



POLITECNICO DI BARI

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio,

Edile e di Chimica – DICATECh

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN

INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI

D.M. 270/04

TESI DI LAUREA IN

RIGENERAZIONE URBANA E TERRITORIALE

STRATEGIE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI

CLIMATICI E RIGENERAZIONE URBANA:

UN'APPLICAZIONE AL QUARTIERE SAN PAOLO DI

BARI

Relatrice:

Prof.ssa Ing. Laura Grassini

Correlatore:

Ing. Marco Carbonara

Laureanda:

Serena Barnaba

ANNO ACCADEMICO 2024-2025



Politecnico
di Bari

LIBERATORIA ALLA CONSULTAZIONE DELLA TESI DI LAUREA DI CUI ALL'ART.4 DEL REGOLAMENTO DI ATENEIO PER LA CONSULTAZIONE DELLE TESI DI LAUREA (D.R. n. 479 del 14/11/2016).

Il sottoscritto Barnaba Serena matricola 594158

Corso Ingegneria dei sistemi edilizi di Laurea

autore della presente tesi di Laurea dal titolo
STRATEGIE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI E RIGENERAZIONE URBANA:
UN'APPLICAZIONE AL QUARTIERE SAN PAOLO DI BARI

Parola chiave Cambiamenti climatici, Quartiere San Paolo Bari

Abstract La tesi analizza il quartiere San Paolo della città di Bari con l'obiettivo di individuare soluzioni naturali (NBS) in grado di contrastare gli effetti del cambiamento climatico.

Particolare attenzione viene dedicata alle fasce più vulnerabili della popolazione con l'intento di progettare e adattare aree che possano fungere da rifugi climatici accessibili e resilienti.

☒ Autorizza

☐ Non autorizza

la consultazione della presente tesi, fatto divieto a chiunque di riprodurre in tutto o in parte quanto in essa contenuto.

Bari, 11/07/2025

Firma

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
1. CAMBIAMENTI CLIMATICI	2
1.1 Il cambiamento climatico: dinamiche e risposte normative.....	2
1.2 La risposta del sistema Terra.....	5
1.3 Strategie di Adattamento e Mitigazione climatica	9
1.4 Il quadro climatico attuale.....	12
1.5 Proiezioni e scenari climatici futuri	15
2. IL FENOMENO DELL'ISOLA DI CALORE URBANA	19
2.1 Le isole di calore urbane: cause e impatti	19
2.2 Il circolo vizioso del raffrescamento artificiale	23
2.3 Soluzioni climatiche per le aree urbane	25
3. IL QUARTIERE SAN PAOLO DI BARI	32
3.1 Il quartiere: storia e trasformazione dell'area	32
3.2 Popolazione residente.....	33
3.3 Strumenti di pianificazione	47
3.3.1 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale, PPTR.....	47
3.3.2 Piano di Assetto Idrogeologico, PAI	52
3.3.3 Piano Regolatore Generale, PRG.....	53
3.4 La rete dei servizi nel quartiere	59
3.5 Mobilità e trasporto pubblico	67
3.6 Aree verdi.....	69
3.6.1 Parchi	71
3.6.2 Alberature	74
3.6.3 Viali alberati con sedute	76
3.6.4 Aree non ombreggiate.....	78
3.6.5 Aree attrezzate con giochi per bambini	79
3.6.6 Giardini di quartiere.....	80
3.6.7 Parcheggi giardino	82

3.6.8 Orto urbano	83
4. LA PROPOSTA PROGETTUALE	85
4.1 Analisi della temperatura superficiale.....	85
4.1.1 Metodologia di analisi della temperatura superficiale	85
4.1.2 Applicazione della metodologia al quartiere San Paolo	89
4.2 Il ruolo delle aree verdi nella progettazione e riqualificazione delle città	95
4.3 Analisi delle aree incolte.....	99
4.4 NBS per la riqualificazione climatica del quartier San Paolo....	104
4.4.1 Pocket parks – prime aree bersaglio	104
4.4.2 Parchi e giardini	109
4.4.3 Parchi attrezzati con giochi per bambini e aree non ombreggiate	111
4.4.4 Viali alberati con sedute	112
4.4.5 Interventi di forestazione urbana	113
4.4.6 Parcheggi giardino e aree impermeabili	115
4.5 Coerenza vincolistica	118
4.6 Rifugi climatici: l’esperienza di Barcellona.....	121
4.7 Progettazione della rete di rifugi climatici	129
4.7.1 La rete dei rifugi climatici	129
4.7.2 Analisi di accessibilità	134
4.7.3 Esempio di implementazione.....	138
CONCLUSIONI.....	145
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	147

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni, il cambiamento climatico si è affermato come una delle sfide più urgenti e complesse a livello globale, con impatti sempre più evidenti sull'ambiente, sulla salute e sulla qualità della vita nelle aree urbane. In questo contesto, uno dei fenomeni più rilevanti che colpiscono le città è l'effetto "isola di calore urbana", una condizione in cui le temperature nelle aree densamente costruite risultano significativamente più elevate rispetto alle zone circostanti, a causa dell'elevato consumo di suolo, della scarsità di vegetazione e dell'uso diffuso di materiali impermeabili.

In questo scenario, le soluzioni basate sulla natura (Nature Based Solutions, NBS) rappresentano un'opportunità concreta per mitigare gli effetti delle isole di calore e promuovere l'adattamento urbano al clima offrendo al contempo benefici ecologici, sociali ed economici.

Questa tesi si propone di analizzare il quartiere San Paolo della città di Bari, con l'obiettivo di individuare soluzioni naturali in grado di contrastare gli effetti del cambiamento climatico.

Particolare attenzione verrà dedicata alle fasce più vulnerabili della popolazione, con l'intento di progettare e adattare aree che possano fungere da rifugi climatici accessibili e resilienti.

Attraverso l'analisi del contesto urbano e l'applicazione di criteri di sostenibilità e giustizia climatica, il lavoro intende offrire un contributo alla definizione di interventi replicabili e adattabili in altre realtà urbane.

1. CAMBIAMENTI CLIMATICI

1.1 Il cambiamento climatico: dinamiche e risposte normative

Il clima viene definito come la descrizione statistica, in termini di media e variabilità, di grandezze meteorologiche rilevanti in una determinata unità di tempo che può variare da pochi mesi a milioni di anni.

Secondo la definizione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO, Word Meteorological Organization), il periodo classico per calcolare la media di queste variabili è di trent'anni.

Le grandezze meteorologiche rilevanti sono principalmente variabili superficiali come la temperatura, i venti e le precipitazioni.

Il clima è il risultato di meccanismi che avvengono all'interno del sistema climatico che, a sua volta, viene influenzato da molteplici fattori e componenti.

Il sistema climatico terrestre permette la vita sulla terra grazie alla contemporanea presenza di tre grandi livelli: lo spazio e la corretta distanza dal sole, che permettono alla terra di ricevere l'energia solare sotto forma di radiazione a onde corte; la geosfera, che comprende i diversi sistemi terrestri (idrosfera, criosfera, litosfera e biosfera) che interagiscono tra loro e interagiscono con il terzo livello, l'atmosfera. Il clima è la conseguenza dell'equilibrio che deriva dall'interazione tra queste componenti.

Il clima che permette la vita, in particolare, viene garantito dall'effetto serra naturale; i raggi solari, difatti, una volta raggiunta la superficie terrestre, vengono in parte riflessi verso l'esterno ed in parte trattenuti e indirizzati nuovamente verso la Terra grazie alla presenza di alcuni gas all'interno dell'atmosfera. I principali gas serra naturali presenti in atmosfera sono: il vapor d'acqua, l'anidride carbonica (CO_2), il metano (CH_4) e, in quantità minore, il protossido di Azoto (N_2O) e l'ozono (O_3).

Il risultato di questo effetto è da rivedersi in una quantità di calore aggiuntiva che va a sommarsi a quella proveniente dai raggi solari direttamente assorbiti, senza l'effetto serra, si stima, che la temperatura media presente sulla terra potrebbe essere di circa -18°C .

Sebbene l'effetto serra sia un fenomeno naturale fondamentale per mantenere la temperatura terrestre entro valori compatibili con la vita, esso può trasformarsi in un problema ambientale a causa dell'intervento umano. L'attività antropica ha determinato un aumento significativo delle emissioni di gas serra in atmosfera, dando origine al cosiddetto effetto serra antropico. Questo fenomeno comporta un'alterazione degli equilibri del sistema climatico terrestre; potenziando la capacità dell'atmosfera di trattenere l'energia termica riemessa dalla superficie terrestre, contribuisce all'aumento della temperatura dell'aria.

La rivoluzione industriale, con le sue profonde trasformazioni tecnologiche e produttive, ha rappresentato l'inizio di una fase storica caratterizzata da un'intensificazione progressiva delle emissioni di gas serra. Negli ultimi due secoli, l'espansione delle attività industriali e agricole, divenute progressivamente sempre più meccanizzate, ha contribuito in modo significativo all'aumento delle emissioni climalteranti e al conseguente intensificarsi dell'effetto serra.

Con l'avvento dell'industrializzazione la popolazione ha cominciato a migrare verso le aree urbane abbandonando progressivamente la campagna, generando, così, una crescente richiesta di infrastrutture e abitazioni. Questa dinamica ha accelerato il fenomeno della deforestazione e ha provocato una profonda trasformazione dell'uso del suolo. Inoltre, per far fronte all'aumento del fabbisogno energetico, si è assistito a un crescente ricorso ai combustibili fossili, che ha aggravato ulteriormente l'impatto delle attività umane sul clima globale (Wadanambi et al., 2020).

L'evidenza di tale fenomeno ha portato negli anni alla definizione del concetto di cambiamento climatico.

La UNFCCC definisce il cambiamento climatico proprio sulla base della causa antropogenica che lo ha provocato, la definizione che viene data è: *“un cambiamento del clima che sia attribuibile direttamente o indirettamente ad attività umane, che alterino la composizione dell’atmosfera planetaria e che si sommino alla naturale variabilità climatica osservata su intervalli di tempo analoghi”*, (United Nations,1992, art.1).

La UNFCCC, ovvero la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, è una delle tre ‘Convenzioni di Rio’ adottate durante il primo vertice sulla terra di Rio de Janeiro nel 1992. Dall’entrata in vigore, avvenuta nel 1994, l’obiettivo della Convenzione è stato quello di prevenire interferenze umane pericolose sul sistema climatico, promuovendo la riduzione delle emissioni di gas serra nell’atmosfera.

L’organo di Governo che ha gestito la Convenzione di Rio è la COP, Conferenza delle Parti, in cui sono rappresentati tutti gli Stati firmatari.

La COP si riunisce ogni anno, salvo diversa decisione delle Parti, per valutare l’attuazione della Convenzione e adottare le decisioni necessarie ai fini della promozione dell’effettiva attuazione.

La prima riunione della COP si tenne a Berlino, in Germania, nel marzo del 1995; attualmente si riunisce a Bonn, sempre in Germania, sede del segretariato delle Nazioni Unite, salvo il caso in cui una Parte non si offra di ospitare la sessione.

La presidenza e la sede della COP tendono a ruotare tra cinque regioni riconosciute dalle Nazioni Unite: Africa, Asia, America Latina e Caraibi, Europa centrale e orientale ed Europa occidentale e altri.

La Convenzione ha portato, tra i risultati più significativi, all’adozione del protocollo di Kyoto nel 1997, esito della COP 3, e dell’accordo di Parigi nel 2015, esito della COP 21 (United Nations Climate Change).

Il protocollo di Kyoto è stato il primo accordo internazionale che ha stabilito obiettivi vincolanti sulla riduzione delle emissioni di gas serra (GHG, Greenhouse Gas) per i Paesi industrializzati; prevedeva una riduzione media

del 5% delle emissioni, nel periodo dal 2008 al 2012, rispetto ai livelli riscontrati nel 1990 (United Nations, 1997). L'accordo di Parigi è, invece, un trattato internazionale giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici, firmato da 196 Parti alla Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (COP21) nel 2015, entrato in vigore nel 2016. L'obiettivo era la limitazione dell'aumento della temperatura globale al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali, con l'obiettivo ambizioso di 1,5°C. Questo perché, il Gruppo Intergovernativo formato da esperti sui cambiamenti climatici delle Nazioni Unite, riteneva che il superamento della soglia di 1,5°C rischiava di scatenare impatti molto più gravi. È stato stimato che, per limitare il riscaldamento globale entro i limiti imposti da tale soglia, le emissioni di gas serra dovrebbero raggiungere il picco entro il 2025 e diminuire del 43% entro il 2030 (United Nations Climate Change).

