

MACRO ANALISI**STUDI****1. Analisi di resilienza climatica**

Studio degli scenari di cambiamento climatico a lungo termine (incremento delle temperature, variazione del regime pluviometrico) finalizzata a valutare la resilienza e la capacità di adattamento di soluzioni urbane e architettoniche
Modellazione degli effetti delle onde di calore (heat waves) e di eventi meteorologici estremi (bombe d'acqua, grandinate) sul comfort e sulla sicurezza degli spazi

2. Analisi microclimatica e comfort termico

Studio avanzato delle condizioni microclimatiche urbane (temperatura, umidità, irraggiamento solare, ventilazione), volto alla caratterizzazione dell'isola di calore urbana e all'analisi dei gradienti termici indotti da superfici impermeabili, infrastrutture edilizie e aree verdi, per valutazione di soluzioni progettuali orientate alla mitigazione del surriscaldamento locale e al miglioramento del benessere termo-igrometrico in spazi esterni.
Simulazioni e valutazioni comparative di diverse configurazioni spaziali, comprendenti lo studio di pavimentazioni impermeabili e permeabili, l'utilizzo di materiali ad alta riflettanza solare o elevata emissività termica, l'ottimizzazione delle superfici verdi e la modellazione per la valutazione di sistemi di ombreggiamento per ridurre l'irraggiamento diretto. Studio che comprende la definizione di idonei indici di comfort termico (PMV, PPD, PET), la valutazione dell'efficacia di strategie passive (ombreggiamento, ventilazione naturale o ibrida) e lo studio delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio, contribuendo alla riduzione dei consumi energetici e all'adattamento agli scenari futuri di cambiamento climatico.

3. Analisi avanzata della qualità dell'aria, dispersione degli inquinanti e ventilazione naturale/ibrida

Analisi della ventilazione naturale (velocità e direzione del vento) come variabile chiave nella dispersione degli inquinanti atmosferici.
Si valuta in che modo la presenza di edifici, presenza di vegetazione o superfici con differente grado di permeabilità influisca sul ricambio d'aria e sulla potenziale formazione di zone ad elevata concentrazione di smog.
Mappatura e caratterizzazione della dispersione degli inquinanti atmosferici mediante l'impiego di modelli CFD con trasporto scalare, valutando l'influenza della configurazione dello spazio costruito e delle condizioni di ventilazione.
Tale analisi è volta all'identificazione di possibili zone di accumulo, dei percorsi di ricambio d'aria e delle ricadute sulla salute pubblica.
Studio per la valutazione dell'impatto derivante dal traffico sulla qualità dell'aria finalizzata a caratterizzare e quantificare l'influenza di tali sorgenti emissive sui livelli di PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x, O₃ e di altri inquinanti in ambito urbano, allo scopo di indirizzare strategie di mitigazione efficaci e salvaguardare la salute pubblica.
Confronto di scenari con differenti soluzioni di vegetazione (alberature e barriere vegetali) o layout urbanistici ottimizzati, volto a quantificare l'efficacia di tali interventi nella riduzione delle concentrazioni di inquinanti e nel miglioramento del microclima locale.
L'analisi si focalizza in particolare sul contributo della vegetazione alla deposizione del particolato e sulla modulazione dei flussi d'aria.
Modellazione fluidodinamica computazionale (CFD) che consente di ottimizzare la circolazione dell'aria mediante l'impiego di soluzioni di ventilazione passiva, con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici e incrementare il comfort termo-igrometrico.

4. Analisi energetiche (Edificio e ClusterUrbano)

Analisi dei flussi energetici a scala edilizia e di cluster, finalizzata alla quantificazione dei consumi complessivi (riscaldamento, raffrescamento e illuminazione) e alla valutazione dell'efficacia di diverse strategie progettuali (ombreggiamenti, materiali, ventilazione naturale) per l'ottimizzazione del comfort termo-energetico.
Simulazione energetica degli edifici, finalizzata al confronto e alla valutazione di differenti soluzioni costruttive (involucro) e impiantistiche (sistemi di riscaldamento/raffrescamento ad alta efficienza), con l'obiettivo di ottimizzare i consumi energetici e garantire condizioni di comfort termo-igrometrico ottimali.
Analisi dell'equilibrio energetico complessivo attraverso lo studio del bilancio fra apporti di calore (irraggiamento solare e carichi interni) e dispersioni termiche (tramite l'involucro e la ventilazione), finalizzato a quantificare con precisione i fabbisogni energetici reali.
Approfondimento delle strategie di solare passivo allo scopo di massimizzare i guadagni termici gratuiti e ridurre il consumo energetico complessivo.
Analisi quantitativa dell'influenza di sistemi di protezione solare naturali e artificiali (alberature, cortili interni, frangisole, filari arborei) sulla riduzione dell'irraggiamento solare diretto e, conseguentemente, sulla diminuzione del fabbisogno di raffrescamento.

