitare ambiti di sosta e ridefinire gerarchie spaziali. La progettazione implica l'analisi delle traiettorie solari stagionali, delle ombre proiettate sugli edifici e sugli spazi aperti, nonché dell'interazione con la ventilazione naturale, accompagnate da valutazioni strutturali e manutentive coerenti con la natura durevole dell'intervento e con le esigenze di conservazione proprie di qeusto contesto

2.A.1 Criteri di selezione dei casi studio

Nella selezione e classificazione dei casi studio relativi ai sistemi di ombreggiamento per lo spazio pubblico di Roma, la ricerca ha adottato dei criteri metodologici strutturati, finalizzati a garantire la massima coerenza analitica e una rigorosa confrontabilità scientifica tra gli interventi presi in esame.

Grado di Permanenza e Temporalità

In primo luogo, come precedentemente dichiarato, è stato considerato il grado di permanenza, che costituisce il primo fondamentale livello di categorizzazione dei casi di studio. Questo parametro non si limita a una distinzione cronologica, ma indaga la dialettica tra soluzioni stabili — destinate a risignificare stabilmente l'assetto morfologico urbano — e dispositivi temporanei o stagionali.

Configurazione Formale e Matrice Tecnologica

È stata inoltre valutata la tipologia della schermatura solare, analizzata in stretta relazione alla configurazione formale e tecnologica del sistema di ombreggiamento. L'attenzione si è concentrata sulla scomposizione geometrica dei dispositivi, sui materiali impiegati e sul comportamento strutturale delle superfici filtranti. Questo ha permesso di distinguere l'efficacia prestazionale di membrane tessili, strutture tese, pergolati bioclimatici o sistemi integrati con la vegetazione, evidenziando come la scelta tecnologica determini non solo la qualità dell'ombra, ma anche l'impatto visivo sul contesto.

L'Ambiente di Inserimento e il Contesto Socio-Spaziale

Un ulteriore parametro cruciale è rappresentato dall'ambiente di inserimento, inteso nella sua accezione più ampia come contesto urbano, extraurbano e sociale. L'introduzione di questa variabile nasce dalla precisa volontà di comprendere la reale complessità di questi progetti, che non sono mai riducibili alla sola e immediata funzione tecnica o ingegneristica. L'obiettivo è osservare come il dispositivo di ombreggiamento interagisca con il microclima locale e, al contempo, come riesca a riattivare lo spazio pubblico, favorendo la socialità, contrastando l'effetto isola di calore e ridefinendo le dinamiche di appropriazione dello spazio da parte della comunità.

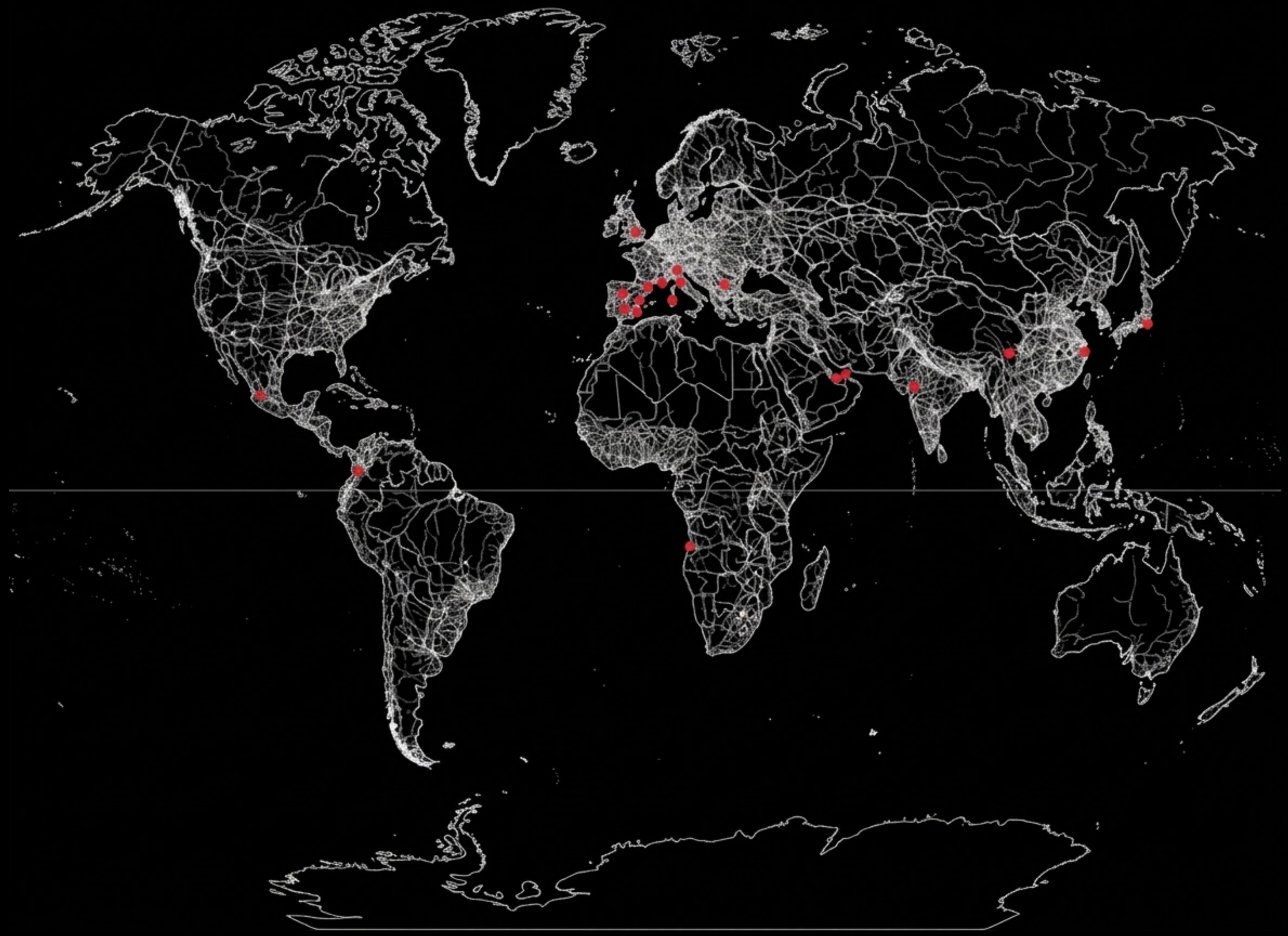
Rilevanza Critica e Riconoscimento Disciplinare

Infine, l'indagine ha tenuto conto dell'eventuale riconoscimento in ambito disciplinare, includendo tra i criteri selettivi la presenza di interventi premiati o dibattuti nella letteratura architettonica e paesaggistica contemporanea. Esso certifica la qualità architettonica e l'esemplarità delle soluzioni adottate, elevando il caso studio da specifico episodio locale a modello teorico-pratico di riferimento per il dibattito internazionale sul progetto resiliente dello spazio pubblico.

2.B

Repertorio delle soluzioni di ombreggiamento

La sezione presenta il repertorio delle soluzioni di ombreggiamento, casi studio selezionati in territorio non romano, organizzato attraverso le due strategie di intervento: temporanea e permanente. Questa articolazione consente un ampio grado di flessibilità progettuale, permettendo di calibrare l'intervento in base al contesto e al livello di tutela richiesto. Per ciascuna strategia vengono introdotti i caratteri generali e presentate schede di casi studio selezionati, al fine di evidenziare potenzialità, limiti e ambiti di applicabilità delle diverse soluzioni.



2.B.1 Soluzioni temporanee / reversibili

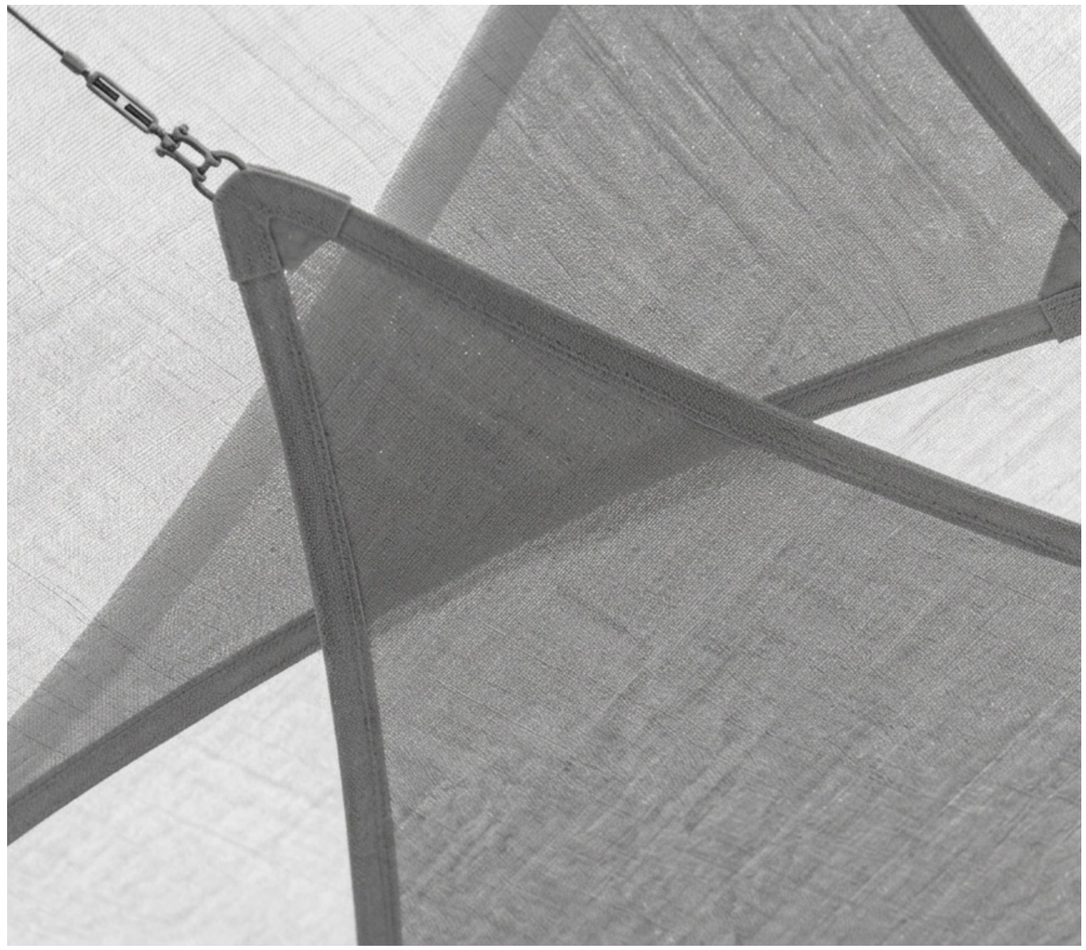
La selezione dei casi studio relativi ai sistemi di ombreggiamento temporanei o removibili prende in esame interventi individuati come riferimenti utili per l'elaborazione di strategie applicabili allo spazio pubblico di Roma. L'analisi si concentra su esperienze progettuali che hanno sperimentato soluzioni leggere, flessibili e reversibili, capaci di rispondere a esigenze climatiche e funzionali senza determinare trasformazioni permanenti del suolo o dell'assetto urbano.

I casi studio selezionati evidenziano dispositivi caratterizzati da modularità e reversibilità, in cui la schermatura solare può essere regolata in relazione all'orientamento e alle modalità d'uso dello spazio.

L'interesse verso tali esempi risiede nella loro capacità di integrare innovazione tecnologica, sostenibilità dei materiali e rapidità di installazione, configurandosi spesso come interventi sperimentali o come strategie di attivazione temporanea dello spazio pubblico al limite con l'installazione artistica. Proprio l'ibridazione con la dimensione installativa e artistica costituisce un nodo cruciale della ricerca: in molti casi, queste opere non nascono come dispositivi puramente tecnici di controllo bioclimatico, ma assumono la forma di risignificazioni estetiche dello spazio. La loro rilevanza teorico-pratica risiede, in prima istanza, nella capacità di dimostrare l'immediatezza esecutiva e l'agilità realizzativa di simili dispositivi. Attraverso una spiccata snellezza procedurale e costruttiva, queste installazioni provvisorie rivelano il potenziale di un approccio tattico capace di produrre un beneficio microclimatico e sociale immediato, aggirando le complessità dei canali tradizionali di trasformazione urbana. In seconda istanza, il ricorso alle pratiche artistiche aiuta a scardinare l'idea che i sistemi di ombreggiamento siano meri oggetti tecnici o appendici tecnologiche estrinseche.

Al contrario, essi si configurano come veri e propri atti progettuali integrati, dotati della forza intrinseca di riattivare lo spazio pubblico anche in contesti socialmente complessi o marginali, dove l'ombra diventa pretesto e catalizzatore per ricostruire dinamiche di comunità, inclusione e sicurezza urbana. Al contempo, nei tessuti urbani più consolidati, queste infiltrazioni artistiche offrono l'opportunità di reinterpretare criticamente i luoghi esistenti, svelandone potenzialità d'uso latenti e modificandone la percezione consolidata attraverso il gioco combinato di luce, ombra e flessibilità spaziale.

Pur collocati in altri contesti urbani rispetto a Roma, questi progetti offrono dunque modelli interpretativi e soluzioni tecniche trasferibili, utili per riflettere sulle potenzialità di applicazione nello spazio pubblico romano, specialmente laddove la stratificazione storica e la complessità sociale impongono un approccio non invasivo e ad alto tasso di flessibilità.





Installazione per Piazza Faber

progettista: Avisi+Kirimoto, Renzo Piano
luogo: Tempio Pausania, Italia
anno: 2015

L’intervento si configura come un’installazione effimera e leggera. Attraverso l’uso di superfici tessili e strutture minimali, il progetto sperimenta la capacità delle soluzioni leggere e semplici di riconfigurare la percezione spaziale, trasformando la piazza in un luogo di sosta iconico ed ombreggiato.





Tricolor trilogy
Accordion Arcade, Blue Skies Blues, Orbital Oasis

progettista: PAO People’s Architecture Office
luogo: Barcellona, Cina
anno: 2020

La serie *Tricolor Trilogy* rappresenta un esempio emblematico di come il design modulare e l’uso creativo di materiali industriali possano generare dispositivi urbani ad alto impatto sociale e visivo. Si tratta di elementi che, oltre ad ombreggiare, si configurano come vere e proprie installazioni artistiche che mirano anche a stimolare l’interazione sociale.

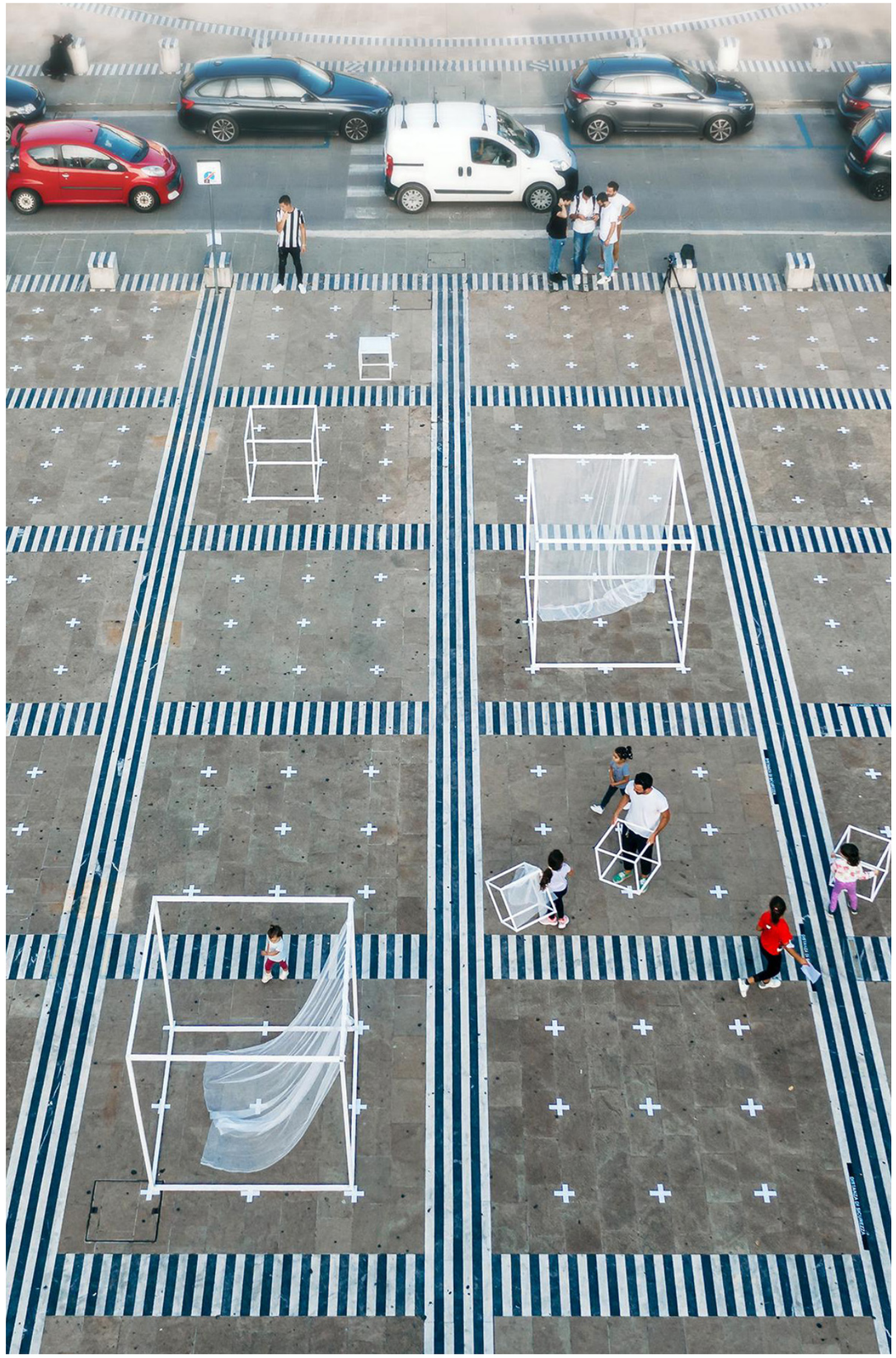




Autonomie sensibili

progettista: OKS architettura
luogo: Colle Val d’Elsa, Italia
anno: 2020

Il progetto mira a migliorare la vivibilità di luoghi pubblici mineralizzati, coniugando semplicità e velocità di realizzazione con una la dimensione ludica offrendo aree di sosta protette che invitano all’interazione sociale. L’ombreggiamento, assicurato attraverso delle strutture leggere ed autonome prive di ancoraggi permanenti invasivi, a cui è associato del materiale tessile, diventa il motore per rigenerare spazi pubblici sottoutilizzati a causa dello scarso comfort microclimatico.