L'accordo di Parigi rappresenta una pietra miliare nel processo multilaterale sui cambiamenti climatici perché, per la prima volta, un accordo vincolante è riuscito a riunire la totalità delle nazioni per combattere i cambiamenti climatici e per adattarsi ai loro effetti.

1.2 La risposta del sistema Terra

I cambiamenti climatici hanno sempre interessato la Terra ma, la loro origine, poteva essere considerata naturale in quanto le variazioni climatiche dipendevano esclusivamente da fattori come oscillazioni dell'asse terrestre o da attività solare ed eruzioni vulcaniche. Negli ultimi anni, però, le cause di tali cambiamenti sono riconducibili principalmente ad attività umane che hanno portato a variazioni per lo più connesse all'alterazione chimica dell'atmosfera e a mutamenti nell'uso del suolo.

Questo fenomeno sta provocando un incremento delle temperature non indifferente e, la tendenza che si osserva valutando i dati negli anni, porta a prevedere che, in assenza di interventi, la situazione potrebbe solo peggiorare.

Il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), forum scientifico nato nel 1988 dalla volontà di due organismi delle Nazioni Unite, l'Organizzazione meteorologica mondiale (OMM) e il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP), con lo scopo di studiare e monitorare il riscaldamento globale, redige periodicamente dei report di valutazione che pongono la base per accordi mondiali quali la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, il Protocollo di Kyoto e l'accordo di Parigi.

I Rapporti di Sintesi riassumono lo stato delle conoscenze sui cambiamenti climatici, i loro impatti e rischi diffusi e, danno informazioni sulle misure di adattamento e mitigazione.

Il Rapporto di Sintesi del 2023, (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023) afferma che le attività umane, principalmente attraverso le emissioni di gas serra, hanno causato il riscaldamento globale, con una temperatura superficiale che ha raggiunto 1,1°C in più nel periodo temporale che va dal 2011 al 2020, rispetto a quello che va dal 1850 al 1900.

Le emissioni di gas serra continuano ad aumentare a causa di contributi derivanti da uso non sostenibile dell'energia, dai cambiamenti nell'uso del suolo, dagli stili di vita e dai modelli di consumo e produzione dei Paesi e degli individui.

Nel periodo temporale 2011-2020 è stato anche rilevato che gli aumenti di temperatura maggiori si sono avuti lungo la terraferma rispetto all'oceano, nel primo caso, infatti, si è registrato un aumento di 1,59°C, rispetto all'oceano che ha registrato un incremento di 0,88°C.

Il cambiamento climatico di origine antropica sta influenzando negativamente numerosi eventi meteorologici e climatici, generando in alcuni casi conseguenze estreme in diverse parti del mondo. Questa tendenza sta progressivamente conducendo a situazioni critiche che, nei casi più gravi, possono provocare danni ingenti e perdite sia ambientali sia umane. A subire

maggiormente tali effetti sono le comunità più vulnerabili, che, pur avendo storicamente contribuito in misura minore al cambiamento climatico, ne subiscono le conseguenze in modo sproporzionato.

L'evidenza di tali affermazioni è riscontrabile in eventi estremi sempre più frequenti come ondate di calore, forti precipitazioni, siccità, cicloni tropicali e l'innalzamento del livello del mare. Questi fenomeni mettono a rischio miliardi di persone (3,3 – 3,6 miliardi) che vivono in contesti altamente vulnerabili ai cambiamenti climatici (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

La vulnerabilità umana e quella degli ecosistemi sono strettamente interconnesse, persone e regioni che presentano evidenti vincoli di sviluppo risultano infatti più esposte ai rischi climatici rispetto a quelle in cui tali vincoli non sono presenti.

Gli eventi estremi che hanno colpito il pianeta sino ad ora hanno esposto milioni di persone a fenomeni con impatti negativi riscontrabili in diversi ambiti. I maggiori effetti si osservano in località e/o comunità di Paesi meno sviluppati dell'Africa, Asia, America centrale e meridionale, così come, a livello globale, tra le popolazioni indigene. Tali regioni, nel decennio compreso tra il 2010 e il 2020, hanno registrato un tasso di mortalità dovuta a inondazioni, siccità e tempeste 15 volte superiore rispetto alle regioni con una vulnerabilità più bassa (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Anche gli eventi di caldo estremo stanno contribuendo, anno dopo anno, ad aumentare la mortalità e la morbidità umana. È difatti aumentata l'incidenza di malattie trasmesse da alimenti e acqua e, oltre agli effetti fisici più evidenti, si osservano sempre più frequentemente anche conseguenze sulla salute mentale. L'instabilità ambientale, le catastrofi naturali e l'incertezza per il futuro possono generare un forte impatto psicologico sulle persone. In particolare, si è registrato un aumento di disturbi come ansia, depressione e stress post-traumatico. Tra questi, sempre più diffuso, è il fenomeno dell'eco-

ansia, una forma di ansia legata alla preoccupazione per il degrado dell'ambiente e il destino del pianeta.

Attualmente non esiste una definizione univoca di eco-ansia e, nella letteratura scientifica vengono utilizzati in modo intercambiabile diversi termini, come ansia da cambiamento climatico (CCA), preoccupazione per il cambiamento climatico, disagio ambientale, dolore ecologico o stress ecologico. (Boluda-Verdú et al., 2022).

Le definizioni di eco-ansia, inoltre, variano a seconda che si intenda concettualizzare il fenomeno come patologico o clinicamente non rilevante. In molte persone, l'eco-ansia rappresenta una reazione emotiva naturale e può persino favorire comportamenti ambientalmente sostenibili, senza configurarsi come un disturbo psicologico (Pihkala, 2020). Tuttavia, in altri casi, può raggiungere livelli tali da provocare un disagio marcato, interferendo con il comportamento quotidiano degli individui (Clayton, 2020).

Tuttavia, al momento, non esistono conoscenze consolidate sui meccanismi attraverso cui l'ecoansia possa influenzare la salute umana. Rimangono poco chiari sia gli effetti specifici a cui può essere associata, sia le modalità attraverso cui interagisce con il benessere psicofisico (Boluda-Verdú et al., 2022).

A questa dimensione psicologica si affianca un fenomeno sempre più diffuso e rilevante: quello dei rifugiati climatici, ovvero persone o intere cittadine costrette ad abbandonare le proprie case e i propri territori di origine a causa di eventi ambientali estremi. Questi spostamenti, di natura forzata e non volontaria, comportano non solo la perdita fisica di beni materiali e territoriali, ma anche ulteriori gravi conseguenze psicologiche sulle persone che spesso si trovano ad affrontare difficoltà economiche, culturali e di integrazione nei nuovi contesti e, nei casi peggiori, si ritrovano ad elaborare lutti di persone care che non sono riuscite a sopravvivere ai disastri che hanno interessato la loro terra natia. (Junkes e Nardi, 2024).

Oltre agli impatti sulla popolazione, i cambiamenti climatici stanno causando danni significativi e perdite potenzialmente irreversibili negli ecosistemi terrestri, costieri e oceanici. In molte aree si osservano estinzioni locali di specie e alterazioni ecologiche che si avvicinano sempre più a soglie critiche di irreversibilità (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Parallelamente si registra una progressiva riduzione della sicurezza alimentare e idrica che sta portando ad un rallentamento della crescita della produttività agricola principalmente nelle regioni a media e bassa latitudine. Inoltre, il riscaldamento e l'acidificazione degli oceani stanno compromettendo la produzione alimentare derivante dalla pesca e dall'acquacoltura, in particolare per i molluschi, in diverse regioni oceaniche (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

1.3 Strategie di Adattamento e Mitigazione climatica

Per combattere il cambiamento climatico e affrontare le sfide ambientali sempre più evidenti, possono essere messe in atto strategie di Adattamento o Mitigazione che, a seconda dell'ambito disciplinare, possono assumere valenze diverse.

Con il termine Adattamento si intendono le misure finalizzate all'adeguamento dei sistemi naturali o umani in risposta a stimoli climatici, siano essi reali o previsti, o ai loro effetti. Tali misure mirano ad attenuare i danni oppure a sfruttare eventuali opportunità benefiche derivanti dai cambiamenti climatici (Klein et al., 2007).

Con il termine Mitigazione, invece, si indicano gli interventi antropici volti alla riduzione delle emissioni di gas serra o all'aumento degli assorbimenti di essi, con l'obiettivo di contenere le cause del cambiamento climatico. (Klein et al., 2007).

La sempre più crescente consapevolezza pubblica e politica degli impatti e dei rischi derivanti dai cambiamenti climatici ha portato negli anni 170 Paesi e numerose città all'inclusione del tema dell'adattamento nelle politiche e nei processi di pianificazione climatica.

L'efficacia dell'adattamento viene documentata per contesti, settori e regioni specifiche.

Strategie di adattamento efficaci includono: miglioramenti delle culture, gestione e stoccaggio delle risorse idriche, conservazione dell'umidità del suolo, irrigazione, agroforestazione, adattamento basato sulla comunità, approcci di gestione sostenibile del territorio e altri approcci che interagiscono con i processi naturali.

Esempi di approcci di adattamento basati sugli ecosistemi, come l'inverdimento urbano, il ripristino delle zone umide e degli ecosistemi forestali a monte, si sono dimostrati efficaci nella riduzione del rischio di alluvione e del calore urbano (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Nonostante l'efficacia riscontrata le risposte di adattamento risultano essere frammentate, settoriali, distribuite in modo diseguale tra le diverse regioni e, il divario più evidente, lo si riscontra nei Paesi a basso reddito. Il disadattamento di tali regioni colpisce in particolar modo i gruppi più emarginati e vulnerabili. Piccoli agricoltori e famiglie residenti lungo le aree costiere stanno attualmente sperimentando limiti flessibili all'adattamento dovuti a diversi vincoli di natura politica, istituzionale e di governance, ma primi su tutto, vincoli di natura finanziaria. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Attualmente i finanziamenti per l'adattamento sono principalmente derivanti da fonti pubbliche e, fattori come la scarsa partecipazione del settore privato e della cittadinanza, l'insufficiente mobilitazione di risorse economiche, la bassa alfabetizzazione climatica, la mancanza di senso d'urgenza e la lenta

diffusione della scienza dell'adattamento rappresentano i principali ostacoli all'efficace implementazione di strategie di adattamento.

I principali finanziamenti disponibili provengono dai fonti finanziarie pubbliche per il clima ma, attualmente, solo una piccola parte di questi viene destinata all'adattamento, la restante viene diretta verso opere di mitigazione. Gli attuali fondi risultano, pertanto, insufficienti e rappresentano un serio limite all'attuazione delle strategie di adattamento, specialmente nei Paesi in via di sviluppo. Proprio in queste aree, dove gli effetti dei cambiamenti climatici si manifestano con maggiore intensità, i danni e le perdite tendono ad ampliare ulteriormente la necessità di fondi per l'adattamento, ostacolando la crescita economica nazionale (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

L'Accordo di Parigi ha promosso lo sviluppo di politiche e obiettivi a livello nazionale e subnazionale, in particolare nei confronti della mitigazione, molti strumenti normativi ed economici sono stati implementati con successo e, in molti Paesi le politiche hanno migliorato aspetti come l'efficienza energetica, l'implementazione di tecnologie e la conseguente riduzione delle emissioni. Diverse opzioni di strategie di mitigazione come l'energia solare, l'energia eolica, l'elettrificazione dei sistemi urbani, le infrastrutture verdi urbane, la riduzione degli sprechi e delle perdite alimentare e simili, stanno diventando sempre più convenienti e tecnicamente praticabili e vengono generalmente supportate dal pubblico.

Nel periodo temporale che intercorre tra il 2010 e il 2019 sono state registrate riduzioni sostenute nei costi unitari di energia solare, eolica e delle batterie agli ioni di litio e la loro diffusione ha registrato incrementi notevoli ma diffuse in maniera eterogenea tra le diverse regioni.