5. Analisi Illuminotecnica e comfort visivo

Valutazione dell'illuminamento diurno (daylight) e notturno (artificial lighting) negli spazi pubblici finalizzata a ottimizzare il benessere visivo degli utenti, ridurre i consumi energetici e migliorare la fruibilità e la sicurezza degli ambienti.
L'analisi si concentra sulla corretta distribuzione delle sorgenti luminose, sull'integrazione tra luce naturale e artificiale e sulla scelta di materiali e finiture che favoriscono una diffusione luminosa adeguata alle diverse funzioni e fasce orarie.
Analisi dell'abbagliamento e identificazione di possibili soluzioni per ridurre i disagi visivi (schermature, orientamento, ecc.) volte a minimizzare la percezione di fastidio e a mantenere adeguati livelli di comfort visivo in contesti urbani.
Mappatura della luminanza (outdoor) per ottimizzare la distribuzione della luce naturale e artificiale e migliorare il comfort e la sicurezza con simulazioni che evidenziano eventuali zone sotto illuminate o sovraesposte.

6. Analisi del flusso pedonale e fruizione degli spazi

Studio dei flussi pedonali, delle densità di passaggio finalizzato a ottimizzare il layout urbano per favorire la mobilità e garantire standard di sicurezza.
Si individuano le aree di maggior flusso, di valutare i tempi di percorrenza e di individuare i punti critici, consentendo così di valutare collegamenti ombreggiati e aree di sosta che facilitino l'interazione sociale e migliorino la qualità degli spazi urbani.

TIPI DI ANALISI	TOOLS PARAMETRICI	OUTPUT
<ul style="list-style-type: none"> Analisi Isola di Calore (UHI) Air Temperatur Humidity Wind Field/Wind Direction Indice di stress termico (HSI) Universal Thermal Climate Index (UTCI) Distribuzione della temperatura radiante media (MRT) Cool Island Effect Simulazioni di strategie di raffrescamento passivo a scala di cluster (Radiation+Windflow+Evaporation water/Permeable surface) Analisi dello sviluppo di performance in condizioni estreme Analisi delle aree vulnerabili all'alluvione da fenomeni estremi 	<ul style="list-style-type: none"> [Rhinoceros+Grasshopper] [Ladybug tools] [ENVI-met] [Forma] [ClimateStudio] [Scalgolive] 	Dati Grafici Mappature Simulazioni previsionali di progetto
<ul style="list-style-type: none"> Predicted Mean Vote index (PMV) Predicted of Dissatisfied index (PPD) Physiological Equivalent Temperature (PET) Universal Thermal Climate Index (UTCI) Temperatura del suolo fino a 2 mt (Soil Temperature) Contenuto di umidità nel suolo (Soil Moisture) Solar Reflectance Index Shadow Analysis Analisi superfici impermeabili (asfalto, cemento) vs. superfici drenanti o vegetate Distribuzione della temperatura radiante media (MRT) Cool Island Effect Analisi superfici permeabili e impermeabili – UHI maggiori Radiazione solare diretta/diffusa/riflessa (Short-wave Radiation) Radiazione a onde lunghe (Long-wave Radiation) Analisi Albedo 	<ul style="list-style-type: none"> [Rhinoceros+Grasshopper] [Ladybug tools] [ENVI-met] [Forma] [ClimateStudio] [OpenFoam] 	Dati Grafici Mappature Simulazioni previsionali di progetto
<ul style="list-style-type: none"> Qualità dell'aria/ Dispersione di inquinanti Concentrazione di particolato (PMx PM2.5 PM10), NOx, O3 ecc Altri parametri atmosferici Effetto della vegetazione sull'evapotraspirazione (Evapotranspiration) Temperatura delle foglie / delle chiome (Leaf/Canopy Temperature) Flusso di scambio di CO2 Wind Field/Wind Direction 	<ul style="list-style-type: none"> [Rhinoceros+Grasshopper] [Ladybug tools] [ENVI-met] [Forma] [ClimateStudio] [OpenFOAM] 	Dati Grafici Mappature Simulazioni previsionali di progetto
<ul style="list-style-type: none"> Equilibrio energetico Simulazione energetica degli edifici Effetto dell'ombreggiamento sulla domanda di energia Analisi del sole passivo Flussi di calore sensibile e latente (Sensible/LAT Heat Flux) Somma delle componenti in entrata (solare diretta, diffusa, riflessa, onda lunga) e in uscita (onda lunga, riflessione) Effetto dell'ombreggiamento sulla domanda di energia 	<ul style="list-style-type: none"> [Rhinoceros+Grasshopper] [Ladybug tools] [ENVI-met] [CityEnergy Analyst] 	Dati Grafici Mappature Simulazioni previsionali di progetto
<ul style="list-style-type: none"> Outdoor Glare Analysis Luminance Mapping Outdoor Analisi combinata Daylight+Thermal. Outdoor glare analysis (Discomfort visivo)+ mappature relative al comfort termico esterno + UTCI + UHI 	<ul style="list-style-type: none"> [DIALux Evo] [Rhinoceros+Grasshopper] [Ladybug tools] 	Dati Grafici Mappature Simulazioni previsionali di progetto
<ul style="list-style-type: none"> Pedestrian Flow Analysis 	[DepthmapX]	Dati Mappature Simulazioni previsionali di progetto

Tab. 1.2 Quadro degli studi e simulazioni previsionali di progetto con tools parametrici a supporto delle macro-analisi (credit: ABITAlab, G. Mangano).