Public space canopy kit

progettista: Asif Khan
luogo: -
anno: 2006

A differenza di interventi site-specific il Public Space Shading Canopy Kit di Asif Khan rappresenta un caso studio fondamentale per la definizione di sistemi di ombreggiamento basati sulla prefabbricazione e sulla componibilità. La proposta si configura come un set di componenti – una struttura modulare leggera che può essere assemblata in configurazioni variabili per adattarsi a diverse scale di spazio pubblico.

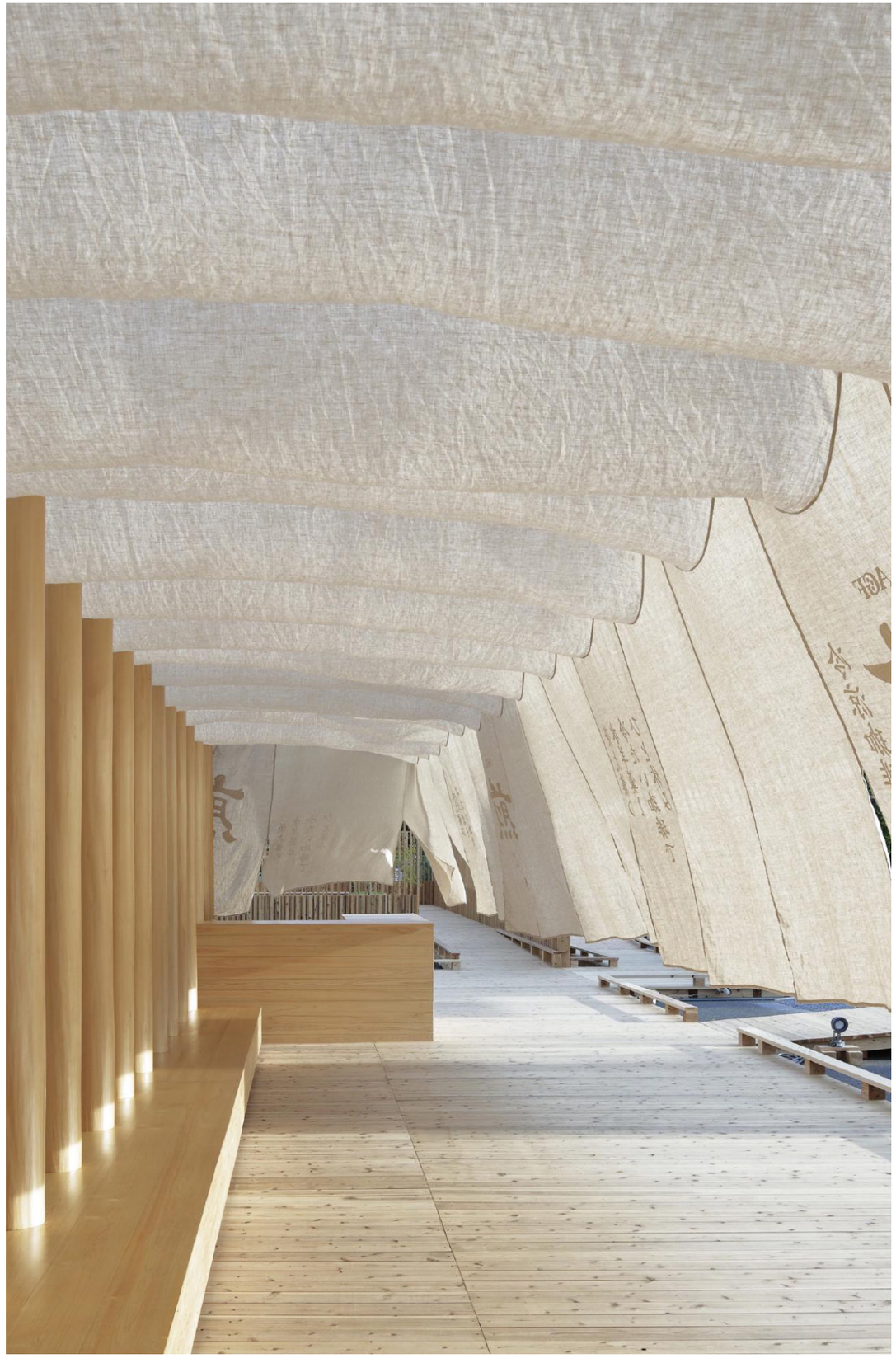


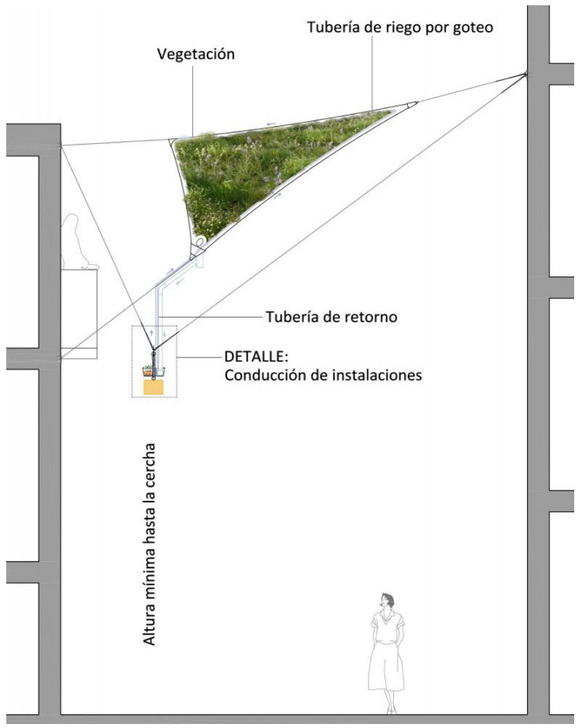


Reiryo Kohiten – Sen

progettista: Go Hasegawa and Associated
luogo: Tokyo, Giappone
anno: 2016

L’intervento si costruisce attorno ad una copertura tridimensionale di lino bianco ritmata da sostegni lignei che definisce un volume d’ombra etereo e diafano.
Il lino, grazie alla sua trama e consistenza, permette un ombreggiamento che non è opaco ma traslucido, garantendo una luminosità diffusa e una naturale permeabilità all’aria.
Il caso studio evidenzia come la leggerezza del materiale tessile e la semplicità dei sistemi di ancoraggio possano offrire soluzioni di ombreggiamento ad alto valore estetico e minimo impatto fisico, ideali per installazioni temporanee in contesti dove la delicatezza del segno è prioritaria.





Green shades

progettista: Singular Green
luogo: Valladolid, Spagna
anno: 2021

Il progetto Green Shades esplora soluzioni ibride che combinano vele, cavi tesi e presenza della vegetazione. Questo sistema è di estremo interesse per la sua doppia valenza: oltre all'ombra fisica fornita dalla vegetazione, il dispositivo sfrutta l'evapotraspirazione delle piante per ridurre attivamente la temperatura dell'aria circostante offrendo un modello capace di adattarsi a spazi mineralizzati dove la piantumazione a terra è preclusa.

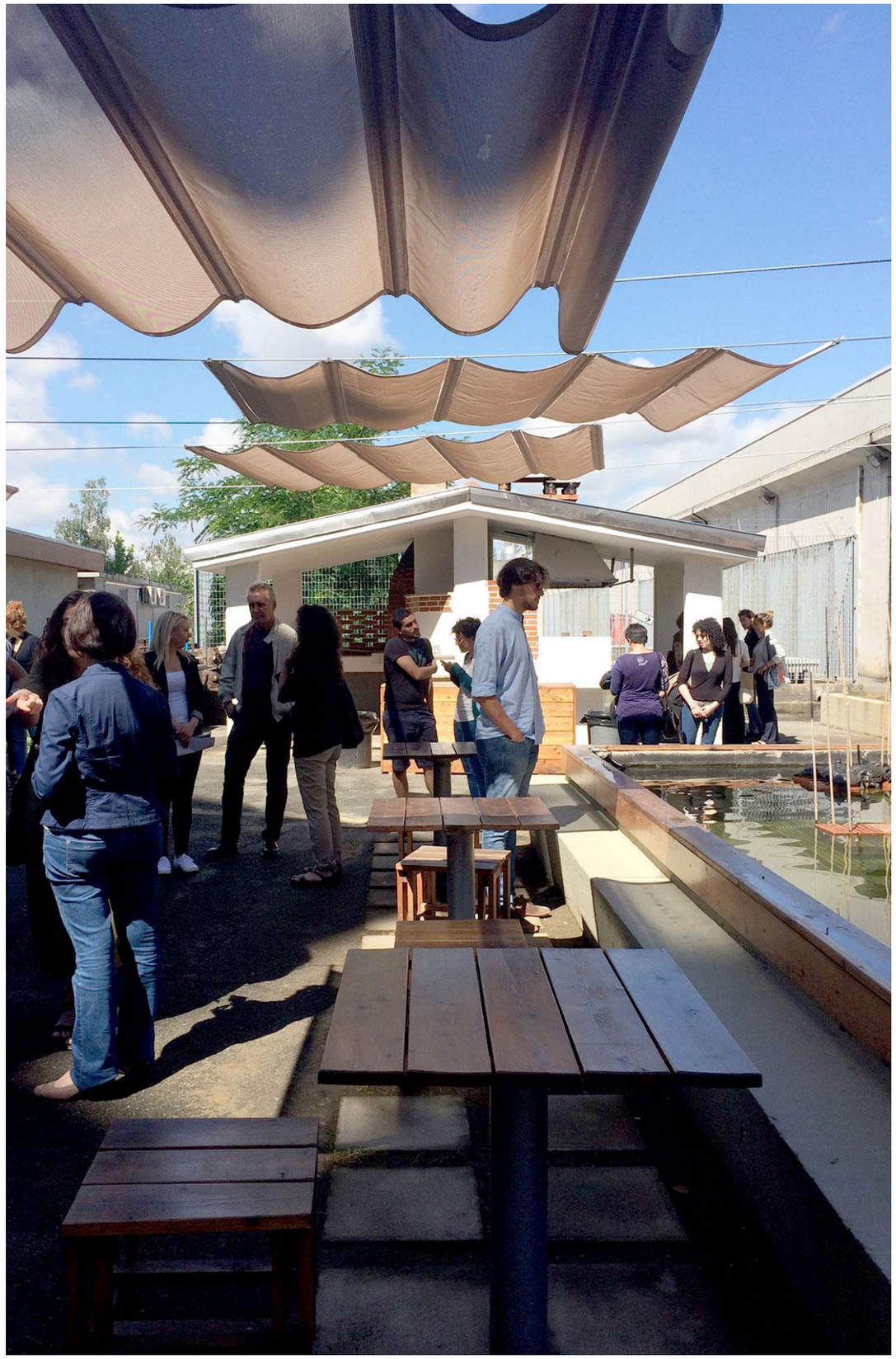




Area colloqui e area relax del personale del carcere di Torino

progettista: Collettivo Spaziviolenti, Artieri
luogo: Torino, Italia
anno: 2016

L’intervento si focalizza sulla creazione di strutture leggere e modulari che agiscono come filtri ambientali, trasformando aree esterne precedentemente inospitali in luoghi di sosta dignitosi per i colloqui e per il personale. L’uso di telai essenziali e superfici tessili dimostra come l’ombreggiamento possa essere utilizzato come uno strumento di riappropriazione spaziale: non solo riducendo l’irraggiamento termico sulle superfici cementizie, ma creando dei veri e propri ‘interni all’aperto’.





Nautilus

progettista: TEN, City Creative Network
luogo: Skopje, Macedonia
anno: 2013

Configurandosi come una struttura leggera, rivestita da una membrana continua predisposta a generare una corona d'ombra. Nautilus è rilevante per la sua natura 'nomade': il sistema difatti è progettato per essere montato e smontato con facilità, offrendo una soluzione semplice dove la semplicità geometrica e la reversibilità totale possano fungere da catalizzatori per la vita pubblica.



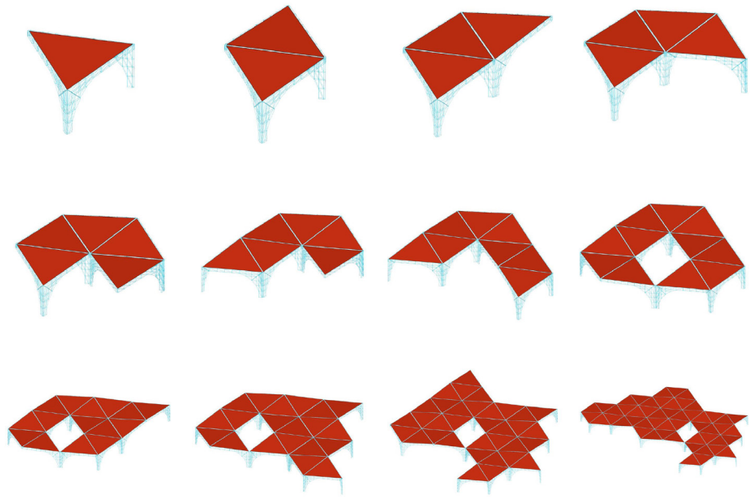


Cable net canopy at Shrenikbhai Plaza

progettista: Parek Associated
luogo: Kasturbhai Lalbhai campus(cept), Ahmedabad, Gujarat
anno: -

Il progetto consiste in una leggera rete di cavi tesa sopra lo spazio pubblico del Kasturbhai Lalbhai campus, ed è concepita per offrire una protezione solare efficace senza compromettere la ventilazione naturale e la trasparenza visiva.
Il lavoro di Parekh Associates suggerisce un modello di intervento reversibile e leggero, ideale per piazze o spazi intermedi dove la rigidità di una struttura permanente sarebbe invasiva. La ricerca analizza in questo caso come la densità dei nodi e l'intreccio dei cavi permettano di calibrare l'ombra in base all'orientamento solare, trasformando un semplice dispositivo tecnico in un elemento che dona comfort e qualifica lo spazio.

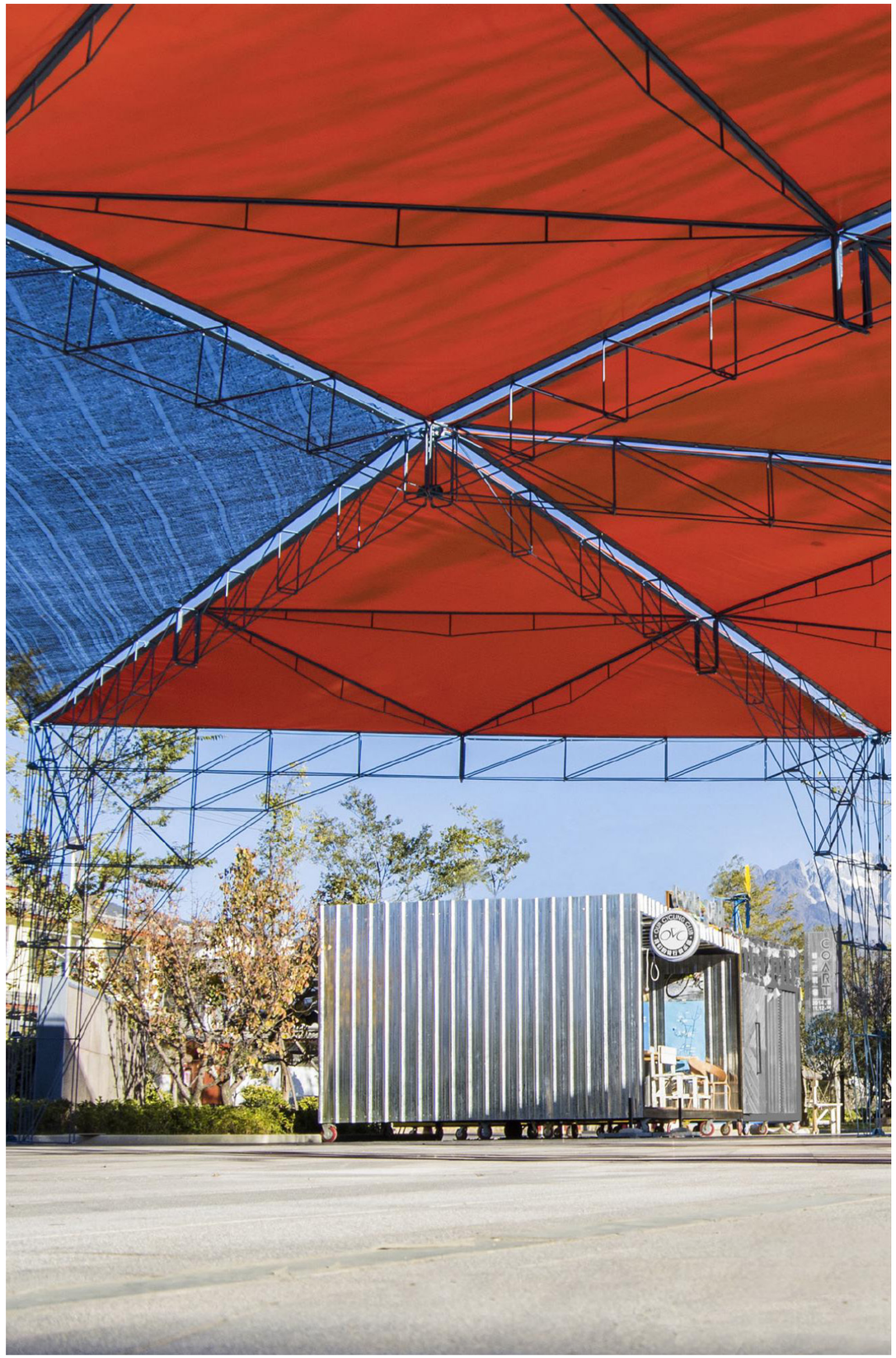




Tangram Canopy

progettista: PAO People’s Architecture Office
luogo: Lijiang, Cina
anno: 2014

Il progetto Tangram Canopy rappresenta un caso studio innovativo sulla flessibilità morfologica applicata ai sistemi di ombreggiamento. Ispirandosi al celebre rompicapo cinese, l’intervento si articola attraverso una serie di moduli geometrici indipendenti che possono essere accostati, separati o ruotati per generare diverse configurazioni di copertura in base alle necessità del sito e degli utenti. Il Tangram Canopy dimostra come l’ombra possa diventare un elemento attivo e interattivo; la modularità dei componenti permette di calibrare la densità della schermatura e la direzione del flusso d’aria, offrendo una soluzione versatile che coniuga il comfort microclimatico con una forte identità visiva e sociale.