Tuttavia, tali progressi, hanno finora compensato solo parzialmente la crescita complessiva delle emissioni globali e, nonostante gli sforzi, le emissioni globali annunciate fino a ottobre 2021 rendono improbabile il raggiungimento

dell'obiettivo di limitare il riscaldamento globale a 1,5°C entro il 2030. Anzi, le proiezioni attuali indicano un superamento di questo limite nel corso del XXI secolo, con difficoltà a contenere l'aumento della temperatura anche al di sotto dei 2°C. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Questa situazione evidenzia l'urgenza non solo di rafforzare le azioni di mitigazione, ma anche di implementare strategie efficaci di adattamento, soprattutto nei Paesi più vulnerabili. Tuttavia, l'adozione di tecnologie a basse emissioni è ancora in ritardo nella maggior parte dei Paesi in via di sviluppo, a causa di finanziamenti limitati e di un ritardo nello sviluppo tecnologico.

L'entità dei flussi di finanziamento per il clima, in particolar modo finanziamenti destinati alla mitigazione, è aumentata nell'ultimo decennio ma la crescita ha subito un rallentamento dal 2018 e, attualmente, non si riescono a raggiungere i livelli necessari a limitare il riscaldamento al di sotto di 2°C o, ancor meno, 1,5°C, in tutti i settori o regioni. I flussi finanziari, difatti, si sono sviluppati in modo eterogeneo tra regioni e settori, e, purtroppo, gli investimenti finanziari, pubblici e privati, destinati ai combustibili fossili superano ancora quelli rivolti all'adattamento e alla mitigazione, rallentando così la transizione verso un futuro più sostenibile (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

1.4 Il quadro climatico attuale

Nonostante le misure di Adattamento e Mitigazione che gli Stati si apprestano a mettere in atto, la situazione attuale resta tutt'altro che ottimale.

Il Rapporto sullo stato europeo del clima 2024 (Copernicus Climate Change Service e World Meteorological Organization, 2024) presenta una panoramica sulle condizioni climatiche in Europa e nell'Artico nel 2024.

Il rapporto, esaminando variabili come temperatura, precipitazioni, incendi boschivi, ghiaccio marino e stress termico, mostra che, a livello globale, il 2024 è stato l'anno più caldo mai registrato.

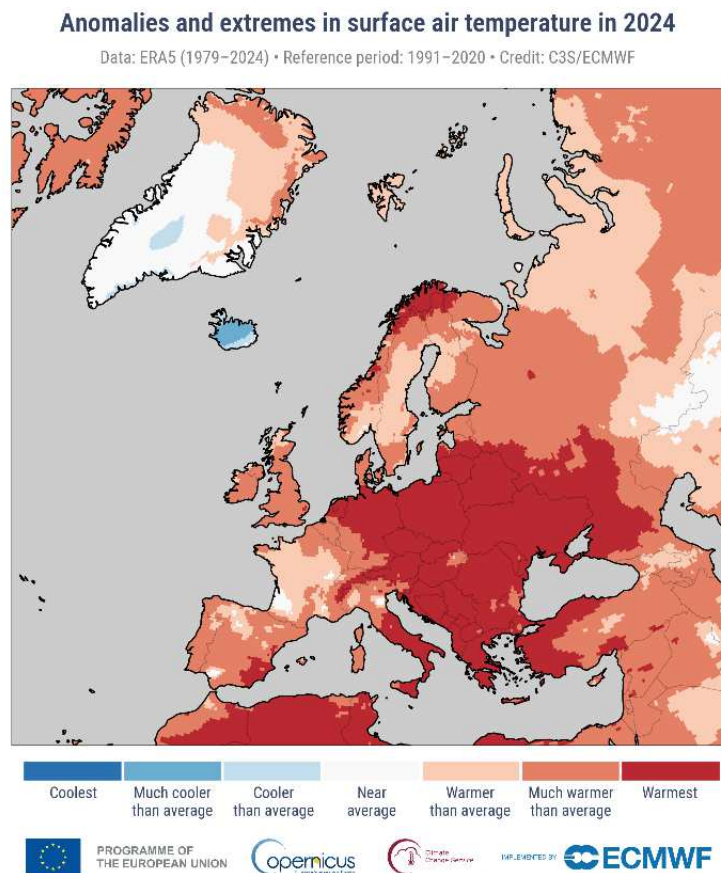


Figura 1_Anomalie ed estremi della temperatura dell'aria superficiale nel 2024
 Fonte: Copernicus Climate Change Service (C3S) and the World Meteorological Organization (WMO). *ESOTC 2024: Your guide to Europe's changing climate.*

Il 2024 è stato il primo anno in cui la media globale ha superato di 1,5°C il livello preindustriale.

Il 48% del continente ha registrato temperature annuali record con il 45% dei giorni che hanno registrato temperature ben al di sopra della media.

L'Europa, nel suo complesso, ha registrato condizioni di umidità superficiale del suolo più secche della media, con un marcato contrasto tra le regioni orientali e occidentali.

Anomalies in soil moisture in 2024

Data: ERA5-Land • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF

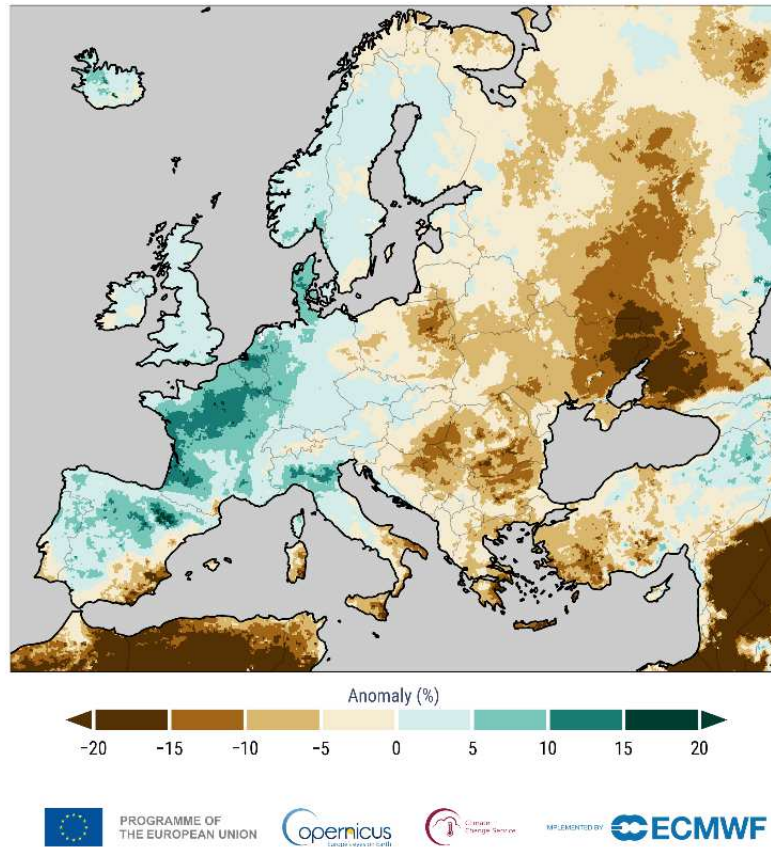


Figura 2_Anomalie annuali dell'umidità superficiale del suolo (%) nel 2024

Fonte: Copernicus Climate Change Service (C3S) and the World Meteorological Organization (WMO). *ESOTC 2024: Your guide to Europe's changing climate*.

In particolare, l'Europa sud-orientale ha affrontato una situazione critica caratterizzata da suoli aridi e temperature elevate, che alimentano un circolo vizioso: la scarsità di umidità riduce l'evaporazione e, di conseguenza, il raffrescamento evaporativo, amplificando ulteriormente gli estremi di calore. L'Europa occidentale ha invece vissuto una situazione opposta, con alcuni Stati che hanno sperimentato un'estate eccezionalmente umida. In queste aree, l'umidità del suolo ha superato la media stagionale del 30-40%, raggiungendo i livelli più elevati mai registrati dal 1950. Tali condizioni, associate a precipitazioni abbondanti, superiori alla media estiva, hanno contribuito al verificarsi di inondazioni localizzate.

Analizzando i livelli di rischio incendi, il rapporto del 2024 evidenzia che, durante l'estate, essi sono risultati generalmente nella media o leggermente superiori in gran parte del territorio europeo.

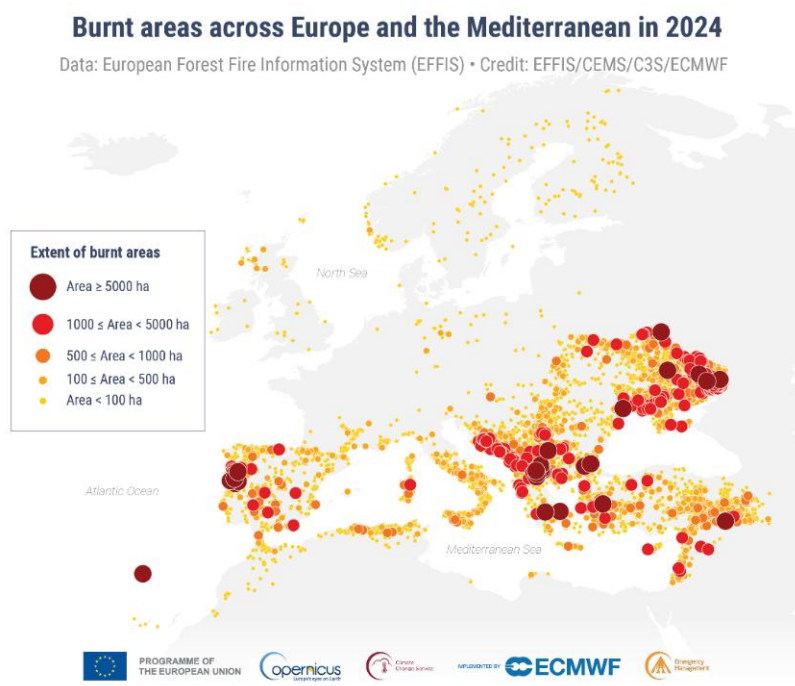


Figura 3 Distribuzione ed estensione delle aree bruciate in Europa e nel Mediterraneo nel 2024
Fonte: Copernicus Climate Change Service (C3S) and the World Meteorological Organization (WMO). *ESOTC 2024: Your guide to Europe's changing climate*.

I valori più elevati sono stati registrati nel mese di settembre, a causa della combinazione tra siccità prolungata e forti venti. Tuttavia, la situazione si presenta eterogenea: l'Italia, in particolare, ha mostrato livelli di rischio intermedi rispetto al resto del continente.

1.5 Proiezioni e scenari climatici futuri

Le continue emissioni di gas serra lasciano presagire che il riscaldamento globale continuerà ad aumentare nel breve termine principalmente a causa delle emissioni cumulative di CO₂.

All'interno del sesto Report redatto dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023), vengono analizzati diversi scenari che prevedono diversi livelli di emissioni di gas serra.

Gli scenari climatici futuri delineano prospettive differenti per l'evoluzione del riscaldamento globale. In particolare, si stima che il limite di 1,5°C di aumento della temperatura media globale sarà raggiunto nel breve termine in tutti gli scenari, ma potrà successivamente diminuire entro la fine del XXI secolo solo nei casi in cui le emissioni vengano drasticamente ridotte.

Per il periodo compreso tra il 2081 e il 2100, rispetto ai livelli preindustriali 1850–1900, le stime indicano che il riscaldamento globale potrebbe attestarsi intorno a 1,4°C in uno scenario di emissioni molto basse, salire a 2,7°C con emissioni intermedie, e raggiungere i 4,4°C in caso di emissioni molto elevate.

Se dovesse concretizzarsi lo scenario peggiore, con emissioni incontrollate, ogni regione del pianeta subirebbe impatti climatici multipli e di forte intensità: ondate di calore estreme, incendi boschivi e siccità sempre più frequenti, innalzamento dei livelli del mare, eventi meteo estremi come cicloni tropicali e tempeste più intense diventerebbero inevitabili e diffusi.

Per evitare che si concretizzi lo scenario peggiore, è fondamentale adottare strategie integrate di adattamento e mitigazione. Tuttavia, è essenziale considerare che soluzioni oggi ritenute efficaci e praticabili potrebbero rivelarsi inadeguate in futuro, poiché la loro efficacia tende a ridursi con l'aumento delle temperature globali.

Con il progressivo riscaldamento, le perdite e i danni diventeranno sempre più gravi e diffusi, fino al raggiungimento di limiti critici all'adattamento da parte dei sistemi umani e naturali. Tali limiti potranno essere evitati solo attraverso una pianificazione lungimirante, inclusiva e multisettoriale, in grado di generare benefici collaterali per la salute, l'economia, l'ambiente e la società nel suo complesso.

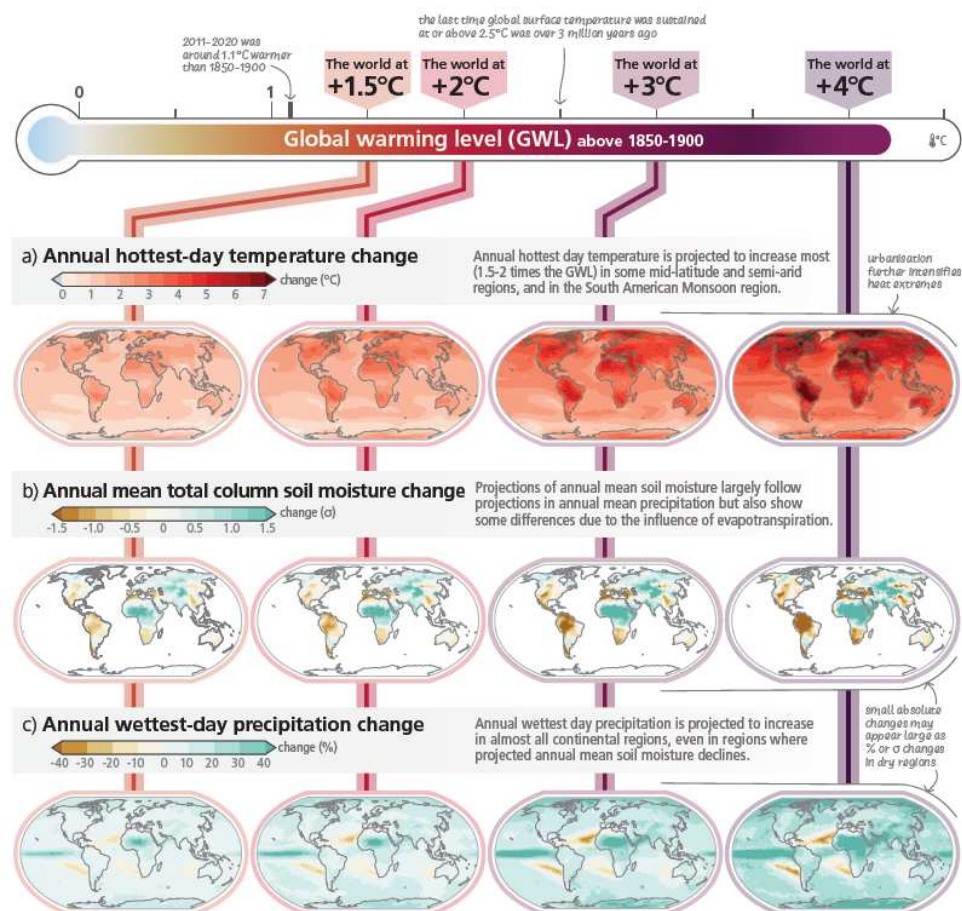


Figura 4_Possibili scenari in funzione dell'incremento di temperatura
 Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023, Synthesis Report*

Per pianificare in modo efficace le azioni contro il cambiamento climatico è indispensabile dare priorità all'equità, alla giustizia climatica e sociale, all'inclusione e ai principi di una transizione giusta. Il successo delle strategie di adattamento può essere notevolmente rafforzato da un maggiore sostegno alle regioni e alle popolazioni più vulnerabili, nonché dall'integrazione delle misure di adattamento nei programmi di protezione sociale, come i trasferimenti monetari e i programmi di lavori pubblici. Tali interventi non solo migliorano la resilienza delle comunità, ma contribuiscono anche a ridurre le emissioni attraverso cambiamenti nei comportamenti e negli stili di

vita, generando benefici collaterali per il benessere sociale (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Il raggiungimento di questi obiettivi richiede un impegno politico concreto e una governance solida, fondata su leggi, politiche e strategie coerenti e coordinate. Una governance climatica efficace favorisce l'azione sia in termini di adattamento sia di mitigazione, ma presuppone un'adeguata capacità istituzionale e processi decisionali inclusivi. Questi devono dare priorità all'equità nella pianificazione e nell'attuazione, affrontando le disuguaglianze specifiche di ciascun contesto, legate, ad esempio, a etnia, genere, età, posizione geografica, disabilità o reddito, ed evitando l'adozione di misure standardizzate e generalizzate che rischiano di risultare inefficaci o socialmente inaccettabili.

2. IL FENOMENO DELL'ISOLA DI CALORE URBANA

2.1 Le isole di calore urbane: cause e impatti

Il cambiamento climatico, oltre a produrre effetti su scala globale, può generare impatti significativi anche a livello locale.

Tra le conseguenze legate all'aumento delle temperature, uno dei fenomeni che amplifica maggiormente gli effetti nocivi nelle aree urbane è quello delle isole di calore urbane, manifestazioni particolarmente evidenti del cambiamento climatico in ambito cittadino.

L'effetto isola di calore urbana (UHI, Urban Heat Island) è un problema ambientale, rappresentato da una tendenza crescente negli anni, che colpisce le aree urbane di tutto il mondo; questo fenomeno si verifica in quanto le città, specialmente le aree densamente edificate, registrano temperature più elevate rispetto alle aree rurali circostanti.

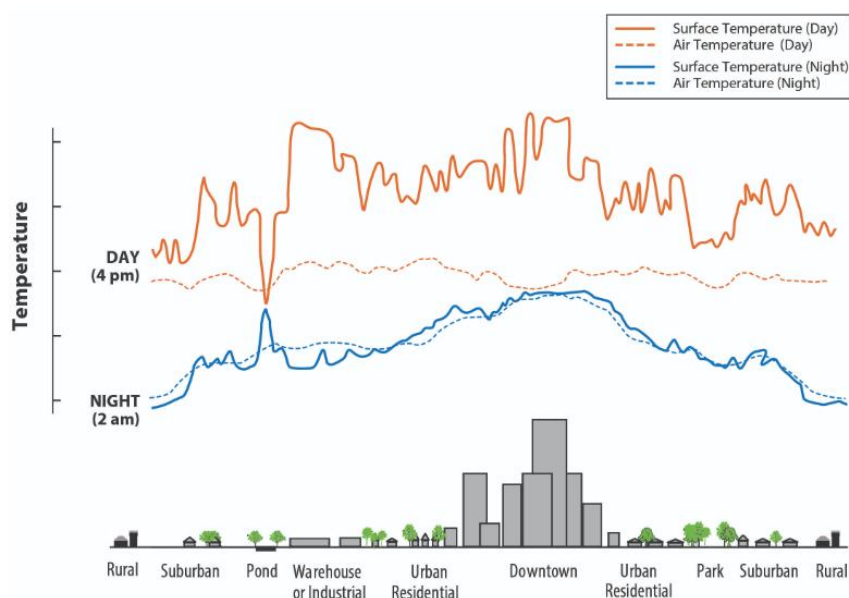


Figura 5 Effetto isola di calore urbana

Fonte: U.S. Environmental Protection Agency. *What are Heat Islands?*

Il fenomeno può anche verificarsi tra zone interne della città, alcune aree potrebbero risultare più fresche di altre a causa di una diversa distribuzione degli edifici e delle infrastrutture che, tendenzialmente, assorbono calore rispetto alle aree verdi che rimangono più fresche.

Le temperature superficiali tendono a mostrare una maggiore variabilità rispetto a quelle atmosferiche durante le ore diurne, mentre durante la notte entrambe seguono un andamento più uniforme. Dalla rappresentazione grafica si osserva che le aree contenenti acqua mantengono temperature relativamente stabili sia di giorno che di notte; ciò è dovuto alla bassa capacità dell'acqua di assorbire e trattenere l'energia solare rispetto a materiali come l'asfalto, il cemento e le superfici edificate, che si riscaldano più rapidamente e rilasciano calore più lentamente.

L'entità del fenomeno varia con le stagioni normalmente è maggiore in estate. Essa subisce variazioni anche nell'ambito della giornata, spesso è più debole nella tarda mattinata e per tutto il giorno e diventa più pronunciata post tramonto e durante la notte; questo accade a causa del lento rilascio di calore dalla superficie urbana. (Leone e Balena, 2019).

I fattori che influenzano la formazione dell'isola di calore urbana sono principalmente tre: il verde, la geometria urbana ed i materiali utilizzati (Leone e Balena, 2019).

Nel corso degli anni, l'espansione delle aree urbanizzate ha comportato una significativa riduzione di alberi, vegetazione e specchi d'acqua, elementi naturali fondamentali per il raffrescamento dell'aria; questi, infatti, contribuiscono a mitigare le temperature attraverso l'ombreggiamento e i processi di evapotraspirazione della vegetazione che permettono la dispersione del calore accumulato nell'ambiente. Al contrario, le infrastrutture urbane contribuiscono in modo significativo all'effetto isola di calore in quanto, l'ambiente costruito, è caratterizzato dalla presenza di superfici impermeabili diffuse come marciapiedi, strade, parcheggi, oltre agli

edifici che, per loro natura, assorbono e trattengono calore, provocando un incremento delle temperature sempre più marcato.

L'urbanizzazione, inoltre, porta di norma con sé attività umane che generano calore in modalità differenti. Esso può difatti provenire dai veicoli o da altri mezzi di trasporto utilizzati quotidianamente dagli utenti, dai processi industriali, da attività di costruzione o direttamente dagli edifici e dal loro consumo energetico necessario per attività quali: riscaldamento, raffrescamento e consumo di elettricità per operazioni quotidiane.

La geometria urbana gioca un ruolo importante nel rafforzare il fenomeno dell'isola di calore. Le dimensioni, l'altezza e la spaziatura degli edifici influenzano significativamente il flusso dell'aria e la capacità dei materiali urbani di assorbire e rilasciare l'energia solare.

In particolare, le aree densamente edificate, caratterizzate da strade strette e edifici elevati, tendono a generare i cosiddetti canyon urbani, strutture che ostacolano la circolazione naturale del vento, limitando l'effetto di raffrescamento che quest'ultimo potrebbe altrimenti esercitare sull'ambiente urbano.

I materiali utilizzati nell'ambiente urbano quali pavimentazioni e coperture, contribuiscono al fenomeno tramite l'effetto albedo, termine climatologico che descrive la riflettività delle superfici. L'effetto albedo è espresso come valore compreso tra zero e uno; un'albedo zero indica che tutta la radiazione solare viene assorbita e non si ha riflessione, un'albedo pari a uno indica che la totalità della radiazione viene riflessa.

Le superfici scure presentano un'albedo inferiore e assorbono una maggiore quantità di radiazione solare; al contrario, le superfici chiare, riflettono più luce solare e garantiscono un maggior raffrescamento.

Temperature maggiori e fenomeni di isole di calore più evidenti possono inoltre dipendere da condizioni meteorologiche calme e statiche che tendono a massimizzare la quantità di energia solare che raggiunge le superfici urbane,

riducendo al minimo la quantità di calore dispersa; al contrario venti forti e coperture nuvolose inibiscono la formazione del fenomeno riducendo la quantità di energia solare sull'urbanizzazione.

All'aumento delle temperature, effetto principale del fenomeno descritto, si associano ulteriori impatti negativi. Tra questi, l'inquinamento atmosferico risulta particolarmente rilevante. Le temperature elevate contribuiscono infatti al peggioramento della qualità dell'aria, favorendo la formazione di inquinanti come l'ozono troposferico, il particolato fine e le piogge acide. (U.S. Environmental Protection Agency, 2025).

Tali condizioni ambientali aggravano la diffusione di patologie correlate al calore, tra cui malattie cardiovascolari e respiratorie. Le fasce di popolazione più vulnerabili come anziani, bambini e persone con patologie pregresse, risultano maggiormente esposte a rischi di colpi di calore, disidratazione, affaticamento e altre complicanze sanitarie.

Un'ulteriore sfida connessa all'aumento delle temperature riguarda la gestione sostenibile delle risorse idriche. Il caldo intenso incide negativamente sia sulla qualità che sulla disponibilità dell'acqua nelle aree urbane: da un lato, l'incremento dei tassi di evaporazione dai corpi idrici riduce la quantità d'acqua disponibile; dall'altro, le alte temperature delle superfici di pavimentazioni e tetti possono riscaldare il deflusso delle acque piovane che confluiscono nelle fognature e, di conseguenza, aumentare la temperatura dell'acqua che viene rilasciata nei corsi d'acqua, fiumi, stagni e laghi. Questo influisce negativamente sul metabolismo e sulla riproduzione di molte specie acquatiche.