Flower Pavilion

progettista: International Garden Exhibition IGA 2017
luogo: Banyoles, Francia
anno: 2017

Il Flower Pavilion rappresenta un caso studio di grande interesse per l’uso della tecnologia pneumatica applicata all’ombreggiamento: l’intervento si compone di una serie di ‘petali’ gonfiabili in PVC o materiali tecnici leggeri, sostenuti da sottili steli metallici ancorati al suolo. I moduli gonfiabili offrono una superficie d’ombra generosa con un peso strutturale minimo, riducendo drasticamente lo stress sugli ancoraggi; suggerendo soluzioni per eventi temporanei o installazioni stagionali in cui l’impatto visivo deve essere forte ma il peso fisico nullo.



2.B.2 Soluzioni permanenti

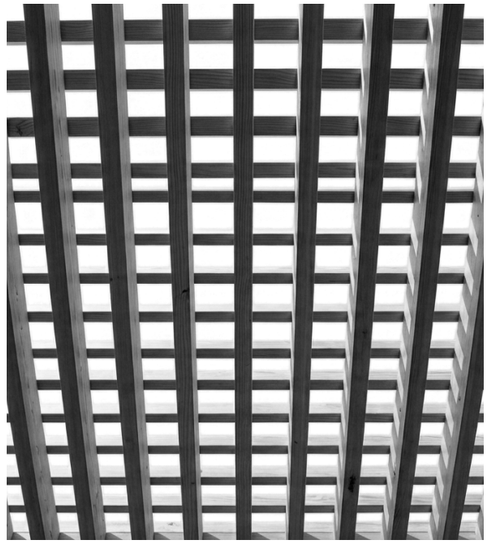
La selezione dei casi studio relativi ai sistemi di ombreggiamento permanenti considera interventi realizzati in contesti e ambiti urbani differenti da Roma, scelti specificamente per la loro capacità di integrare stabilmente la funzione schermante nella struttura morfologica e tettonica dello spazio pubblico. Tali esempi non vengono intesi come semplici dispositivi applicati a posteriori, ma costituiscono riferimenti progettuali attraverso cui analizzare le modalità di integrazione tra elementi di innovazione tecnologica all'interno dello spazio aperto contemporaneo.

I progetti individuati mostrano chiaramente come l'ombreggiamento possa assumere un ruolo guida di carattere propriamente architettonico e urbano. In questa prospettiva, la proiezione dell'ombra cessa di essere un mero effetto secondario e diventa un vero e proprio "materiale da costruzione", capace di contribuire alla configurazione geometrica dei percorsi, alla perimetrazione delle aree di sosta e alla definizione delle gerarchie spaziali ed estetiche dell'invaso urbano.

L'attenzione della ricerca si concentra su soluzioni che dimostrano un controllo rigoroso e consapevole delle traiettorie solari stagionali, della densità delle ombre proiettate e dell'interazione termica con le condizioni microclimatiche locali, perseguendo al contempo obiettivi di durabilità strutturale, resistenza materica e sostenibilità manutentiva nel lungo periodo.

L'inserimento di strutture fisse impone infatti una riflessione estesa sul ciclo di vita dei materiali e sulla loro capacità di invecchiare dignitosamente all'interno dello spazio pubblico, resistendo agli agenti atmosferici e ai cicli di stress antropico senza gravare eccessivamente sulle risorse gestionali delle amministrazioni.

Sebbene collocati in contesti geografici e culturali differenti, questi casi studio rappresentano modelli di riferimento tassonomici fondamentali per valutare come interventi di natura permanente possano essere reinterpretati e declinati, in termini sia compositivi che tecnologici, all'interno delle specificità del paesaggio storico e stratificato romano. In un tessuto denso e complesso come quello della capitale, dove l'introduzione di elementi fissi può interferire con preesistenze monumentali e con i vincoli archeologici del sottosuolo, lo studio di questi modelli strutturali permanenti offre coordinate metodologiche preziose. Esse permettono di comprendere come mediare tra la necessità impellente di mitigazione microclimatica e la tutela dell'identità formale e storica dei luoghi, trasformando l'istanza tecnica dell'adattamento climatico in un'occasione di permanente qualificazione architettonica.







Marseille Vieux Port Pavilion

progettista: Foster+partners
luogo: Marsiglia, Francia
anno: 2013

L’intervento per il Porto Vecchio di Marsiglia rappresenta uno degli esempi più celebri di come un dispositivo di ombreggiamento permanente possa agire per sottrazione visiva. La struttura di 46 x 22 metri è realizzata in acciaio inossidabile altamente lucidato e sostenuta da pilastri esili che riducono al minimo l’impatto al suolo. Questo progetto è fondamentale per l’analisi della superficie inferiore: a differenza delle coperture tradizionali, l’intradosso specchiante riflette la vita del porto e il piano stradale, eliminando la sensazione di oppressione che una superficie così vasta potrebbe generare. Il caso offre quindi una lezione sulla ‘leggerezza dell’ombra’: la struttura intercetta la radiazione solare ma restituisce luminosità attraverso i riflessi, evitando di incupire lo spazio pubblico.





Currency Museum

progettista: Costalope
luogo: Luanda, Angola
anno: 2015

Il Museo della Moneta a Luanda rappresenta un riferimento fondamentale per la capacità di generare ombra attraverso una manipolazione topografica del suolo urbano. L'intervento si sviluppa prevalentemente nel sottosuolo, liberando la superficie per una nuova piazza pubblica scandita da quattro grandi 'ombrelli' metallici fissi. Queste strutture non sono semplici coperture, ma dispositivi architettonici che fungono da landmark oltre che da coperture per l'accesso al museo. Le ampie pensiline difatti generano una transizione climatica che invita alla sosta, proteggendo gli ingressi al museo e le aree di socializzazione.





Parque de Magallanes

progettista: Guillermo Vazsquez Consuegra
luogo: Siviglia, Spagna
anno: 2019

Il progetto del Parque de Magallanes a Siviglia rappresenta un caso studio magistrale sulla gestione del comfort termico a scala urbana in climi mediterranei estremi. L'intervento si distingue per l'integrazione di una grande pergola metallica permanente che funge da spina dorsale del parco, raccordando i dislivelli del terreno e offrendo una protezione solare continua lungo i percorsi principali. La copertura non è una superficie opaca, ma una trama geometrica che filtra la luce, riducendo l'irraggiamento diretto senza interrompere la ventilazione naturale, fondamentale per contrastare l'accumulo di calore. Questo lavoro offre un modello di 'permanenza leggera': la struttura metallica, pur essendo fissa nella sua estensione, mantiene un profilo sottile che non occlude le visuali.





Xarranca Playground and Pavilion

progettista: Urban Think Tank
luogo: Barcellona, Spagna
anno: 2014

Il progetto Xarranca rappresenta un caso studio paradigmatico per l'integrazione di sistemi di ombreggiamento permanenti all'interno di aree ludiche e spazi pubblici collettivi. L'intervento si definisce attraverso una sottile struttura metallica a falde irregolari che sostiene una copertura continua, progettata non solo per proteggere dall'irraggiamento solare, ma per generare un limite spaziale che ordina l'attività del gioco.





Parque natural Hentitan Pavilion

progettista: Alejandro Guerrero | Andrea Soto | Atelier ARS
luogo: Guadalajara, Messico
anno: 2017

Il padiglione si pone come un caso studio fondamentale per la ricerca sulla permanenza e sulla massa termica come strumenti di controllo ambientale.
L'intervento reinterpreta la tipologia del padiglione, trasformandolo in un dispositivo di mediazione tra il parco e lo spazio pubblico antropizzato. La struttura, caratterizzata da una sequenza di pilastri e travi in metallo, genera una transizione d'ombra profonda e costante. L'ombra non è affidata a membrane leggere, ma alla geometria stessa dell'edificio: la profondità del porticato garantisce la protezione e delimita gli spazi di sosta, riducendo l'apporto solare e favorendo la ventilazione naturale incrociata.





Serpentine Pavilion

progettista: SANAA / Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa
luogo: Londra, Regno Unito
anno: 2009

Il padiglione rappresenta un caso studio limite per la ricerca, in cui il sistema di ombreggiamento si spinge verso l'immaterialità attraverso l'uso di una superficie metallica ultra-sottile. La copertura, un'unica lastra di alluminio riflettente sostenuta da una foresta di esili colonne in acciaio, si configura come un 'fluido' che galleggia nel parco, eliminando la separazione netta tra interno ed esterno. Dal punto di vista della ricerca prestazionale, questo progetto è fondamentale per l'analisi delle qualità ottiche del materiale: l'alluminio non si limita a intercettare la radiazione solare, ma la riflette, mentre la sua superficie inferiore specchiante cattura e moltiplica il paesaggio circostante, annullando la percezione di 'chiusura' tipica delle coperture permanenti.





Raw Threshold

progettista: Al Borde
luogo: Sharjah, Emirati Arabi Uniti
anno: 2023

L’intervento si articola di una struttura in tronchi d’albero e una copertura costituita da una serie verticale di tessuti in fibre naturali. Questo progetto rappresenta una rottura rispetto alle soluzioni high-tech, puntando su una tettonica basata sull’impiego di materiali grezzi e tecniche costruttive vernacolari rilette in chiave contemporanea. Dal punto di vista della ricerca, questo progetto è fondamentale per la sua critica all’industrializzazione dell’ombra: Al Borde dimostra che il comfort termico può essere ottenuto attraverso la massa e la porosità di materiali a bassissimo impatto ambientale.

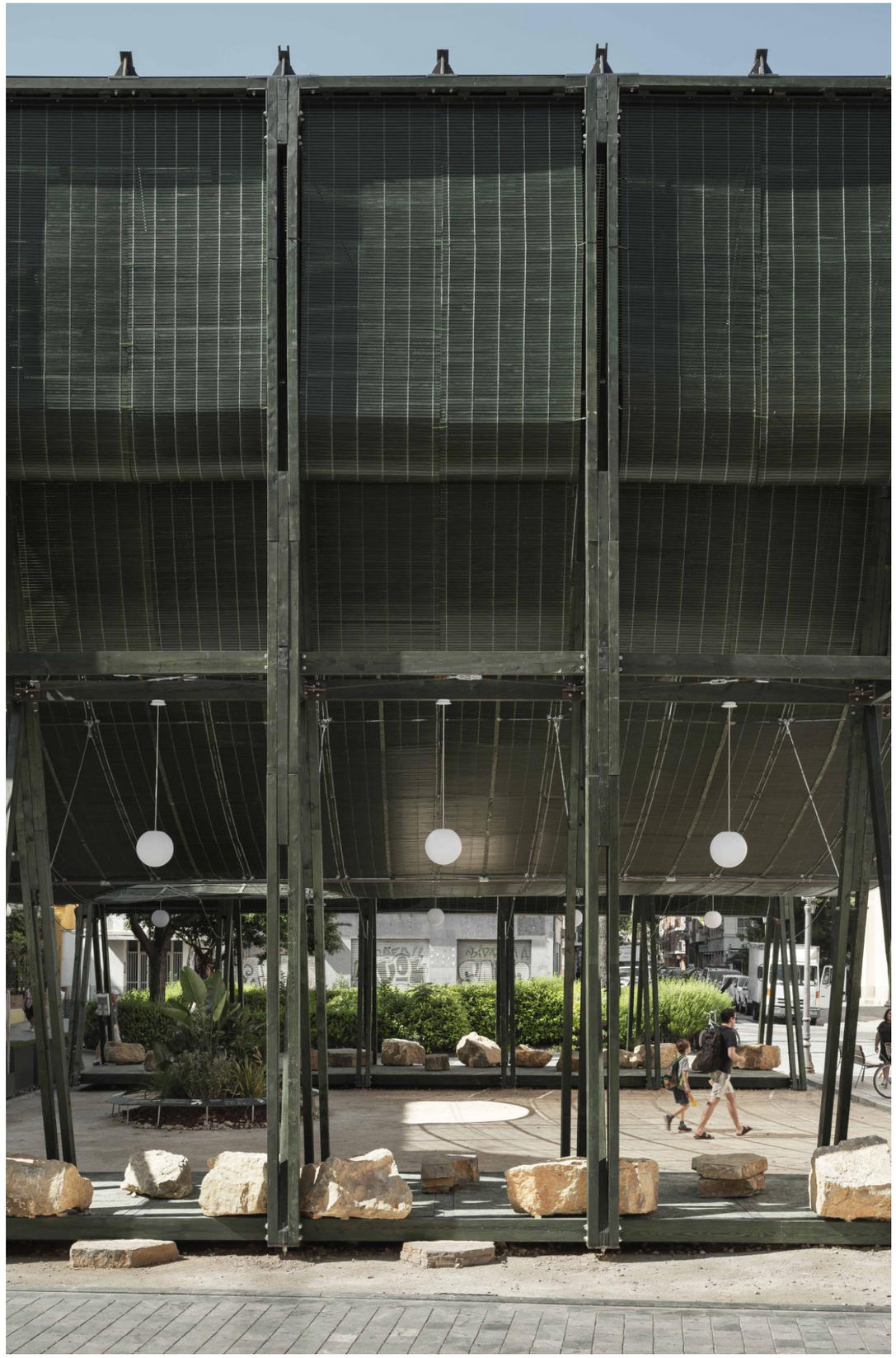




Mediterràneo

progettista: Manuel Bouzas
luogo: Valencia, Spagna
anno: 2023

Il padiglione Mediterràneo reinterpreta in modo contemporaneo i sistemi di protezione solare tradizionali. L'opera si configura difatti come una grande 'tenda' urbana composta da un lungo tessuto teso su una struttura lignea leggera. La sua forma a catenaria e la scelta della materia tessile richiamano esplicitamente le persiane a rullo e le tende domestiche tipiche delle città mediterranee. Sotto il profilo della ricerca, questo progetto è di estremo interesse per la sua gestione della dinamica termica: l'altezza monumentale della struttura non serve solo a generare una vasta zona d'ombra, ma agisce come un 'camino solare', favorendo la risalita dell'aria calda e mantenendo un microclima costantemente ventilato alla base.





Prototipo di copertura per lo sport e lo spazio pubblico

progettista: El Equipo Mazzanti
luogo: Barrancabermeja, Colombia
anno: 2016

Il progetto di Giancarlo Mazzanti a Barrancabermeja si basa su un sistema modulare di telai romboidali metallici leggeri progettati per garantire la massima protezione solare e favorire il raffrescamento naturale attraverso l'effetto camino e la ventilazione incrociata. L'approccio di Mazzanti suggerisce l'adozione di interventi che possano trasformare le aree per lo sport e la sosta in 'hub' climatici. Il caso evidenzia come l'ombra permanente, generata da una geometria rigorosa e ripetibile, possa diventare il supporto per l'integrazione di tecnologie ambientali e funzioni sociali, superando la logica dell'intervento puntuale per diventare una vera e propria strategia di rigenerazione urbana.