La scarsità idrica influisce, inoltre, sulla distribuzione e sull'abbondanza delle specie vegetali e animali, mettendo a rischio gli equilibri ecologici. In combinazione con l'aumento delle temperature, tali condizioni

compromettono gli ecosistemi locali e contribuiscono alla perdita e alla frammentazione degli habitat, con gravi conseguenze sulla biodiversità.

2.2 Il circolo vizioso del raffrescamento artificiale

L'aumento delle temperature globali e locali e l'intensificazione delle ondate di calore, in particolar modo nelle aree urbane soggette all'effetto isola di calore, incentiva sempre più la popolazione ad affidarsi a sistemi di climatizzazione per garantire benessere e comfort climatico, in particolar modo in ambiente domestico, scolastico e sanitario.

L'utilizzo di sistemi di condizionamento, però, richiede una quantità di energia elettrica non indifferente. In molti Paesi l'elettricità è ancora, almeno in parte, prodotta da fonti fossili, il che contribuisce in modo significativo all'aumento delle emissioni di gas serra; inoltre, per soddisfare il fabbisogno di elettricità, le aziende di servizi pubblici si affidano in genere a centrali elettriche che, a loro volta, utilizzano combustibili fossili come fonti di energia aggravando ulteriormente le emissioni di anidride carbonica e altri inquinanti, responsabili del cambiamento climatico.

Attualmente, l'uso di condizionatori o altri sistemi di raffrescamento come i ventilatori elettrici, rappresenta il 20% dell'elettricità totale utilizzata negli edifici di tutto il mondo (International Energy Agency, 2018). Con l'aumento dei redditi e della popolazione, soprattutto nelle regioni più calde del mondo, l'uso dei condizionatori sta però diventando sempre più comune e, scenari futuri, prevedono che nei prossimi trent'anni il loro utilizzo sia destinato a crescere vertiginosamente. Sebbene oggi l'impiego dell'aria condizionata sia concentrato in un numero limitato di Paesi, le vendite stanno aumentando rapidamente nelle economie emergenti. Secondo le stime (International Energy Agency 2018), si prevede che, entro il 2050, circa due terzi delle famiglie nel mondo potrebbero disporre di almeno un condizionatore e, senza interventi volti ad aumentare l'efficienza energetica degli stessi, la domanda

globale di energia per il raffreddamento è destinata a più che triplicare entro quella data, aggravando ulteriormente le pressioni sul sistema energetico e le emissioni di gas serra.

L'uso sempre più diffuso di sistemi di raffrescamento comporterà dunque un aumento rilevante del consumo elettrico, generando ulteriori emissioni climalteranti. Queste, a loro volta, contribuiranno all'innalzamento delle temperature globali, accrescendo ulteriormente la necessità di raffrescamento e innescando un pericoloso circolo vizioso destinato a peggiorare nel tempo. Va inoltre sottolineato che i condizionatori non eliminano il calore, ma lo trasferiscono all'esterno: il calore residuo, espulso sotto forma di aria calda, determina un riscaldamento localizzato, aggravando l'effetto isola di calore urbana e aumentando ulteriormente la domanda di raffreddamento.

L'utilizzo di condizionatori più efficienti può ridurre i costi d'investimento, di carburante e di esercizio, vantaggi non indifferenti per gli utenti ma, i dispositivi più efficienti, possono soprattutto dimezzare le emissioni di CO₂ legate al raffrescamento degli ambienti e, in combinazione con fonti di energia più pulite, possono ridurre radicalmente le emissioni complessive e, di conseguenza, anche l'inquinamento atmosferico locale verrebbe drasticamente ridotto.

Tuttavia, questa soluzione richiede comunque l'impiego di tecnologie energivore e mantiene l'uso dei condizionatori come elemento centrale negli attuali scenari di adattamento climatico. Per questo motivo, sarebbe auspicabile orientarsi verso strategie alternative in grado di abbassare le temperature ambientali e mitigare l'effetto isola di calore urbana.

Tali strategie dovrebbero privilegiare soluzioni passive o naturali, che favoriscano la ventilazione naturale e la diffusione di comportamenti sostenibili nelle città, minimizzando o eliminando la necessità di ricorrere all'energia elettrica.

2.3 Soluzioni climatiche per le aree urbane

La riduzione delle isole di calore e, di conseguenza del calore in determinate aree del territorio, offre molteplici benefici che possono anche aiutare le città a diventare più resilienti agli impatti dei cambiamenti climatici.

Per contrastare tale fenomeno sarebbe auspicabile l'adozione di una pluralità di strategie mirate alla modifica delle caratteristiche fisiche e funzionali degli spazi urbani, ispirate ai principi di crescita intelligente, modello di sviluppo urbano ed economico che mira a conciliare crescita economica, sostenibilità ambientale e inclusione sociale, riducendo gli impatti negativi dell'espansione incontrollata delle città.

La progettazione urbana riveste un ruolo fondamentale nella mitigazione dell'effetto canyon urbano. Una pianificazione morfologica attenta, che prevede adeguate distanze tra gli edifici, ampie sezioni stradali, preferibilmente alberate per garantire ombreggiamento, un corretto orientamento rispetto ai venti prevalenti e una densità urbana equilibrata, può favorire la ventilazione naturale, migliorare il comfort microclimatico e contribuire alla riduzione del surriscaldamento urbano e dell'effetto canyon urbano (Alharthi et al., 2025).

Possibili interventi, ispirati al principio di crescita intelligente, riguardano la modifica dei materiali e delle superfici urbane; si registra, in particolare, un sempre più diffuso utilizzo di tetti freddi e pavimentazioni chiare e permeabili.

I tetti freddi vengono realizzati attraverso l'utilizzo di materiali ad alta riflettanza solare, in grado di riflettere una parte significativa della radiazione solare lontano dall'edificio. Oltre all'albedo, è fondamentale anche l'emissività termica, ovvero la capacità del materiale di emettere il calore assorbito. L'elevata riflettanza e l'alta emissività contribuiscono insieme a ridurre le temperature superficiali, mantenendo le coperture più fresche

rispetto ai materiali convenzionali, in particolare durante i picchi termici estivi. Questo si traduce in un minore utilizzo dei sistemi di condizionamento, con conseguenti risparmi energetici e un miglior comfort termico interno.

Tra i benefici aggiuntivi vi è anche la riduzione dell'inquinamento atmosferico e delle emissioni di gas serra: abbassando il consumo di energia per il raffrescamento, i tetti freddi riducono le emissioni associate alla produzione di elettricità. Se adottati su larga scala, possono contribuire a diminuire le temperature ambientali urbane, limitare la formazione di ozono troposferico e generare un risparmio energetico esteso a livello cittadino.

Nei climi freddi, i tetti freddi possono aumentare leggermente il fabbisogno di riscaldamento invernale a causa della minore capacità di assorbire calore solare. Questo effetto, noto come "penalizzazione del riscaldamento", è solitamente compensato dai benefici in termini di risparmio energetico estivo. Inoltre, fattori come la minore radiazione invernale, un buon isolamento termico e una progettazione efficiente dal punto di vista termico riducono ulteriormente l'impatto termico negativo che potrebbe presentarsi durante i mesi freddi.

Analogamente ai tetti freddi, le pavimentazioni fredde prevedono, tramite l'utilizzo di materiali in grado di riflettere una quota maggiore di energia solare, il mantenimento di temperature inferiori rispetto a quelle costruite con materiali convenzionali.

Tali superfici possono essere ottenute sia attraverso l'ottimizzazione di materiali tradizionali, quali asfalto e calcestruzzo che possono essere trattati a mezzo di additivi riflettenti, sia mediante l'adozione di soluzioni più innovative, quali rivestimenti specifici o superfici inerbite che funzionano anche come pavimentazioni permeabili.

Oltre alla mitigazione dell'effetto isola di calore, le superfici permeabili, offrono benefici collaterali rilevanti; esse contribuiscono alla riduzione del deflusso superficiale delle acque meteoriche, migliorano la qualità dell'acqua

grazie all'infiltrazione e alla filtrazione naturale e, accrescono la sicurezza stradale riducendo il fenomeno di run-off e migliorando l'aderenza dei veicoli in movimento.

Le pavimentazioni riflettenti, invece, oltre a ridurre l'assorbimento di calore, possono migliorare la visibilità notturna, diminuendo il fabbisogno di illuminazione artificiale e contribuendo così al risparmio energetico.

Oltre a queste strategie, tra gli interventi più efficaci per la rigenerazione urbana, finalizzati ad affrontare le sfide ambientali, sociali ed economiche, inclusi i cambiamenti climatici, rientrano le soluzioni basate sulla natura (NBS, Nature Based Solutions). Queste soluzioni si avvalgono di processi ecologici naturali per migliorare il microclima urbano, aumentando la resilienza delle città e promuovendo un ambiente più sano e sostenibile.

Note anche come infrastrutture “verdi” includono tutte quelle strategie che impiegano la vegetazione per fornire servizi ecosistemici nelle aree urbane e periurbane.

Queste soluzioni non mirano a sostituire le infrastrutture “grigie”, ovvero le opere ingegneristiche tradizionali come strade, ponti, edifici e impianti, ma si integrano con esse in modo sinergico, per promuovere la resilienza climatica, l'efficienza nell'uso delle risorse e migliorare la qualità della vita urbana.

Anche le infrastrutture “blu”, come laghetti, fontane e canali urbani, contribuiscono in modo significativo al comfort termico e alla gestione sostenibile delle acque, apportando ulteriori benefici ambientali e sociali in quanto, come affermato in precedenza, le aree contenenti acqua mantengono temperature relativamente stabili sia di giorno che di notte non contribuendo al fenomeno dell'isola di calore.

L'incremento della vegetazione urbana, mediante la realizzazione di parchi, alberature stradali, giardini e altre infrastrutture verdi, favorisce

l'ombreggiamento e i processi di evapotraspirazione, contribuendo in modo significativo alla riduzione delle temperature superficiali e ambientali.

L'evapotraspirazione è un processo naturale attraverso cui le piante assorbono acqua dal suolo mediante l'apparato radicale e la rilasciano nell'atmosfera sotto forma di vapore acqueo tramite le foglie. Questo meccanismo consuma calore latente, generando un effetto di raffrescamento dell'aria circostante.

Oltre alla regolazione termica, la vegetazione urbana apporta numerosi benefici ambientali: riduce i consumi energetici, abbassa le emissioni di gas serra e migliora la qualità dell'aria. Gli alberi che forniscono ombra agli edifici possono ridurre in modo significativo la domanda di raffrescamento estivo e la loro presenza, combinata con quella delle aree verdi come i parchi urbani, grazie agli effetti combinati di ombreggiamento ed evapotraspirazione, può ridurre fino al 10% il fabbisogno energetico degli edifici limitrofi, contribuendo così alla mitigazione del cambiamento climatico. (Zhu et al., 2023).

I benefici della vegetazione si estendono alle tre principali componenti del sistema terrestre: l'atmosfera, l'idrosfera e la biosfera, rendendola una risorsa chiave per affrontare le sfide ambientali e climatiche nelle aree urbane.

Atmosfera: la vegetazione migliora la qualità dell'aria attraverso diverse metodologie. Da un lato, gli inquinanti atmosferici, come particolato (PM), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), ozono troposferico (O_3) e anidride solforosa (SO_2), possono depositarsi sulle superfici fogliari, venendo rimossi dall'aria, dall'altro lato, la riduzione del fabbisogno energetico comporta un minore ricorso a fonti fossili e quindi una diminuzione delle emissioni inquinanti indirette.

Il principale contributo, però, è il sequestro di carbonio. La vegetazione assorbe anidride carbonica atmosferica (CO_2) attraverso il processo di fotosintesi e, utilizzando l'acqua presente nel suolo e la luce solare come fonte

di energia, la trasforma in glucosio ($C_6H_{12}O_6$) e ossigeno (O_2), offrendo un ulteriore contributo alla riduzione delle emissioni.

Idrosfera: la vegetazione contribuisce in modo significativo sulla qualità dell'acqua e sulla gestione della stessa agendo su tre livelli.

Il principale contributo alla riduzione delle temperature urbane da parte del verde deriva dall'incremento dell'evapotraspirazione, un processo che unisce l'evaporazione dell'acqua dal suolo e la traspirazione dalle foglie. La quota di evaporazione è legata all'umidità presente nel suolo e sulle superfici, mentre la traspirazione avviene attraverso l'apparato fogliare, che consente il rilascio di vapore acqueo nell'atmosfera. Questo processo sottrae calore all'ambiente, generando un effetto di raffrescamento naturale che contribuisce in modo significativo alla mitigazione dell'isola di calore urbana. Inoltre, le radici assorbono parte delle precipitazioni, riducendo il deflusso superficiale generato dalle superfici impermeabili, mentre le chiome intercettano la pioggia e ne rallentano la caduta, contribuendo alla mitigazione del rischio di allagamenti e al miglioramento del bilancio idrico urbano.

In secondo luogo, il suolo vegetato e l'apparato radicale fungono da filtro naturale, trattenendo inquinanti come fertilizzanti, pesticidi e agenti patogeni che, in assenza di copertura vegetale, raggiungerebbero i corpi idrici attraverso il deflusso.

In terzo luogo, gli alberi forniscono ombreggiamento, abbassando la temperatura dell'acqua piovana in deflusso e contribuendo a prevenire shock termici dannosi per gli ecosistemi acquatici.

Biosfera: numerosi studi scientifici hanno dimostrato che, l'esposizione alla natura, apporta benefici significativi alla salute fisica e mentale, ad esempio contribuisce alla riduzione della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa, rafforza il sistema immunitario e migliora il benessere psicologico.

L'incremento della copertura arborea nelle aree urbane riduce i rischi legati alle ondate di calore e funge da barriera contro l'inquinamento acustico e luminoso migliorando la qualità dell'ambiente urbano.

Le alberature, inoltre, offrono habitat e fonti di cibo essenziali per numerose specie animali, supportando attivamente la conservazione della biodiversità in ambito urbano.

Oltre ai benefici ambientali, gli spazi verdi favoriscono la coesione sociale, aumentano il valore immobiliare delle aree circostanti e potenziano la resilienza delle città agli effetti del cambiamento climatico.

In aggiunta al verde urbano a suolo, specialmente nelle aree densamente urbanizzate dove più complicato può essere reperire aree libere, viene previsto lo sviluppo della vegetazione su edifici e manufatti di arredo urbano, elementi progettati per rendere gli spazi pubblici più fruibili e confortevoli, esempi possono essere le pensiline di copertura, le pensiline che ospitano le fermate degli autobus e le panchine.

L'integrazione di tetti verdi o pergolati verdi negli edifici comporta l'installazione di uno strato vegetativo che fornisce ombreggiamento, assorbe calore, contribuisce alla riduzione delle temperature superficiali e dell'aria circostante e migliora la gestione delle acque.

Il miglioramento della gestione delle acque avviene attraverso due meccanismi: da un lato, il trattenimento dell'acqua nel substrato del tetto verde consente di trattenere una parte significativa dell'acqua piovana, riducendo la quantità che scorre immediatamente verso le reti di drenaggio; dall'altro, il tetto verde funziona come un volano idraulico che modula e rallenta il rilascio dell'acqua in eccesso verso la rete meteorica urbana. Questo differimento dei tempi di scarico contribuisce a ridurre il rischio di sovraccarico dei sistemi fognari, a limitare i fenomeni di allagamento urbano e a favorire una gestione più sostenibile del ciclo idrico urbano.

I tetti verdi possono essere estensivi o intensivi; i primi risultano ideali se si necessita di una soluzione leggera, economica e a bassa manutenzione per l'isolamento termico e la gestione delle acque piovane. I tetti intensivi, invece, richiedono investimenti e strutture adeguate, ma offrono spazi verdi funzionali, contribuendo in modo significativo al miglioramento del microclima urbano, alla biodiversità e alla qualità della vita.

I benefici derivanti dalla presenza di vegetazione, come il raffrescamento evapotraspirativo, la riduzione della domanda energetica, il sequestro di carbonio e il miglioramento della gestione delle acque e della qualità della vita, si applicano pienamente anche a queste tipologie di infrastrutture verdi. A differenza dei tetti freddi, i tetti verdi, sebbene più costosi inizialmente, offrono una maggiore durata nel tempo e vantaggi ambientali aggiuntivi, come la riduzione del deflusso delle acque piovane, l'assorbimento di inquinanti e CO₂, la creazione di habitat e spazi ricreativi.

Entrambe le soluzioni contribuiscono alla riduzione delle temperature superficiali e della domanda energetica, ma i tetti verdi si distinguono per l'impatto positivo più ampio in termini ecologici e sociali (U.S. Environmental Protection Agency, 2025).
































	Green Roofs	Trees and Vegetation	Cool Pavement	Cool Roofs
				
Air quality				
Energy use				
Greenhouse gas emissions				
Human health and comfort				
Nighttime visibility				
Quality of life				
Safety				
Stormwater management				
Tire noise				
Water quality				

Figura 6_Co-benefici delle strategie di mitigazione dell'isola di calore
Fonte: U.S. Environmental Protection Agency. *What are Heat Islands?*

3. IL QUARTIERE SAN PAOLO DI BARI

3.1 Il quartiere: storia e trasformazione dell'area

L'area urbana oggetto di studio è il quartiere San Paolo di Bari, nato negli anni cinquanta con la realizzazione di un primo nucleo finanziato con fondi IACP (Istituto Autonomo Case Popolari), GESCAL (Gestione Case per i Lavoratori) e INCIS (Istituto Nazionale per le Case degli Impiegati Statali) attraverso il Comitato di Coordinamento Edilizia Popolare (C.E.P.).

Esso, attualmente, comprende l'insediamento originario, l'espansione prevista dal Piano di Edilizia Economica e Popolare ex Legge 167/1962, l'insediamento sorto a seguito di Lama Balice e l'Ospedale 'San Paolo'.

La scelta della localizzazione e le modalità d'intervento nella realizzazione dell'insediamento segnarono negativamente il quartiere sin dall'inizio della sua storia. L'area selezionata risulta essere localizzata in un'area agricola nell'estremo margine ovest del territorio comunale, distante sia dal centro che dalla immediata periferia urbanizzata e con evidenti carenze di collegamenti infrastrutturali. La carenza di attrezzature pubbliche ha portato negli anni il quartiere ad essere definito come un quartiere dormitorio, destinato alla sola residenza e con forti tendenze verso il degrado socio-urbanistico (Comune di Bari, 1996).

Negli anni il quartiere ha subito degli ampliamenti scaturiti da diversi piani. Il P.E.E.P. ex L.167/1962 e il successivo P.R.G. del 1976 puntarono a reintegrare il quartiere in un disegno di sviluppo della città e capoluogo dell'area metropolitana; il nucleo residenziale originario venne ampliato a partire dagli anni settanta con il P.E.E.P..

Oltre ad ulteriori previsioni individuate nel P.R.G., un ruolo fondamentale nella riqualificazione del settore urbano venne rappresentato dalla realizzazione del parco urbano di Lama Balice, attrezzatura che prevedeva

molteplici benefici quali la riqualificazione ambientale di un bene paesaggistico con evidente situazione di degrado (Comune di Bari, 1996).

Nonostante queste previsioni il quartiere, attualmente, versa in una situazione di isolamento, degrado fisico dettato dallo stato di manutenzione assente o carente e dalla bassa qualità edilizia originaria, e degrado urbanistico data la mancanza di attrezzature collettive e abbandono degli spazi previsti dal P.R.G. per la loro realizzazione.

Le attrezzature collettive, difatti, si presentano inadeguate e, alcune di esse, risultano collocate in edifici sorti con destinazione d'uso residenziale.

La rete commerciale risulta sottodimensionata per diverse ragioni. Nel primo nucleo C.E.P., le residenze sono state realizzate con palazzine a piano rialzato che non prevedono spazi per negozi; analogamente, gli edifici delle aree P.E.E.P., presentano piani pilotis che comportano le stesse criticità.

È presente una piastra direzionale in Piazza Europa, zona centrale della città, ma che, a causa di problematiche legate alla criminalità e ad altri fattori, risulta attualmente, in gran parte, inutilizzata. Il resto del quartiere include comparti direzionali che, tuttavia, non vengono sfruttati appieno per svariate criticità.

3.2 Popolazione residente

Per condurre un'analisi approfondita di un quartiere risulta imprescindibile la conoscenza delle caratteristiche sociodemografiche della popolazione residente.

In quest'ottica, il primo step dello studio ha riguardato la ricostruzione della composizione demografica, basata prevalentemente su dati Istat¹.

¹ Fonte: Istituto Nazionale di Statistica (Istat), basi territoriali e variabili censuarie. Disponibile da: <https://www.istat.it/notizia/basi-territoriali-e-variabili-censuarie/> [consultato il 14 maggio 2025]

Lo studio è stato poi integrato con i Dataset Opendata forniti dal Comune di Bari².

L'Istat (Istituto Nazionale di Statistica) pubblica i dati geografici del sistema delle basi territoriali ogni 10 anni dal 1991 (1991, 2001, 2011 e 2021). Questi dati comprendono, nella fattispecie:

- sezioni di censimento;
- aree di censimento (solo nella versione 2011 e per i comuni maggiori di 20.000 abitanti o capoluogo di provincia al 1° gennaio 2008);
- aree sub comunali (municipi, quartieri ecc.);
- località.

Ai fini dello studio sono state utilizzate le sezioni censuarie contenute nelle basi territoriali del 2021, corredate dai dati regionali relativi al censimento della popolazione e delle abitazioni riferito al medesimo anno.

La Regione Puglia, nei tracciati di riferimento, elenchi che fungono da legenda per la comprensione dei vari indicatori, viene identificata da un codice univoco, il numero 16.

In primo luogo, dopo l'acquisizione dei dati, è stata effettuata un'operazione di scrematura; sono state selezionate, difatti, esclusivamente le informazioni pertinenti il quartiere oggetto di studio e, sono stati eliminanti i record relativi al resto della Regione.

Per agevolare questa procedura si è fatto ricorso all'utilizzo del software QGIS, che ha consentito di ritagliare il file .shp delle sezioni censuarie

² Fonte: Opendata Comune di Bari, popolazione residente. Disponibile da: <https://opendata.comune.bari.it/dataset/5349df40-0d9e-4ca2-8104-d6e2f95d6267> [consultato il 21 maggio 2025]

dell'intera regione in funzione del confine amministrativo del quartiere, ottenuto dai dati Opendata del Comune di Bari.

Successivamente, mediante l'operazione di Join tra il file Excel in formato .csv, contenente i dati censuari forniti dall'Istat e le geometrie delle sezioni censuarie, è stato possibile associare i dati numerici alle relative entità spaziali nella tabella attributi presente nel software.

Sono quindi state calcolate le sommatorie delle singole variabili censuarie tramite il Plugin QGIS "Group Stats" e, i risultati ottenuti, sono stati riesportati in un nuovo foglio Excel, al fine di ottenere una tabella lineare e di immediata lettura.