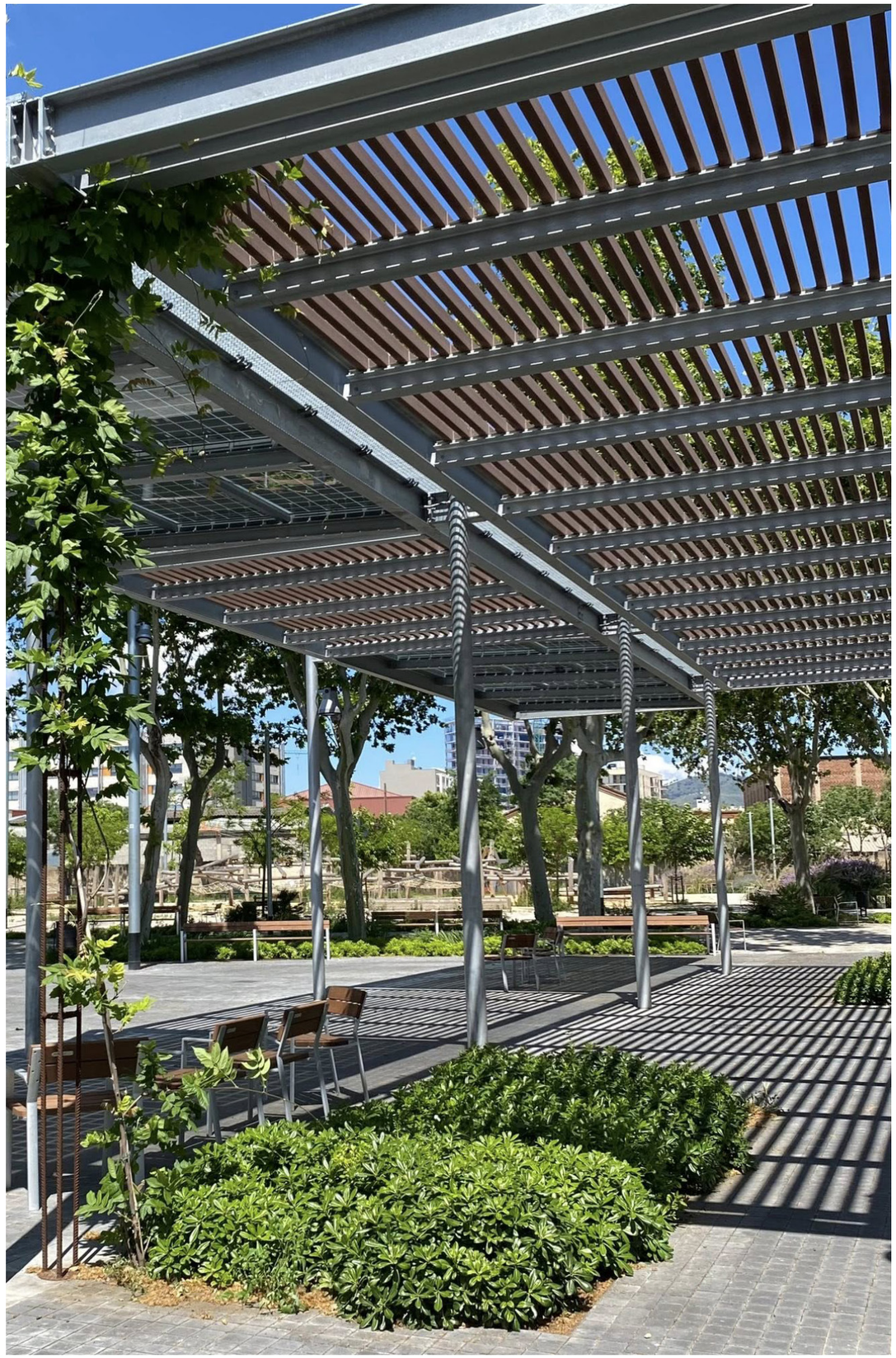


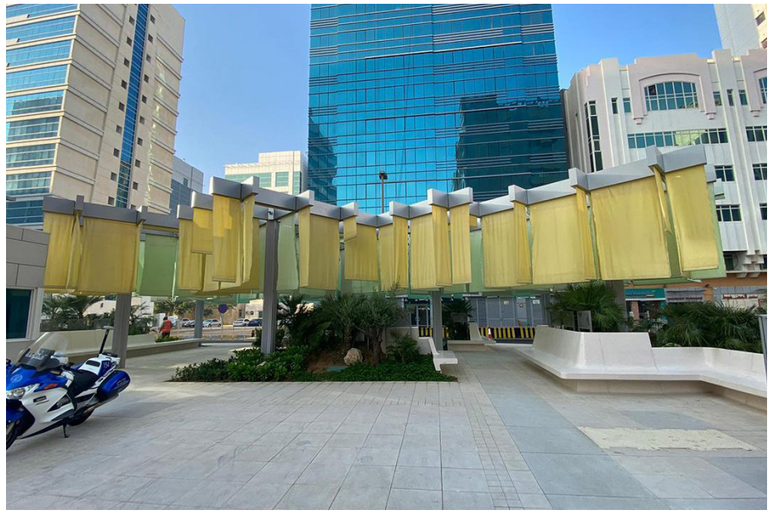


Strategia ombreggiamento della città di Barcellona

progettista: AA.VV.
luogo: Barcellona, Spagna
anno: 2025, in corso

La strategia di ombreggiamento della città di Barcellona costituisce uno dei casi studio più interessanti di governance climatica applicata allo spazio pubblico. Non si tratta di un intervento isolato, ma di un piano organico che prevede l'installazione di una rete diffusa di strutture permanenti e semi-permanenti per proteggere i cittadini, con particolare attenzione alle aree gioco, alle fermate del trasporto pubblico e ai percorsi pedonali principali.





Iniziativa di resilienza climatica Abudhabi

progettista: S.L.A.+CBT Architects
luogo: Abudhabi, Emirati Arabi Uniti
anno: 2025

Gli interventi per la resilienza climatica di Abu Dhabi rappresentano un caso studio d’avanguardia nell’integrazione tra design urbano e microclimatologia.
Il progetto non si limita all’installazione di singoli dispositivi di ombreggiamento, ma definisce una rete gerarchizzata di spazi pubblici protetti, dove il comfort ambientale è generato da strutture a tendaggi verticali combinate con degli spazio pubblici piantumati e raffrescati dalla presenza dell’acqua.
Il progetto dimostra che l’ombreggiamento permanente può diventare il connettore di una strategia di adattamento più ampia, che associa il raffrescamento passivo alla gestione delle acque meteoriche e alla biodiversità urbana, sottolineando che la sfida climatica non si risolve con interventi puntuali, ma attraverso una ‘struttura di mitigazione’.



3 | Possibili prototipi

Questa terza e ultima parte segna il passaggio fondamentale dalla fase analitico–conoscitiva alla dimensione squisitamente propositiva e operante del progetto. L'indagine converge qui nella definizione di risposte progettuali autonome. Questa sezione si configura infatti come il momento di sintesi e di ricaduta operativa della tesi, in cui le strategie teoriche precedentemente delineate vengono tradotte in specifiche ipotesi di prototipi per sistemi di ombreggiamento dedicati allo spazio pubblico di Roma.

Il termine prototipo viene qui assunto nella sua accezione metodologica più ampia: non un'architettura standardizzata o riproducibile in serie in modo acritico, bensì un dispositivo di verifica spaziale, materico e termodinamico. Ciascuna ipotesi progettuale è concepita per rispondere contemporaneamente a requisiti di efficienza bioclimatica (mitigazione dell'isola di calore e innalzamento del comfort termico ed ergonomico dell'utenza) e a istanze di inserimento paesaggistico. I dispositivi, pertanto, non si limitano a calare una tecnologia sulla città, ma si offrono come elementi di mediazione formale capaci di conferire una nuova identità e gerarchia spaziale ai contesti d'intervento, agendo come landmark visivi o catalizzatori di dinamiche sociali a scala di quartiere.

3.1 Tre prototipi, due strategie, una città

Il presente capitolo illustra la sperimentazione dei prototipi progettuali sviluppati secondo due principali linee d'azione: una strategia temporanea e reversibile e una strategia permanente.

I prototipi sono concepiti non come configurazioni spaziali astratte, ma come strumenti operativi attraverso cui verificare la capacità dei sistemi di ombreggiamento di tradurre i principi della resilienza climatica in soluzioni concrete, calibrate sulle specificità morfologiche, storiche e sociali dello spazio pubblico romano.

La loro applicazione consente inoltre di valutare differenti gradi di trasformabilità del suolo urbano, mettendo in relazione la durata degli interventi con la complessità dei contesti. Sono stati pertanto individuati quattro ambiti applicativi emblematici delle diverse condizioni urbane della capitale.

Il primo prototipo, riferito alla strategia temporanea e reversibile, trova applicazione nel complesso monumentale dell'Ex Mattatoio di Testaccio. La scelta del sito deriva dalla necessità di confrontarsi con la tutela del patrimonio storico-archeologico e della memoria industriale. In questo palinsesto, il prototipo sperimenta una flessibilità architettonica capace di dialogare con un ambiente fortemente vincolato, nel quale l'introduzione dell'ombra deve rispondere a flussi d'uso intensi ma variabili, senza produrre trasformazioni tettoniche permanenti.

Il secondo prototipo, anch'esso caratterizzato da rimovibilità e adattabilità stagionale, è applicato alla scala del grande parco urbano nel Parco di Centocelle. L'intervento si concentra sulla relazione tra le aree a prevalente carattere naturale e gli spazi attrezzati per la collettività, individuando un nodo strategico in prossimità dei principali percorsi e delle aree di sosta. Il dispositivo è chiamato a migliorare il comfort bioclimatico in un contesto particolarmente esposto all'irraggiamento solare e, al contempo, ad assumere una valenza morfologica e visiva capace di orientare e strutturare lo spazio aperto.

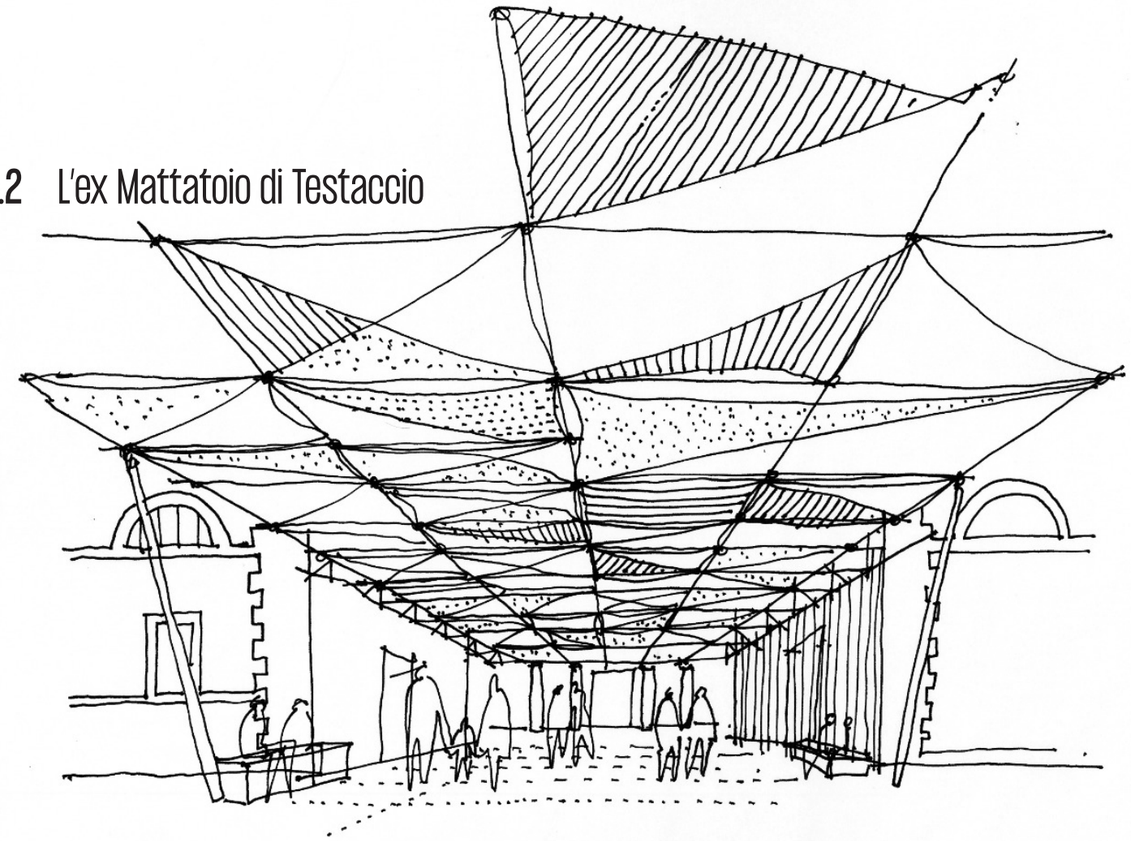
Questo second prototipo è stato testato anche nell'area giochi del Parco di Villa De Sanctis per valutarne l'adattabilità a scale e contesti differenti. In questo caso, il sistema di ombreggiamento risponde alle esigenze specifiche di uno spazio destinato prevalentemente ai bambini e ai loro accompagnatori, garantendo protezione solare, sicurezza e adeguate condizioni di permanenza. La configurazione del prototipo interpreta la scala più raccolta dell'area attrezzata, integrandosi con i giochi, i percorsi e la vegetazione esistente e contribuendo alla riconoscibilità e alla qualità dello spazio.

Il terzo prototipo estende la sperimentazione alla strategia permanente, trovando il proprio campo di verifica nel quartiere di edilizia residenziale pubblica del Quartaccio. L'intervento affronta i temi della stabilità costruttiva e della durabilità materica all'interno di un tessuto periferico consolidato.

In questo scenario applicativo, la configurazione fissa del sistema d'ombreggiamento mira a riconfigurare la morfologia dello spazio aperto esistente al fine di favorire rinnovate dinamiche di coesione sociale.

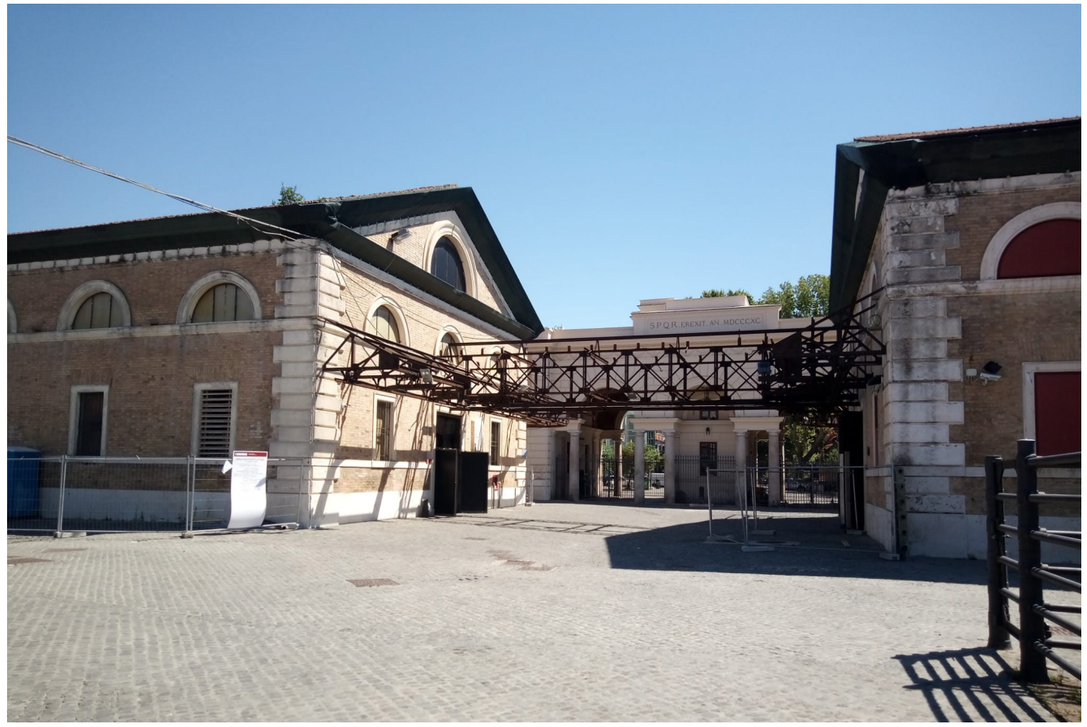


3.2 L'ex Mattatoio di Testaccio



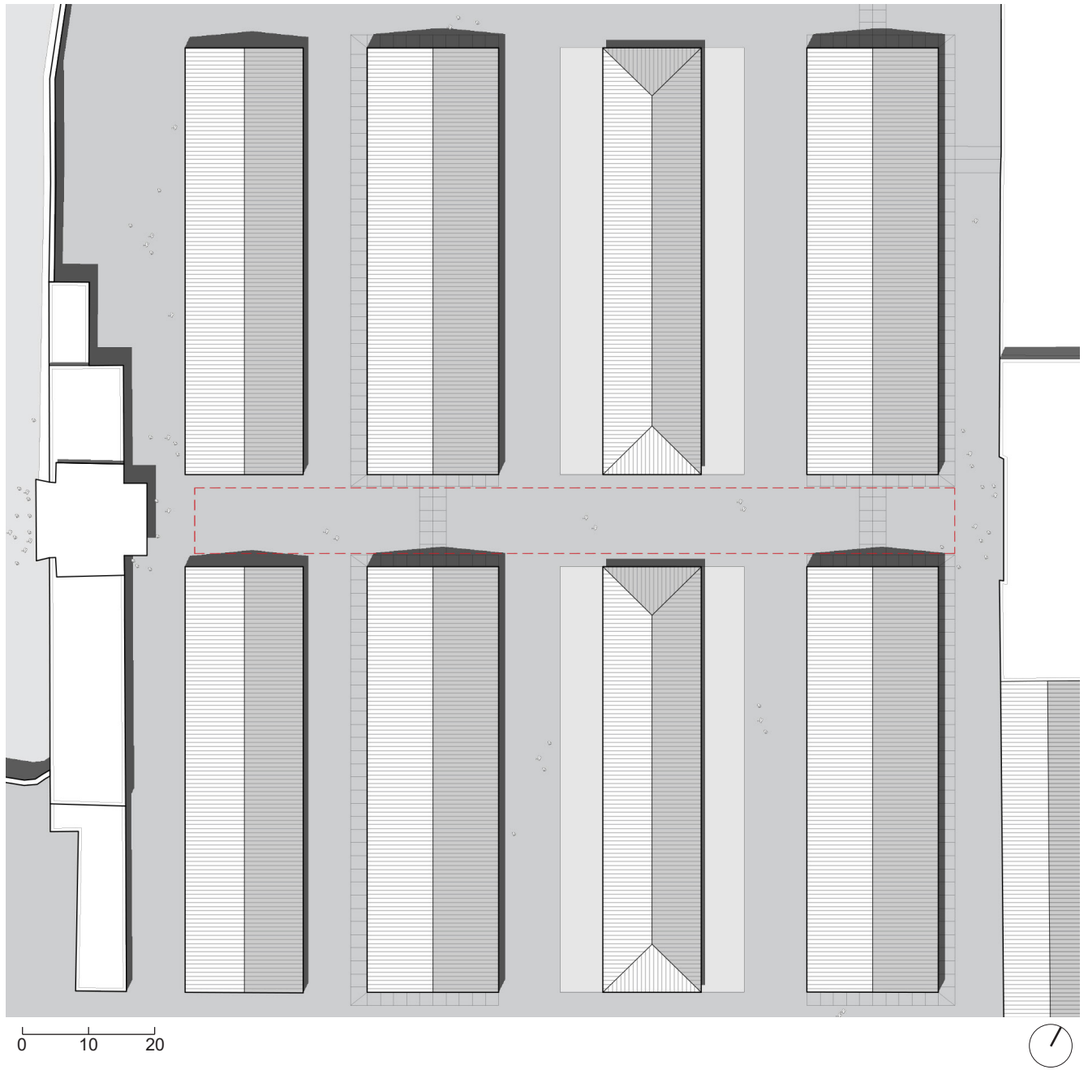
L'ambito selezionato per la prima sperimentazione del prototipo è l'area dell'Ex Mattatoio di Testaccio (Municipio I). La scelta di questo sito, oggi fulcro strategico di attività accademiche, artistiche e culturali, permette di testare il dispositivo bioclimatico all'interno di un contesto di archeologia industriale ad altissimo valore storico e testimoniale. L'intero complesso è caratterizzato da ampi spazi aperti pavimentati con materiali lapidei ed elementi ad alta inerzia termica che generano un severo microclima estivo, amplificato dall'assenza pressoché totale di ombreggiamento antropico e non.

L'intervento mira a configurare un sistema di schermatura leggero, flessibile e reversibile che risponda in modo puntuale alle esigenze di sosta, studio e aggregazione della comunità universitaria e cittadina. Dialogando con le rigide geometrie dei padiglioni ottocenteschi e rispettando i severi vincoli monumentali della soprintendenza, il prototipo esclude qualsiasi trasformazione di tipo tettonico o permanente. Esso si configura come un dispositivo temporaneo e adattabile, capace di mitigare l'isola di calore urbana attraverso la modulazione della luce e di reinterpretare criticamente lo spazio monumentale, potenziandone la vocazione di polo culturale contemporaneo.