Il risultato di tale elaborazione è riportato di seguito:

Quartiere San Paolo (BA)		
P1	Popolazione residente - totale	30763
P2	Popolazione residente - maschi	15039
P3	Popolazione residente - femmine	15724
P14	Popolazione residente - età < 5 anni	1280
P15	Popolazione residente - età 5 - 9 anni	1549
P16	Popolazione residente - età 10 - 14 anni	1615
P17	Popolazione residente - età 15 - 19 anni	1761
P18	Popolazione residente - età 20 - 24 anni	1755
P19	Popolazione residente - età 25 - 29 anni	1609
P20	Popolazione residente - età 30 - 34 anni	1753
P21	Popolazione residente - età 35 - 39 anni	1896
P22	Popolazione residente - età 40 - 44 anni	2096
P23	Popolazione residente - età 45 - 49 anni	2384
P24	Popolazione residente - età 50 - 54 anni	2334
P25	Popolazione residente - età 55 - 59 anni	2311
P26	Popolazione residente - età 60 - 64 anni	1996
P27	Popolazione residente - età 65 - 69 anni	1868
P28	Popolazione residente - età 70 - 74 anni	1727
P29	Popolazione residente - età > 74 anni	2830

Figura 7_Dati Istat quartiere San Paolo
Fonte: Elaborazione Excel di dati Istat

P30	Popolazione residente - maschi - età < 5 anni	652
P31	Popolazione residente - maschi - età 5 - 9 anni	770
P32	Popolazione residente - maschi - età 10 - 14 anni	829
P33	Popolazione residente - maschi - età 15 - 19 anni	865
P34	Popolazione residente - maschi - età 20 - 24 anni	923
P35	Popolazione residente - maschi - età 25 - 29 anni	809
P36	Popolazione residente - maschi - età 30 - 34 anni	879
P37	Popolazione residente - maschi - età 35 - 39 anni	941
P38	Popolazione residente - maschi - età 40 - 44 anni	1031
P39	Popolazione residente - maschi - età 45 - 49 anni	1194
P40	Popolazione residente - maschi - età 50 - 54 anni	1163
P41	Popolazione residente - maschi - età 55 - 59 anni	1138
P42	Popolazione residente - maschi - età 60 - 64 anni	961
P43	Popolazione residente - maschi - età 65 - 69 anni	878
P44	Popolazione residente - maschi - età 70 - 74 anni	831
P45	Popolazione residente - maschi - età > 74 anni	1175
P67	Popolazione residente - femmine - età < 5 anni	628
P68	Popolazione residente - femmine - età 5 - 9 anni	779
P69	Popolazione residente - femmine - età 10 - 14 anni	786
P70	Popolazione residente - femmine - età 15 - 19 anni	896
P71	Popolazione residente - femmine - età 20 - 24 anni	832
P72	Popolazione residente - femmine - età 25 - 29 anni	800
P73	Popolazione residente - femmine - età 30 - 34 anni	874
P74	Popolazione residente - femmine - età 35 - 39 anni	955
P75	Popolazione residente - femmine - età 40 - 44 anni	1064
P76	Popolazione residente - femmine - età 45 - 49 anni	1190
P77	Popolazione residente - femmine - età 50 - 54 anni	1171
P78	Popolazione residente - femmine - età 55 - 59 anni	1173
P79	Popolazione residente - femmine - età 60 - 64 anni	1035
P80	Popolazione residente - femmine - età 65 - 69 anni	990
P81	Popolazione residente - femmine - età 70 - 74 anni	896
P82	Popolazione residente - femmine - età > 74 anni	1655
P83	Popolazione residente - totale di 9 anni e più	28237
P84	Popolazione residente - maschi di 9 anni e più	13771
P85	Popolazione residente - femmine di 9 anni e più	14466

Figura 8_Dati Istat quartiere San Paolo
Fonte: Elaborazione Excel di dati Istat

Successivamente, sono stati analizzati i dati relativi all'area oggetto di studio, elaborando grafici rappresentativi che consentono di evidenziare la distribuzione per età della popolazione. La popolazione residente complessiva ammonta a 30.763 individui, suddivisi in modo pressoché equilibrato tra i due sessi: 15.724 femmine e 15.039 maschi. Ne consegue un lieve predominio della componente femminile.

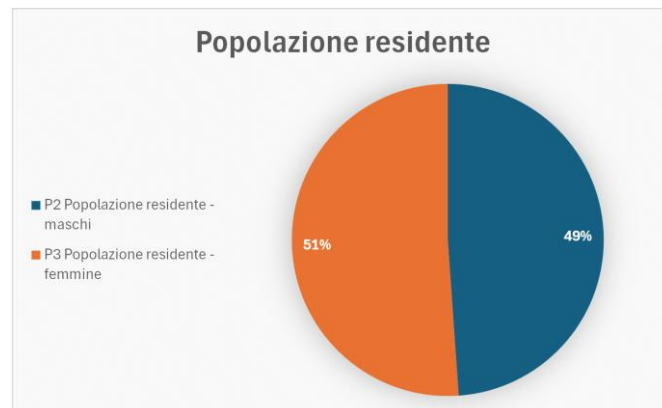


Figura 9_Popolazione residente suddivisa per sesso
Fonte: Elaborazione Excel di dati Istat

Successivamente, si è proceduto con la realizzazione di grafici finalizzati a rappresentare la distribuzione per età della popolazione residente.

Poiché l'analisi per singole classi di età evidenzia una notevole variabilità e risulta di limitato impatto interpretativo



Figura 10_Popolazione residente suddivisa per età
Fonte: Elaborazione Excel di dati Istat

i dati sono stati raggruppati in tre macrocategorie, così da ottenere una suddivisione più sintetica e significativa della popolazione.

P14	Popolazione residente - età < 5 anni	1280	11322	Popolazione 0-34 anni
P15	Popolazione residente - età 5 - 9 anni	1549		
P16	Popolazione residente - età 10 - 14 anni	1615		
P17	Popolazione residente - età 15 - 19 anni	1761		
P18	Popolazione residente - età 20 - 24 anni	1755		
P19	Popolazione residente - età 25 - 29 anni	1609		
P20	Popolazione residente - età 30 - 34 anni	1753		
P21	Popolazione residente - età 35 - 39 anni	1896	11020	Popolazione 35-59 anni
P22	Popolazione residente - età 40 - 44 anni	2095		
P23	Popolazione residente - età 45 - 49 anni	2384		
P24	Popolazione residente - età 50 - 54 anni	2334		
P25	Popolazione residente - età 55 - 59 anni	2311		
P26	Popolazione residente - età 60 - 64 anni	1996	8421	Popolazione 60->74 anni
P27	Popolazione residente - età 65 - 69 anni	1868		
P28	Popolazione residente - età 70 - 74 anni	1727		
P29	Popolazione residente - età > 74 anni	2830		

Figura 11_ Popolazione residente suddivisa per fasce di età
Fonte: Elaborazione Excel di dati Istat

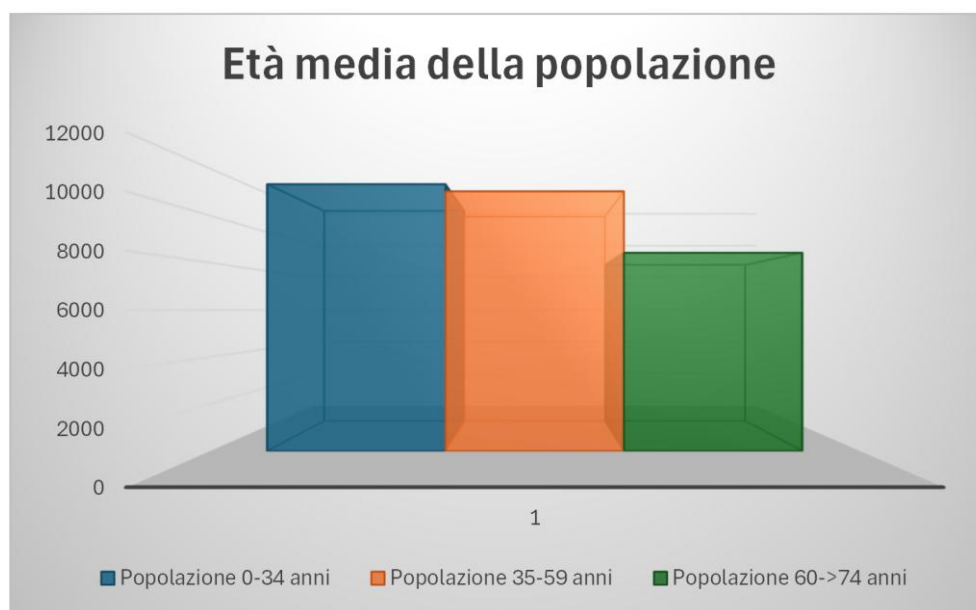


Figura 12_ Popolazione residente suddivisa per fasce di età
Fonte: Elaborazione Excel di dati Istat

La distribuzione della popolazione per fasce di classi di età evidenzia un territorio complessivamente giovane: il 36,80% dei residenti ha meno di 35

anni, il 35,83% rientra nella fascia 35-59 anni, mentre solo il 27,37% ha un'età superiore ai 60 anni.

Questa struttura demografica, se da un lato rappresenta un potenziale punto di forza sociale, grazie alla presenza di una quota consistente di popolazione in età attiva o di giovani in fase formativa, dall'altro mette in evidenza una delle contraddizioni tipiche delle periferie urbane contemporanee; la consistente presenza giovanile, in assenza di adeguate opportunità educative, lavorative e culturali, rischia infatti di tradursi in un fattore di stagnazione e di ulteriore marginalizzazione del quartiere, trasformando quella che potrebbe essere una risorsa in un elemento critico per lo sviluppo complessivo del territorio.

Un'ulteriore fase di analisi ha riguardato la localizzazione delle aree a maggiore densità abitativa, resa possibile grazie all'utilizzo del software QGIS. Quest'ultimo ha permesso di associare, a ciascuna sezione censuaria, una colorazione graduata in funzione del numero di residenti per chilometro quadrato, consentendo così di visualizzare in modo immediato la distribuzione spaziale della popolazione.

Tale rappresentazione si rivela particolarmente utile per la pianificazione urbanistica e la programmazione dei servizi, poiché permette di individuare con precisione le zone che richiedono un potenziamento delle infrastrutture, degli spazi pubblici o dell'offerta sociosanitaria, in funzione della concentrazione degli abitanti.

I risultati di queste elaborazioni cartografiche vengono di seguito illustrati:

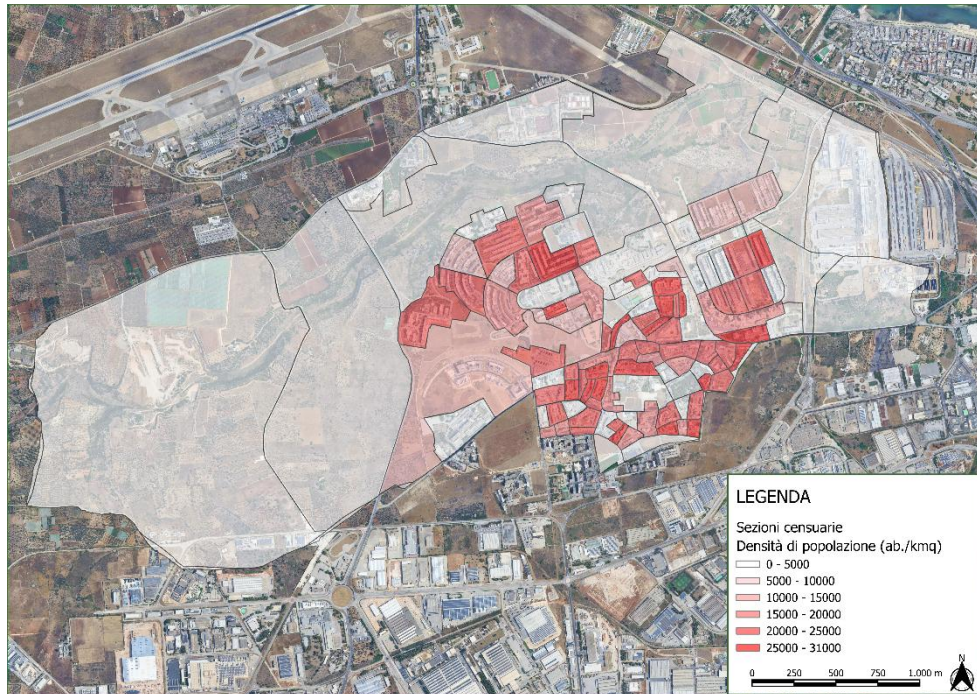


Figura 13_Densità di popolazione (ab./kmq)
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di dati Istat

La distribuzione della popolazione all'interno del quartiere non è uniforme: alcune sezioni censuarie presentano una densità maggiore di residenti, e, al contrario, altre parti del quartiere presentano una densità più bassa, spesso dovuta alla presenza di spazi verdi, aree inedificate o edifici destinati ad usi non residenziali. Questa eterogeneità nella distribuzione demografica incide direttamente sulla domanda di servizi, infrastrutture e spazi pubblici, sottolineando la necessità di analisi puntuali per orientare in modo efficace la pianificazione urbana e l'allocazione dei servizi.

Successivamente sono state effettuate delle rappresentazioni che puntano all'analisi della composizione per età della popolazione. Queste informazioni consentono di individuare le categorie maggiormente vulnerabili presenti nel

quartiere, in particolare, la quota di residenti al di sopra dei 70 anni che, pur non rappresentando la maggioranza, costituisce una categoria a rischio sotto il profilo sanitario, sociale e relazionale e, richiede servizi di prossimità e interventi mirati a contrastare isolamento e fragilità.