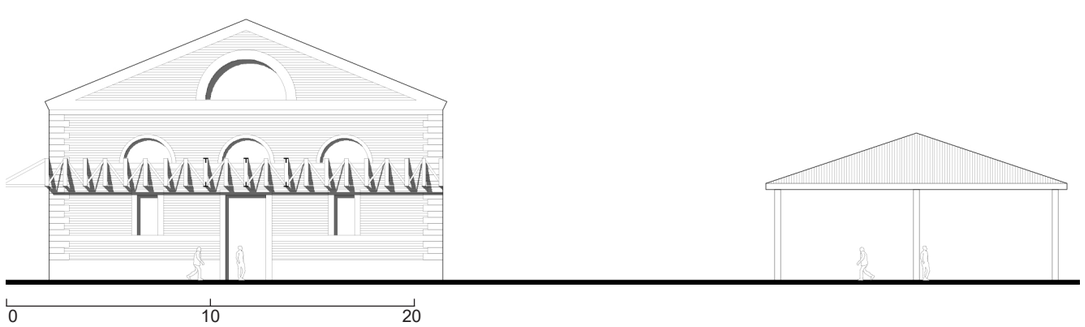




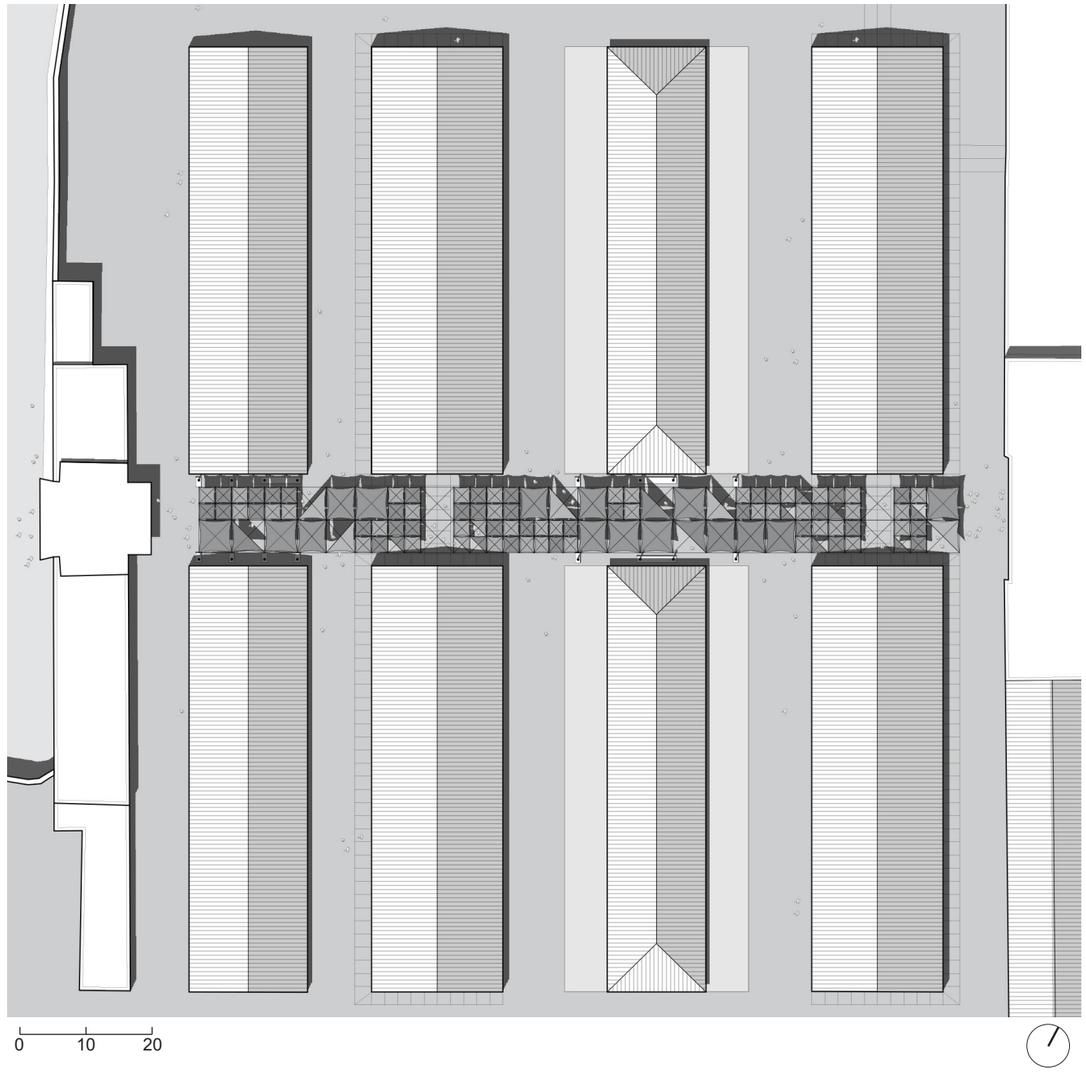
Planimetria_ex ante



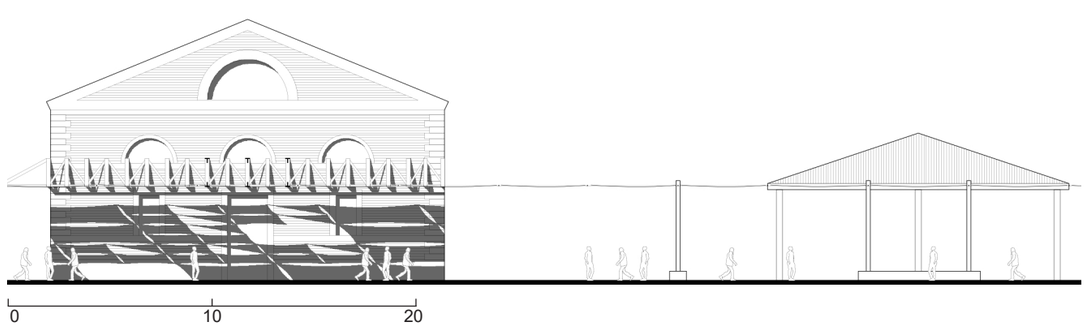
Sezione_ex ante



Planimetria_ex post



Sezione_ex post



Vista dell'intervento_ex ante



Vista dell'intervento_ex post

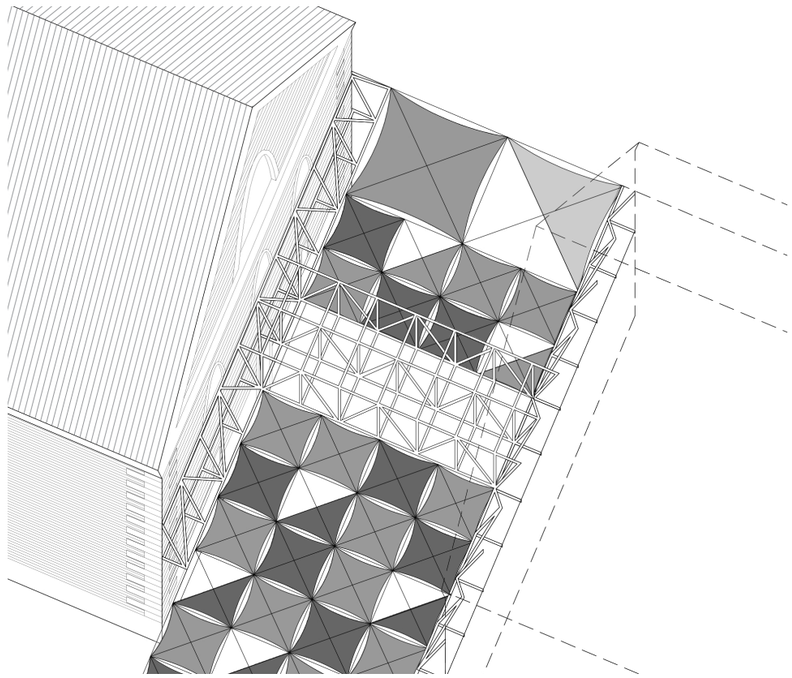


Dati tecnici:

tipologia	**temporanea**
configurazione tecnologica	**semplice**
permeabilità	**media**
schermatura solare	**alta**
materiali	**HDPE**
durabilità	**alta**

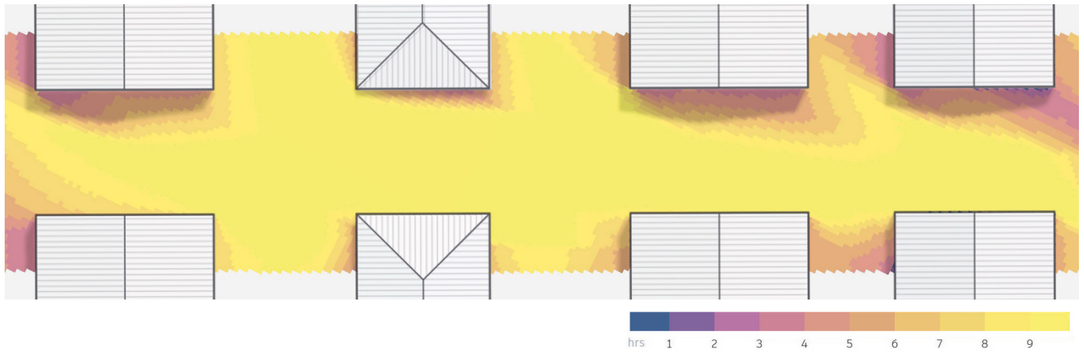
Dati dimensionali:

dimensioni in pianta	**115m x 10m**
altezza media	**4,60m**
area coperta	**1150 mq**
passo strutturale	**10m**
passo strutture	**10m**
dimensioni singola vela	**5m x 5m**

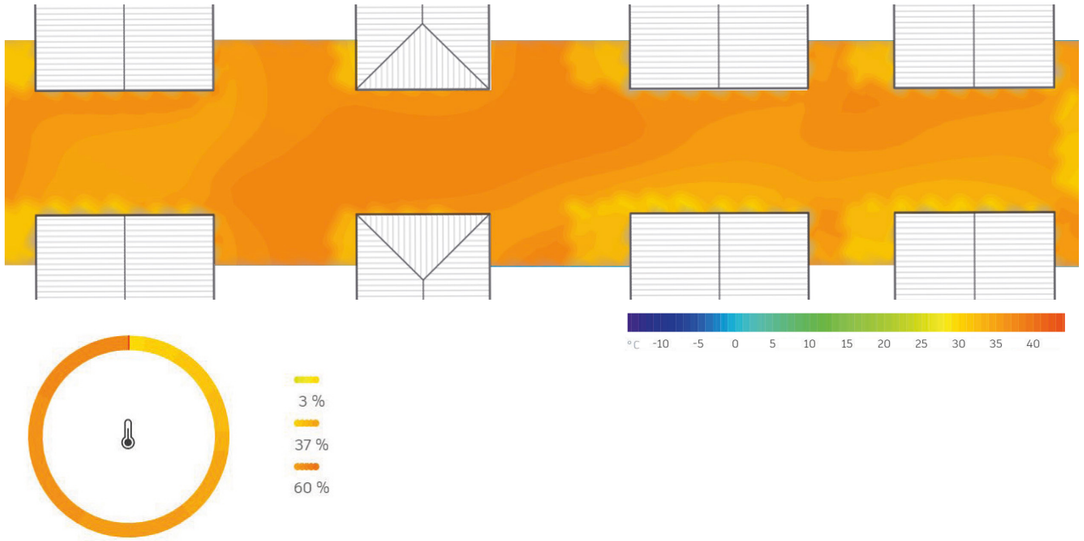


Analisi Bioclimatiche_ex ante

Irraggiamento solare_21 giugno



Stress termico_luglio



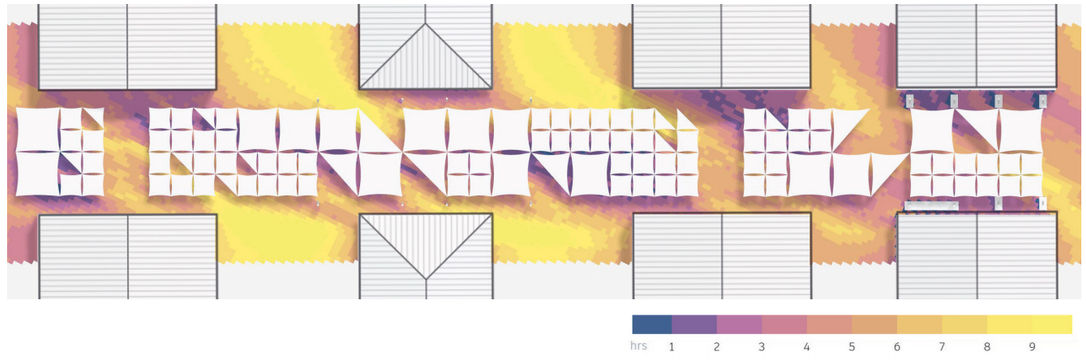
Le simulazioni evidenziano un miglioramento significativo delle condizioni microclimatiche dello spazio pubblico a seguito dell'inserimento della copertura tessile. L'analisi dell'esposizione solare, condotta il 21 giugno sull'intero arco della giornata, mostra nello stato ex ante una condizione fortemente caratterizzata dall'irraggiamento diretto: il 40% della superficie analizzata riceve oltre 9 ore di sole, mentre complessivamente il 67% dello spazio risulta esposto per almeno 6 ore. Le aree con un'esposizione inferiore alle 3 ore rappresentano appena il 13% del totale

Nello scenario ex post, la sequenza delle vele produce un sistema di ombreggiamento continuo lungo la parte centrale dello spazio, riducendo sensibilmente la permanenza della radiazione solare diretta. La quota di superficie esposta per oltre 9 ore scende dal 40% al 5%, mentre le aree interessate da almeno 6 ore di sole diminuiscono dal 67% al 26%. Parallelamente, le superfici con meno di 3 ore di esposizione aumentano dal 13% al 30% e quelle comprese tra 3 e 6 ore passano dal 20% al 44%. L'intervento determina quindi uno spostamento generalizzato dalle classi di esposizione più elevate verso condizioni intermedie o maggiormente ombreggiate. Il beneficio si concentra soprattutto nello spazio centrale destinato alla percorrenza e alla permanenza, mentre le fasce più prossime agli edifici e alcune aree periferiche continuano a presentare livelli più elevati di esposizione.

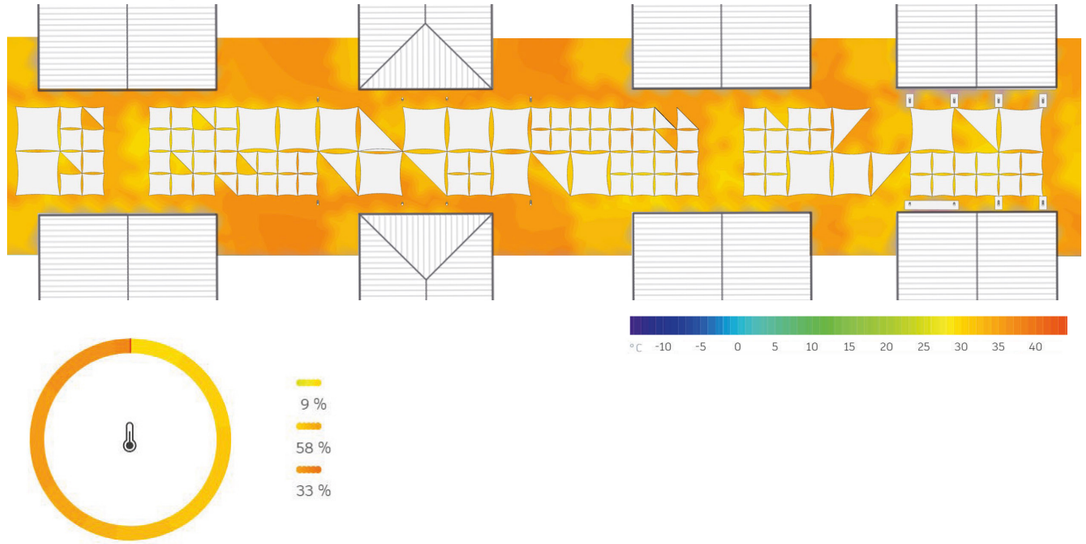
Gli effetti dell'ombreggiamento risultano leggibili anche nell'analisi dello stress termico, riferita a una condizione estiva nel mese di luglio alle ore 16:00. Nello stato ex ante, l'83% della superficie è interessato da una condizione di forte stress da

Analisi Bioclimatiche_ex post

Irraggiamento solare_21 giugno



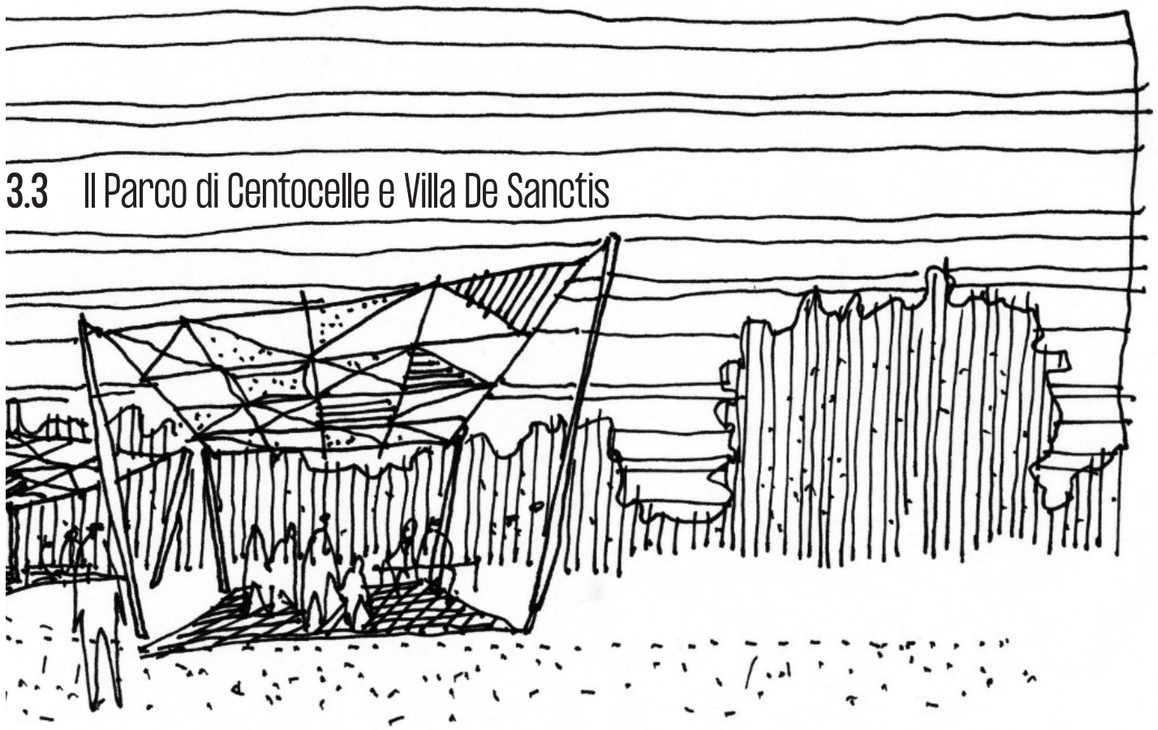
Stress termico_luglio



calore, mentre il restante 17% ricade nella classe di stress termico moderato. Dopo l'introduzione delle coperture, la quota soggetta a forte stress si riduce al 57%, con una diminuzione di 26 punti percentuali; contestualmente, le aree caratterizzate da stress moderato aumentano dal 17% al 43%.

La copertura tessile non elimina completamente le criticità, tuttavia, determina una riduzione consistente dell'intensità del fenomeno, convertendo una parte rilevante dello spazio dalla classe più critica a quella intermedia. L'intervento risulta pertanto efficace nel limitare il surriscaldamento radiativo e nel rendere più utilizzabile lo spazio pubblico durante le ore pomeridiane estive, soprattutto nelle zone direttamente protette dalle vele.

3.3 Il Parco di Centocelle e Villa De Sanctis



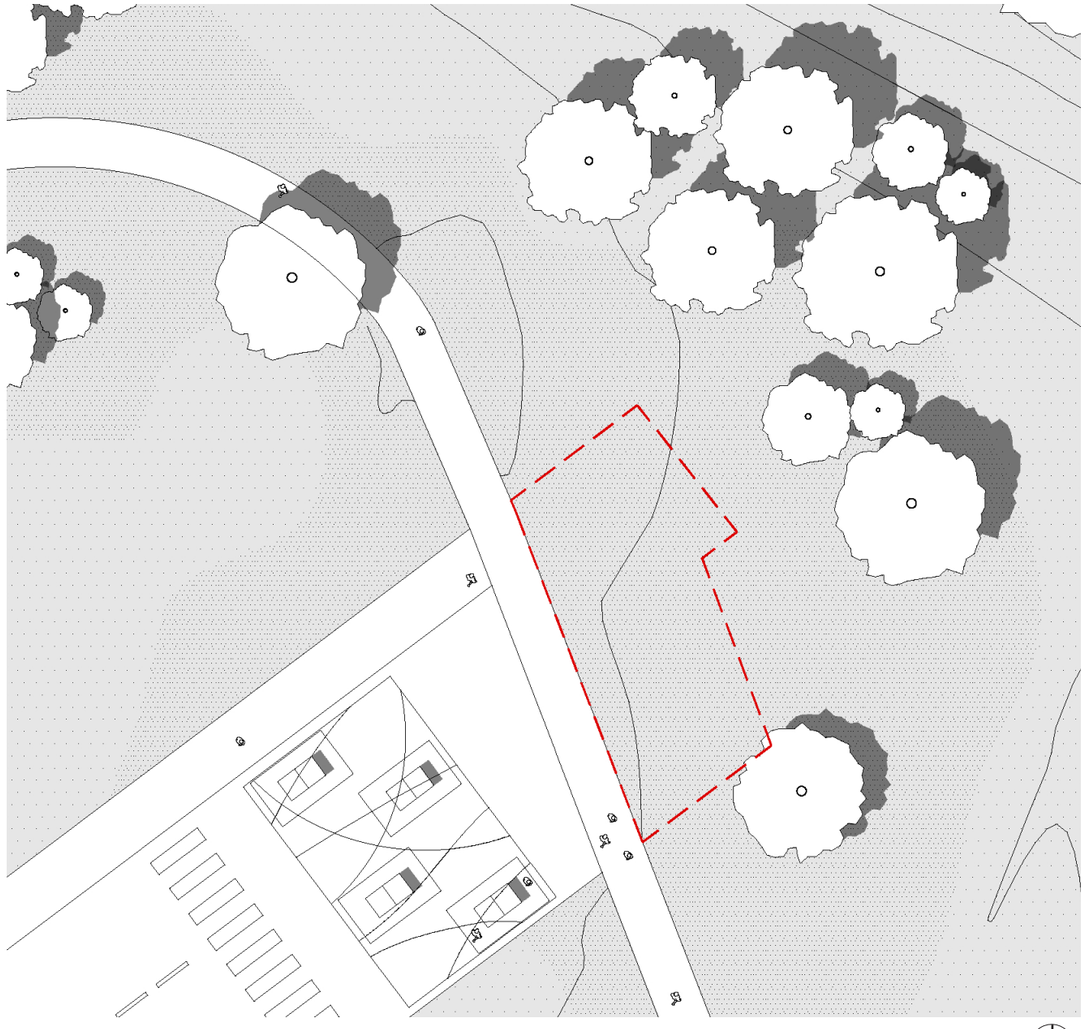
L’ambito selezionato per la seconda sperimentazione temporanea e rimovibile si definisce attraverso un caso applicativo doppio, localizzato lungo l’asse della via Casilina (Municipio V). Questa scelta permette di testare la flessibilità tipologica del prototipo all’interno di due contesti limitrofi ma morfologicamente distanti: da un lato la vasta scala orizzontale del Parco di Centocelle, dall’altro la dimensione più raccolta e consolidata di Villa De Sanctis.

Gli interventi sfruttano l’estrema versatilità del dispositivo per formulare risposte capaci di adattarsi a due logiche d’uso differenti. Nel Parco di Centocelle il prototipo assume la doppia valenza di piccolo landmark visivo e di sosta ombreggiata a servizio del playground di nuova realizzazione; all’interno di Villa De Sanctis, invece, la struttura si declina come protezione dalla radiazione solare diretta per le aree gioco dei bambini. Il sistema si attesta, in definitiva, come un’infrastruttura leggera e flessibile, capace di generare microclimi confortevoli e potenziare la continuità ecologica e la vocazione dei due parchi come poli aggregativi della Roma contemporanea.

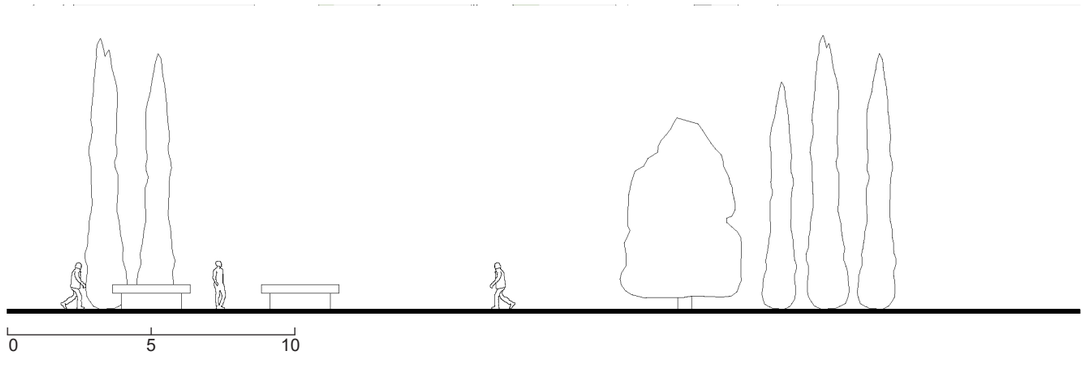




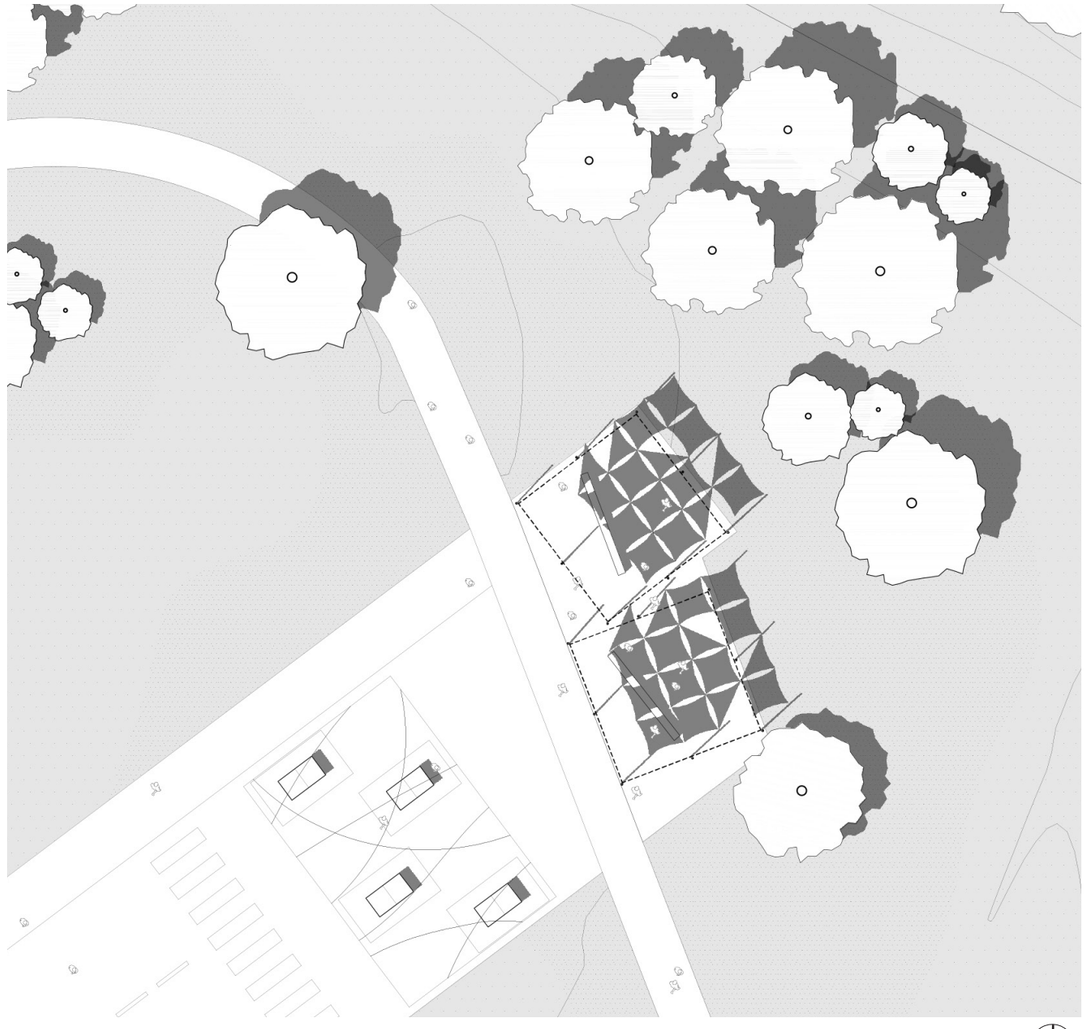
Parco di Centocelle_Planimetria_ex ante



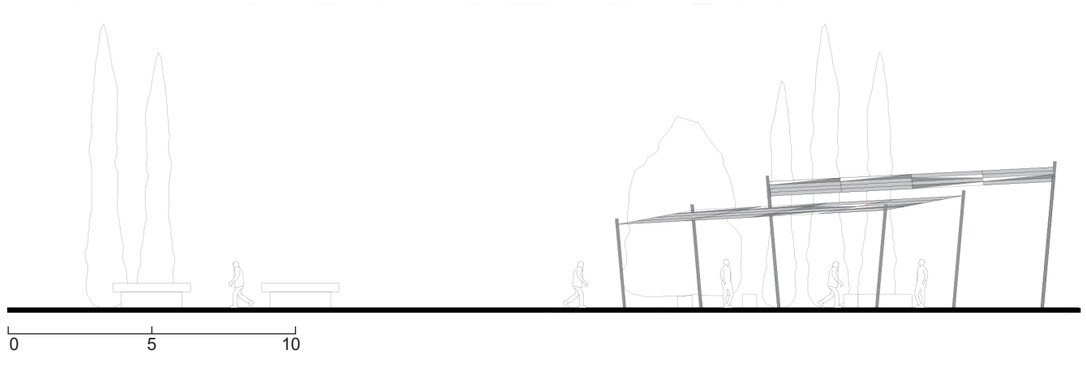
Parco di Centocelle_Sezione_ex ante



Parco di Centocelle_Planimetria_ex post



Parco di Centocelle_Sezione_ex post



Parco di Centocelle_Vista dell'intervento_ex ante



Parco di Centocelle_Vista dell'intervento_ex post

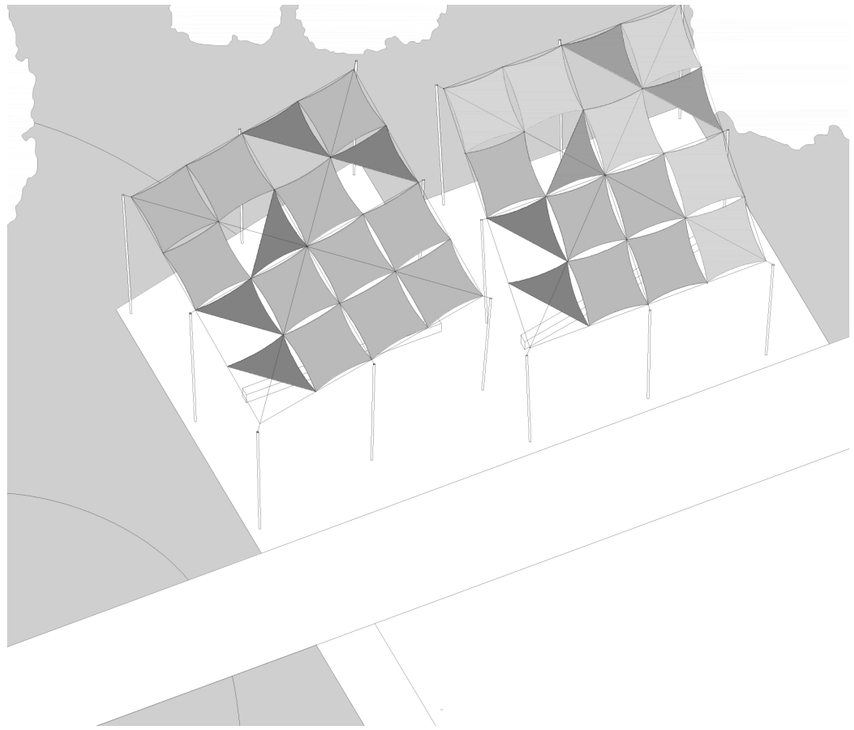


Dati tecnici:

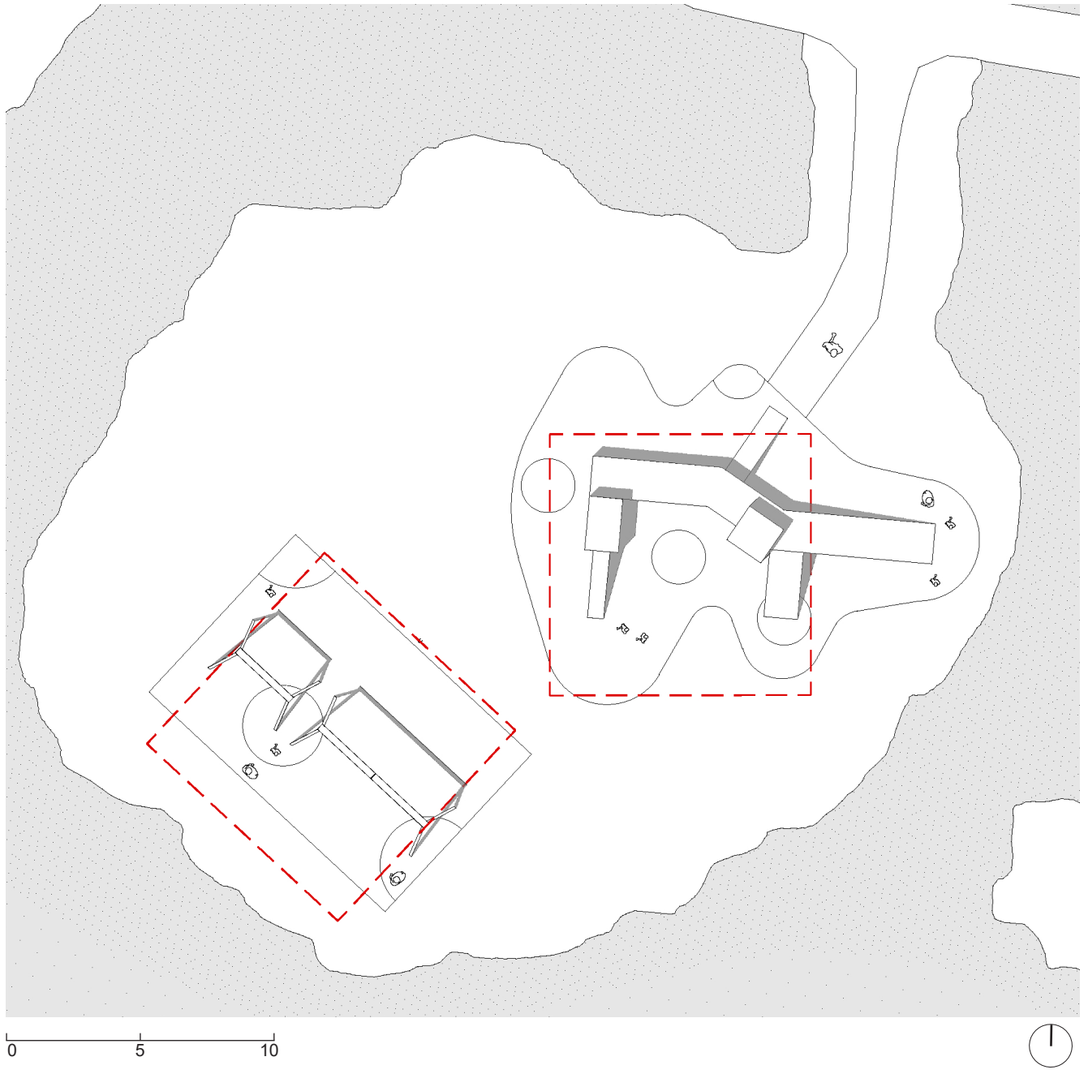
tipologia	**temporanea**
configurazione tecnologica	**semplice**
permeabilità	**media**
schermatura solare	**media**
materiali	**HDPE**
durabilità	**media**

Dati dimensionali:

dimensioni in pianta	**2 x 10m x10m**
altezza media	**4,0m**
area coperta	**200mq**
passo strutturale	**5m**
dimensioni singola vela	**5m x 5m**



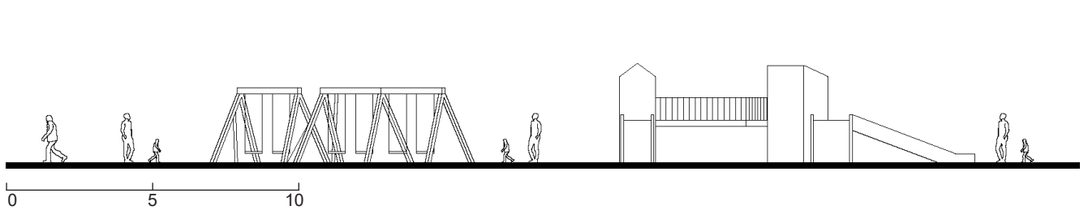
Villa De Sanctis_Planimetria_ex ante



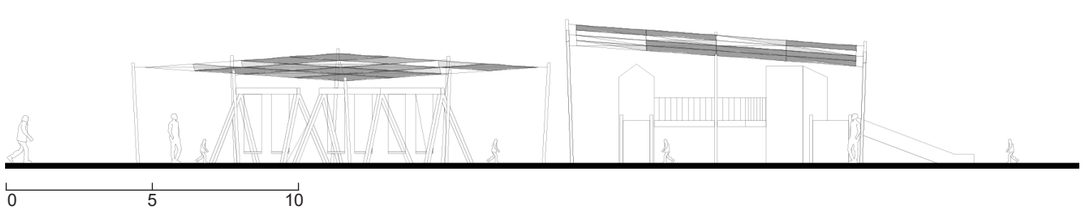
Villa De Sanctis_Planimetria_ex post



Villa De Sanctis_Sezione_ex ante



Villa De Sanctis_Sezione_ex post



Villa De Sanctis_Vista dell'intervento_ex ante



Villa De Sanctis_Vista dell'intervento_ex post

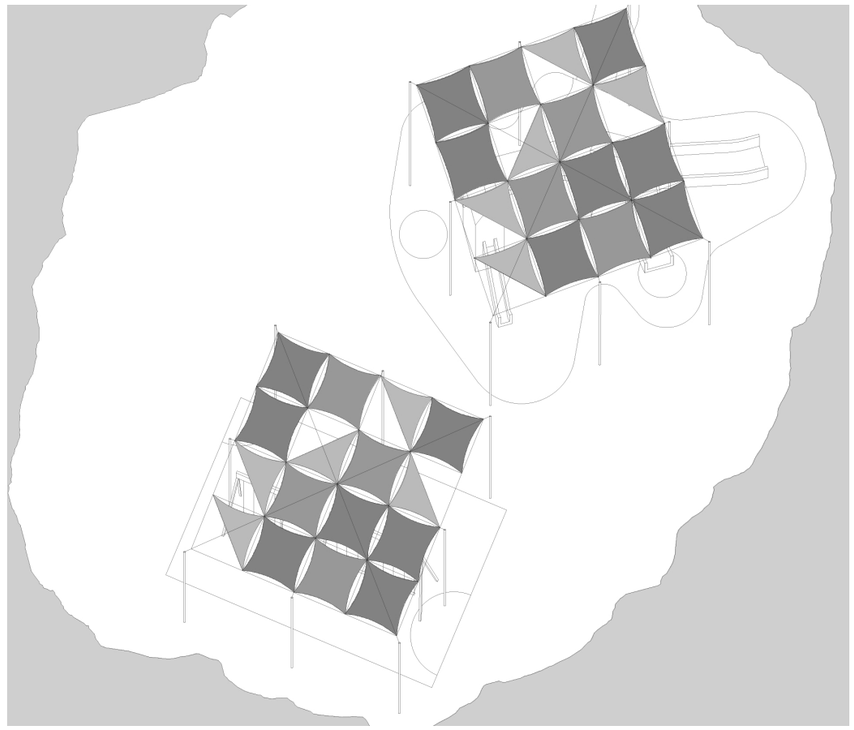


Dati tecnici:

tipologia	**temporanea**
configurazione tecnologica	**semplice**
permeabilità	**media**
schermatura solare	**media**
materiali	**HDPE**
durabilità	**media**

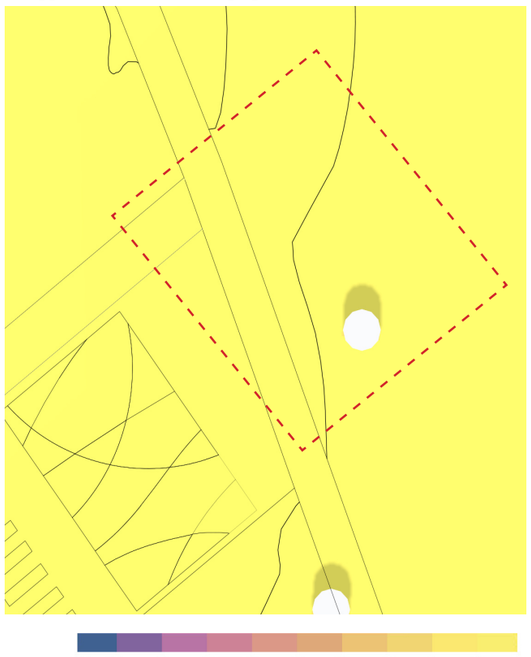
Dati dimensionali:

dimensioni in pianta	**2 x 10m x10m**
altezza media	**4,0m**
area coperta	**200mq**
passo strutturale	**5m**
dimensioni singola vela	**5m x 5m**

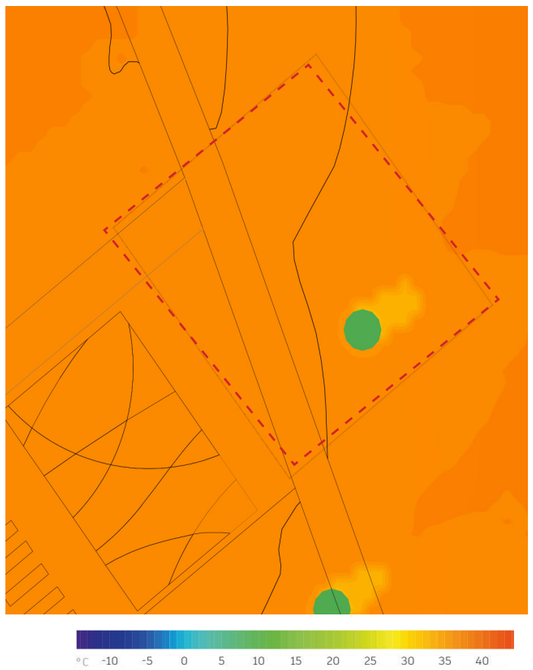


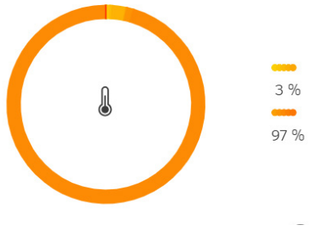
Analisi Bioclimatiche_ex ante

Irraggiamento solare_21 giugno



Stress termico_luglio





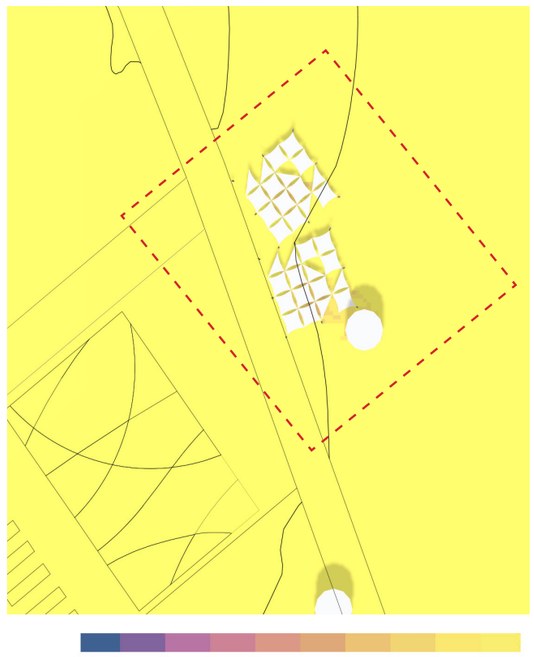
Considerata la sostanziale similitudine tra le due aree oggetto dell'intervento - Villa De Sanctis e il Parco di Centocelle - sia sotto il profilo morfologico e microclimatico, sia per le caratteristiche dei due prototipi previsti, si è scelto di concentrare le simulazioni sul solo Parco di Centocelle. Le analisi assumono pertanto quest'ultimo come caso rappresentativo, consentendo di valutare comparativamente gli effetti prodotti dall'inserimento della struttura leggera con vele ombreggianti rispetto alla configurazione antecedente all'intervento.

L'analisi delle ore di esposizione solare, condotta in corrispondenza del 21 giugno, evidenzia nella configurazione ante operam una condizione di esposizione pressoché continua. Con l'inserimento delle vele ombreggianti la superficie esposta per oltre nove ore si riduce al 93% dell'area analizzata. Circa 92 m² di spazio pubblico vengono quindi ricondotti a classi di esposizione inferiori, prevalentemente comprese tra sei e nove ore giornaliere. La simulazione dimostra pertanto la capacità del dispositivo di introdurre zone d'ombra in un ambito altrimenti completamente esposto, migliorando le condizioni di permanenza.

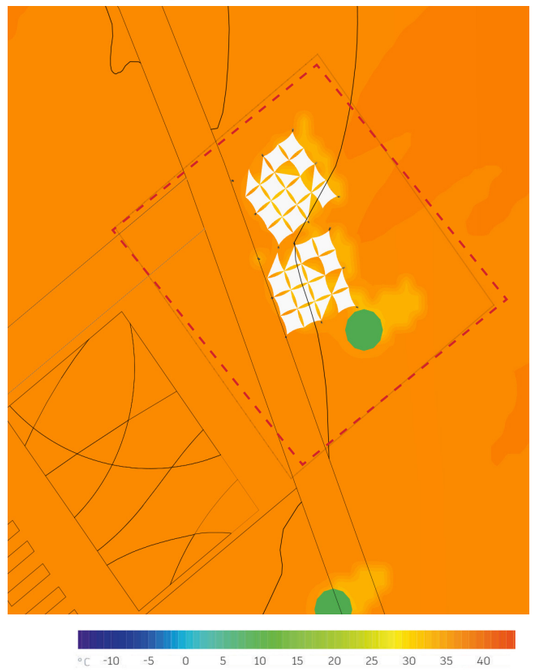
Il miglioramento rimane tuttavia circoscritto all'impronta delle vele. Nel corso dell'intera giornata, e in particolare nel giorno caratterizzato dalla maggiore durata dell'insolazione, la maggior parte della superficie continua a ricevere più di nove ore di sole. Tale risultato è legato sia alle dimensioni limitate del prototipo rispetto all'area complessiva, sia allo spostamento delle ombre determinato dal percorso solare. Il dato cumulativo sulle ventiquattro ore tende inoltre a ridurre la

Analisi Bioclimatiche_ex post

Irraggiamento solare_21 giugno



Stress termico_luglio



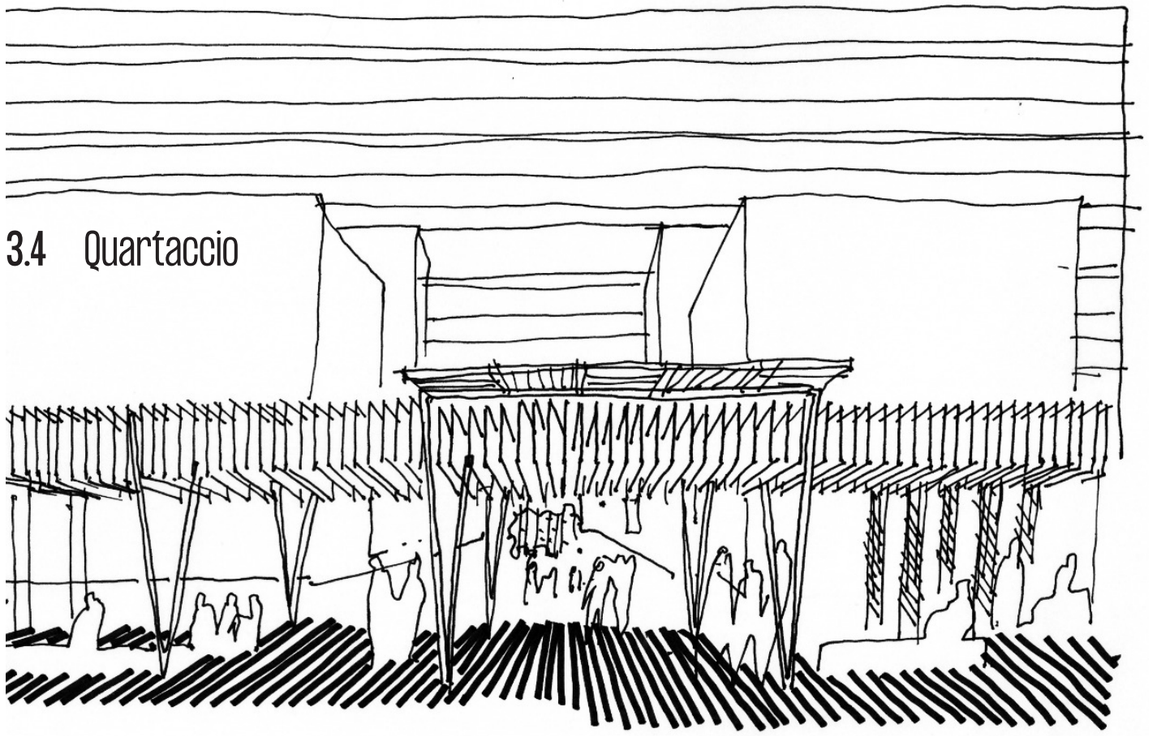


leggibilità del beneficio nelle ore più critiche: una superficie può infatti risultare esposta per molte ore nell'arco della giornata, pur beneficiando dell'ombra proprio durante il periodo di massimo irraggiamento.

La simulazione microclimatica relativa al mese di luglio, alle ore 15:00, conferma la severità delle condizioni estive dell'area. Nella configurazione ante operam il 99% della superficie ricade nella classe di strong heat stress, mentre soltanto l'1% presenta una condizione di moderate heat stress. L'assenza di schermature determina quindi una distribuzione sostanzialmente uniforme dello stress termico, con valori elevati sull'intero spazio pavimentato.

Nella configurazione post operam la mappa evidenzia una maggiore articolazione delle condizioni microclimatiche e la comparsa di zone localmente meno critiche in corrispondenza delle vele e degli elementi vegetali. La superficie classificata in condizioni di stress termico moderato aumenta dall'1% al 3%, mentre quella soggetta a stress forte si riduce dal 99% al 93%. Il beneficio prodotto dalla copertura risulta quindi riconoscibile soprattutto a scala locale.

Nel complesso, il prototipo si dimostra efficace come dispositivo di mitigazione localizzata: genera aree protette nelle quali migliorano le condizioni di sosta e di utilizzo dello spazio pubblico.



3.4 Quartaccio

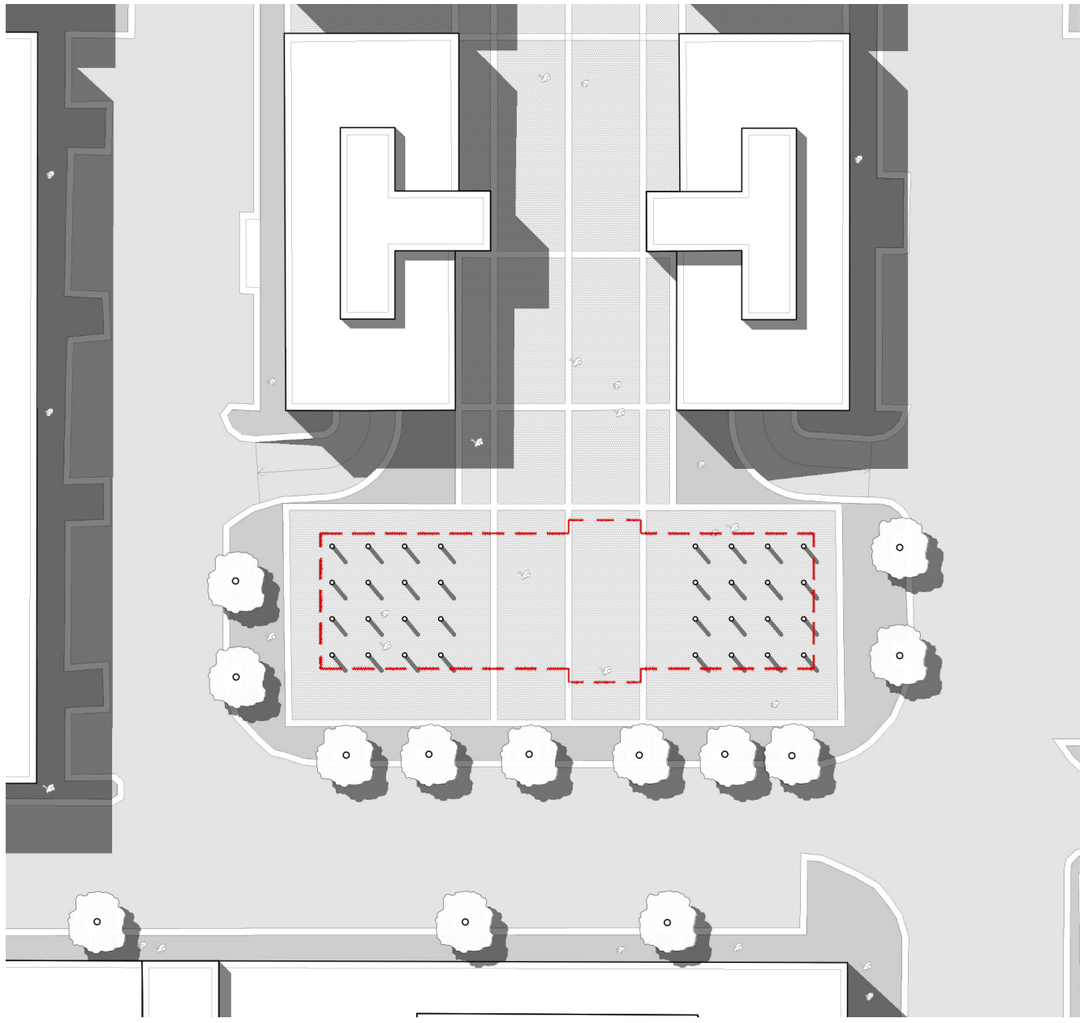
L’ambito selezionato per la sperimentazione del prototipo afferente alla strategia permanente è lo spazio aperto nel quartiere di edilizia residenziale pubblica del Quartaccio (Municipio XIV). La scelta di questo sito, emblematico dei tessuti della periferia consolidata romana, permette di testare il dispositivo di ombreggiamento in un contesto urbano caratterizzato da materiali che generano un microclima estivo ostile a causa della totale esposizione alla radiazione solare. La prevalenza di pavimentazioni stradali e superfici cementizie ad accumulo termico trasformano infatti quest’area in un vuoto inutilizzabile durante le ore diurne più calde, interrompendo di fatto le relazioni sociali del quartiere.

L’intervento mira a configurare un sistema di schermatura stabile e permanente che risponda alle esigenze di sicurezza, aggregazione e comfort termico della comunità locale. Dialogando con la scala urbana degli edifici residenziali, il prototipo si configura come un’infrastruttura fissa e durevole, capace di ridefinire la morfologia del suolo pubblico. Non si tratta solo di creare un cono d’ombra, ma di definire una vera e propria stanza all’aperto, un luogo di sosta protetto dove le persone possano fermarsi, parlare e incontrarsi. Esso agisce come dispositivo tecnologico di mitigazione microclimatica e, al contempo, come landmark architettonico permanente, volto a innescare dinamiche di riscatto sociale e a potenziare la vocazione di questo spazio quale rinnovato centro di vita collettiva.

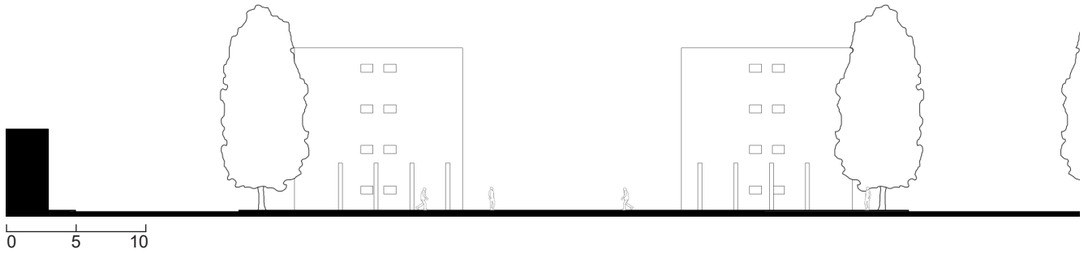




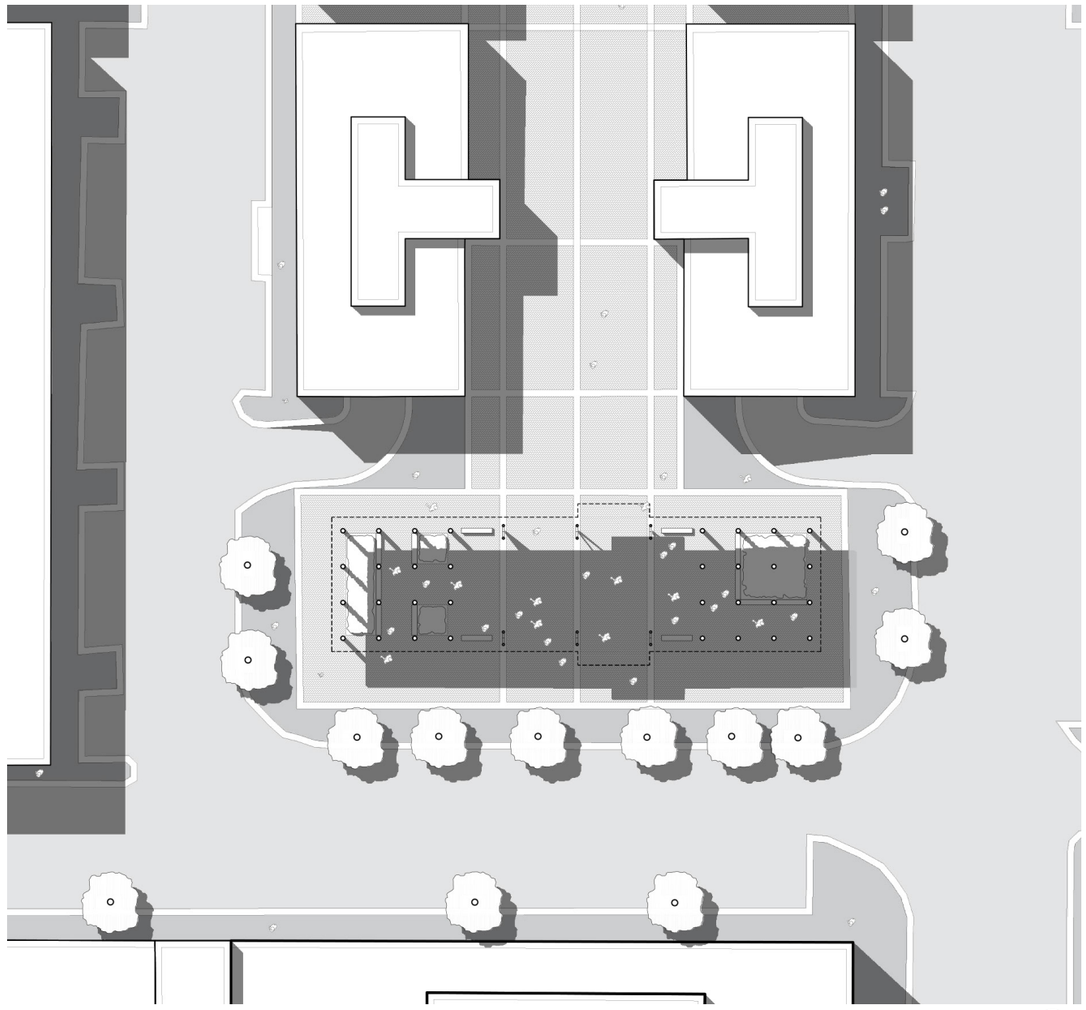
Planimetria_ex ante



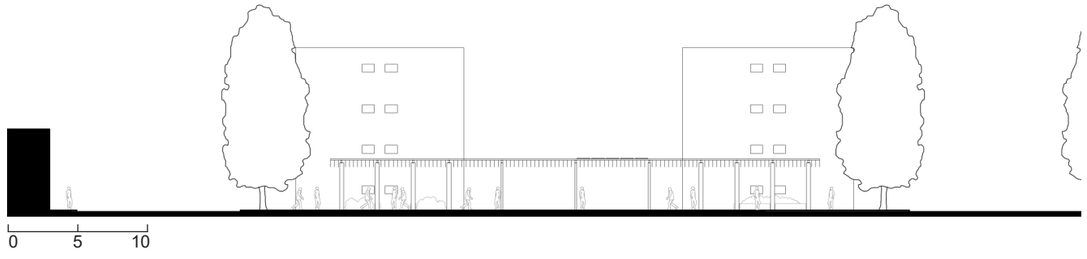
Sezione_ex ante



Planimetria_ex post



Sezione_ex post



Vista dell'intervento_ex ante



Vista dell'intervento_ex post



Dati tecnici:

tipologia	**permanente**
configurazione tecnologica	**multipla**
permeabilità	**media**
schermatura solare	**alta**
materiali	**fibra di cocco**
durabilità	**media**

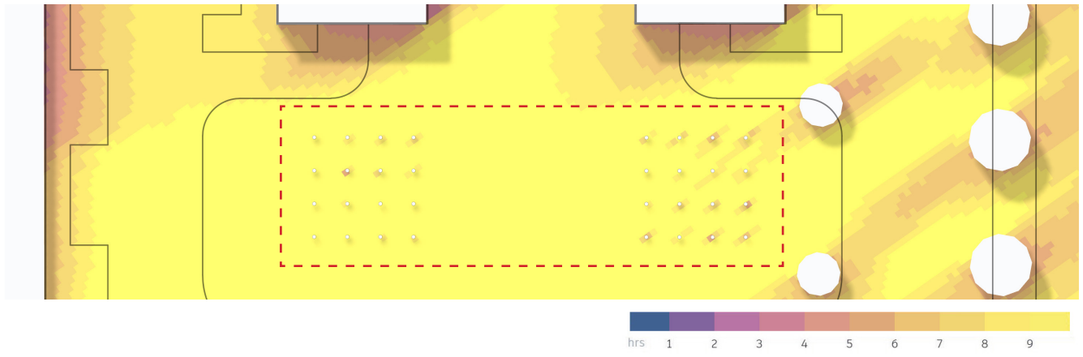
Dati dimensionali:

dimensioni in pianta	**36m x 10m**
altezza media	**3,20m**
area coperta	**3600mq**
passo strutturale	**2,6m (originale)** **3,8m (nuova)**
spessore elementi di schermatura	**0,60m**

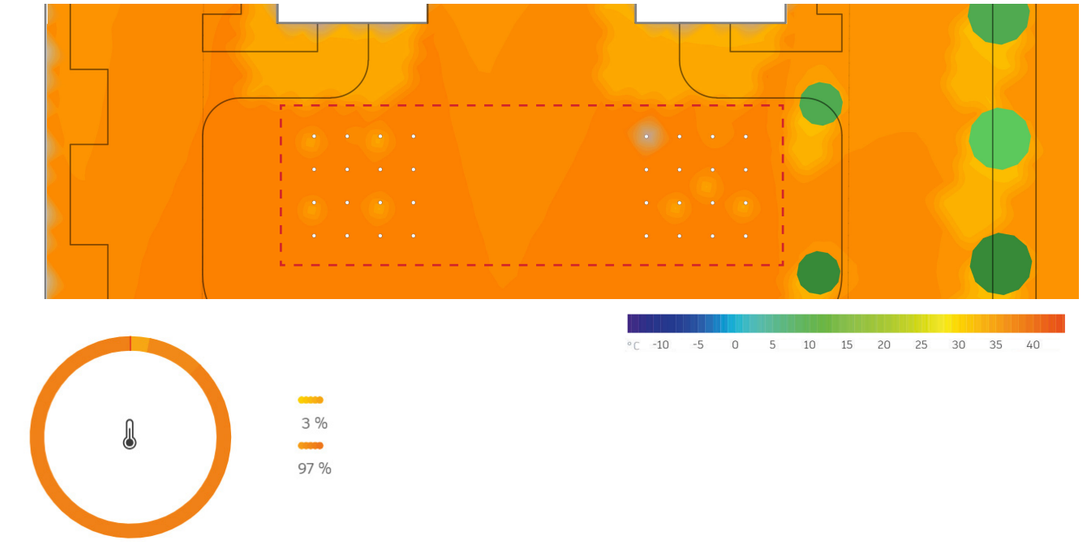


Analisi Bioclimatiche_ex ante

Irraggiamento solare_21 giugno



Stress termico_luglio



L'analisi dell'irraggiamento solare, restituito in termini di ore di esposizione diretta e calcolato per il 21 giugno, evidenzia nello stato ex ante una condizione di soleggiamento particolarmente intensa. Il 95% della superficie analizzata riceve oltre 9 ore di sole, mentre complessivamente il 99% risulta esposto per almeno 8 ore. Le aree caratterizzate da tempi di esposizione inferiori risultano pertanto pressoché assenti.

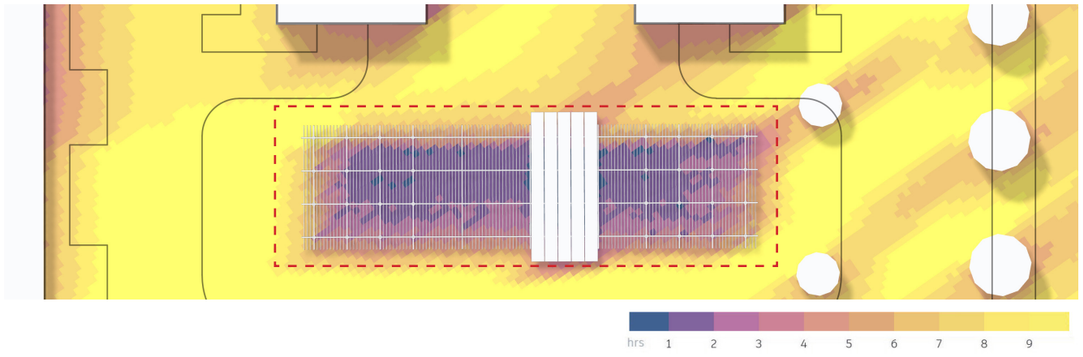
Nello scenario ex post, l'inserimento della copertura permanente genera un ombreggiamento esteso e continuo, riducendo sensibilmente la durata dell'esposizione solare diretta. La quota di superficie esposta per oltre 9 ore scende dal 95% all'8%, mentre le aree interessate da almeno 8 ore di sole diminuiscono complessivamente dal 99% al 18%. Parallelamente, le superfici con meno di 3 ore di esposizione, sostanzialmente assenti nello stato iniziale, raggiungono il 37% del totale; considerando anche le fasce comprese tra 3 e 6 ore, la quota di superficie esposta per meno di 6 ore arriva complessivamente al 62%.

L'intervento determina pertanto uno spostamento generalizzato dalle classi di esposizione più elevate verso condizioni intermedie o maggiormente ombreggiate. Il beneficio si concentra soprattutto nella parte centrale dello spazio, direttamente protetta dalla struttura, mentre le fasce perimetrali e le aree esterne alla proiezione della copertura continuano a presentare tempi di esposizione più elevati.

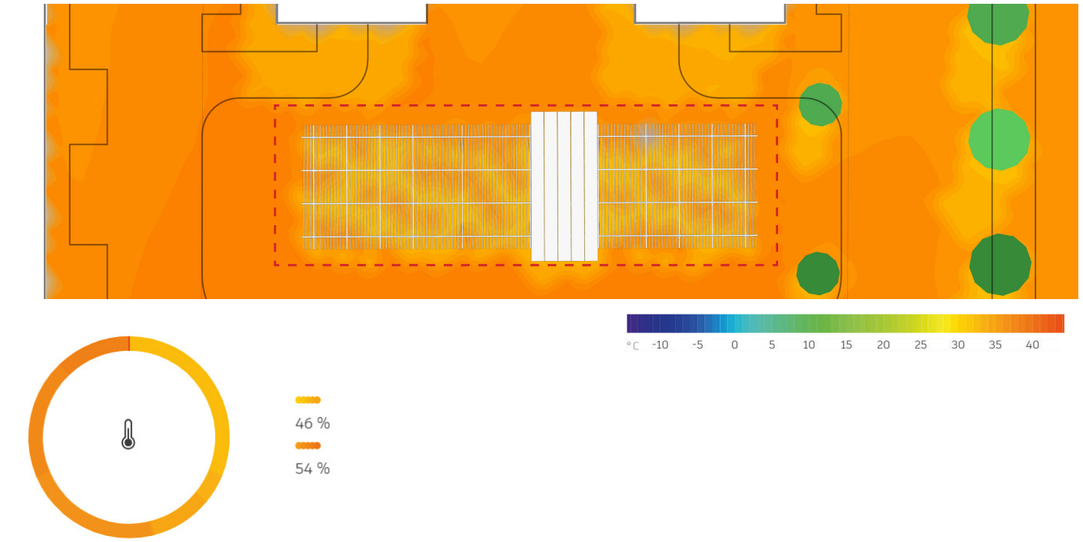
Gli effetti dell'ombreggiamento sono riscontrabili anche attraverso l'UTCI – Universal Thermal Climate Index, indice utilizzato per valutare le condizioni di comfort e di stress termico percepite dall'organismo umano in ambiente esterno.

Analisi Bioclimatiche_ex post

Irraggiamento solare_21 giugno



Stress termico_luglio



L'analisi, riferita al mese di luglio alle ore 15:00, mostra nello stato ex ante una condizione particolarmente critica: l'88% della superficie analizzata è interessato da stress da calore molto forte, mentre il restante 12% ricade nella classe di forte stress da calore. Dopo l'introduzione della copertura, la quota soggetta a stress molto forte si riduce al 12%, con una diminuzione di 76 punti percentuali. Contestualmente, le aree caratterizzate da forte stress da calore aumentano dal 12% all'88%.

La copertura permanente non elimina completamente la condizione di criticità termica, poiché anche nello scenario di progetto l'intera area rimane compresa tra livelli di stress forte e molto forte. Tuttavia, determina una consistente riduzione dell'intensità del fenomeno, trasferendo la maggior parte della superficie dalla classe più critica a quella immediatamente inferiore. L'intervento risulta quindi particolarmente efficace nel limitare il carico radiativo e nel migliorare le condizioni di fruibilità dello spazio pubblico durante le ore pomeridiane estive, soprattutto nelle aree direttamente protette dalla copertura.

Le simulazioni riguardano la porzione di spazio pubblico corrispondente all'area interessata dalla copertura permanente e al suo immediato intorno (evidenziata dal perimetro rosso). Le percentuali riportate si riferiscono quindi esclusivamente a questo perimetro di analisi e non all'intero ambito urbano.



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Luglio 2026

ROMA