Parallelamente, la consistente presenza di bambini pone l'accento sulla necessità di adeguate opportunità educative, sportive e ricreative.

In un'ottica di implementazione di soluzioni verdi, finalizzate alla progettazione e all'adattamento di spazi urbani, che possano fungere da rifugi climatici accessibili e resilienti, l'individuazione delle aree caratterizzate dalla presenza della popolazione più vulnerabile rappresenta un passaggio strategico. Questa analisi consente, infatti, di identificare potenziali aree bersaglio su cui orientare interventi mirati, rendendo i progetti non solo tecnicamente realizzabili in loco, ma anche pienamente coerenti con le esigenze sociali e demografiche del contesto di riferimento.

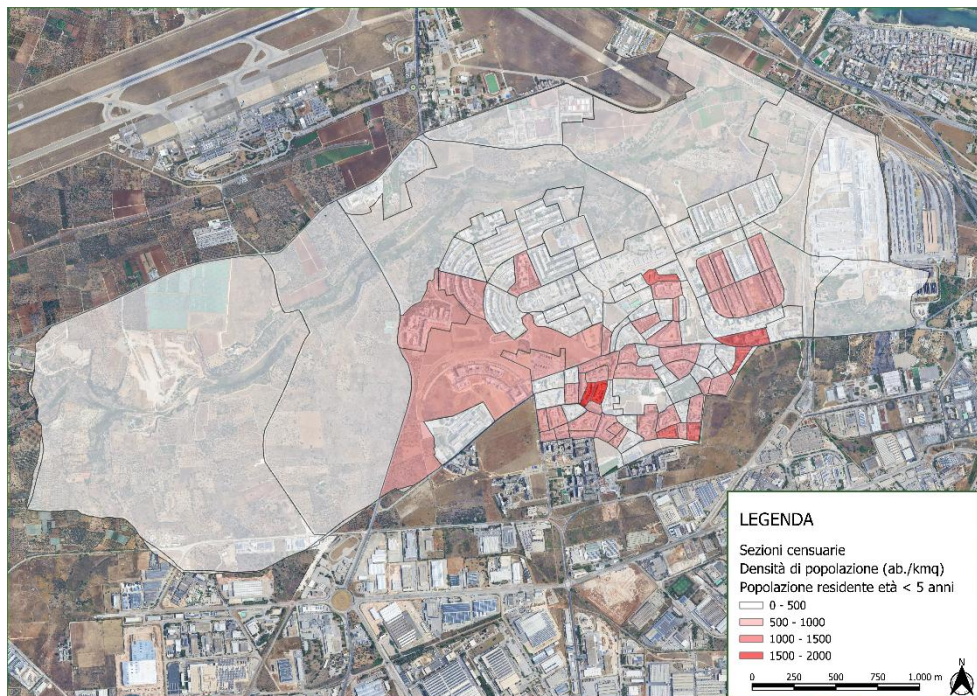
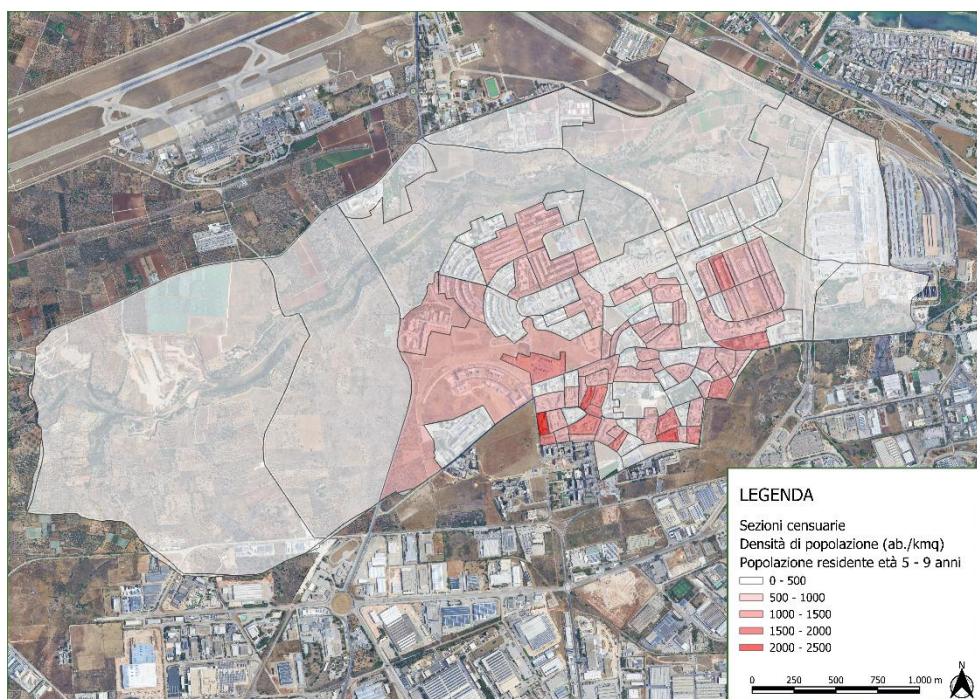


Figura 14_ Densità di popolazione (ab./kmq)
Popolazione residente età < 5 anni

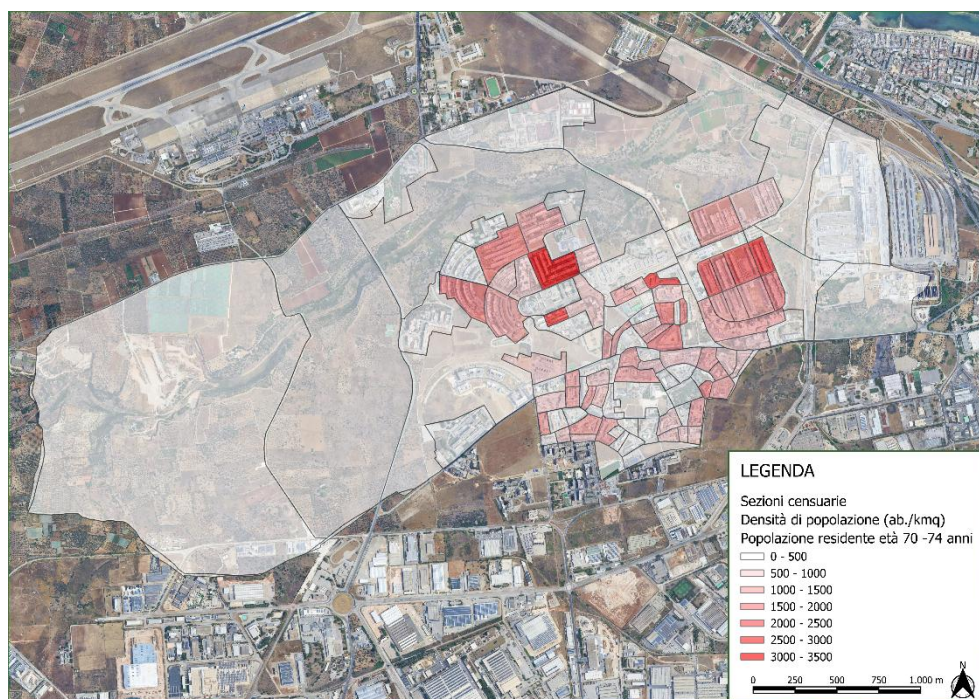
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di dati Istat



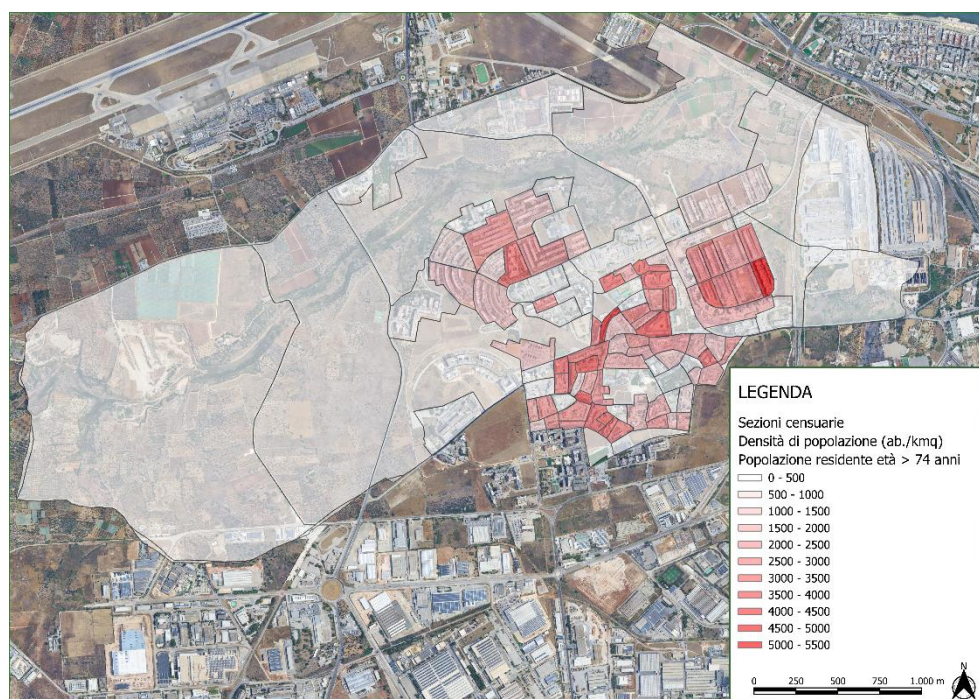
*Figura 15_ Densità di popolazione (ab./kmq)
Popolazione residente età 5 – 9 anni*
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di dati Istat

Le due rappresentazioni relative alla densità di popolazione delle fasce di età 0-4 anni e 5-9 anni evidenziano una distribuzione piuttosto eterogenea della popolazione infantile sul territorio comunale, pur mostrando tra loro un quadro sostanzialmente simile. Solo poche aree registrano una densità molto elevata di bambini, mentre la quasi totalità del territorio si colloca entro un intervallo compreso tra 0 e 1000 individui per entrambe le categorie di età. Le zone caratterizzate da una maggiore concentrazione di popolazione infantile potrebbero essere prioritarie per interventi e integrazione di servizi specificamente dedicati ai più piccoli.

La distribuzione delle fasce di popolazione di età compresa tra i 70 e i 74 anni e quella oltre i 74 anni mostra una situazione piuttosto simile, caratterizzata da una presenza disomogenea di individui sull'intero territorio del quartiere.



*Figura 16_ Densità di popolazione (ab./kmq)
 Popolazione residente età 70 - 74 anni*
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di dati Istat



*Figura 17_ Densità di popolazione (ab./kmq)
 Popolazione residente età > 74 anni*
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di dati Istat

Anche in queste rappresentazioni sono presenti aree particolarmente caratterizzate da una concentrazione significativa di anziani tali da suggerire la necessità di interventi mirati esclusivamente a queste fasce d'età.

La fase successiva ha riguardato l'elaborazione dei dati relativi alla popolazione residente, forniti dal Comune di Bari attraverso il proprio Dataset Opendata, aggiornato al 6 gennaio 2024. Tali dati riportano il numero di residenti suddivisi per fasce d'età (Under 14, Under 18, Under 67 e Over 67) e associati puntualmente ai numeri civici e alle rispettive vie.

Per ottenere una rappresentazione cartografica efficace e di immediata lettura, sono stati acquisiti, dagli Opendata comunali, anche gli shapefile (.shp) contenenti le geometrie dei numeri civici e delle strade³.

Attraverso una serie di elaborazioni preliminari, si è proceduto alla realizzazione di un identificativo univoco, presente sia nei dati geometrici sia nei tabulati demografici, necessario per la realizzazione dell'operazione di Join in ambiente QGIS. Tale corrispondenza biunivoca, tra geometrie e dati, ha consentito di associare a ciascun elemento spaziale le relative informazioni sulla popolazione.

Questo processo è stato replicato per ciascuna delle quattro fasce d'età considerate, ottenendo così differenti layer tematici, ognuno corredato da una tabella attributi contenente i dati demografici specifici. I risultati di queste elaborazioni cartografiche vengono di seguito presentati.

³ Fonte: Opendata Comune di Bari, Sistema Informativo Territoriale: Civilario Unico Comunale. Disponibile da: <https://opendata.comune.bari.it/dataset/359db42e-e179-4fe9-bae7-4e7bb73e5f7c> [consultato il 21 maggio 2025]

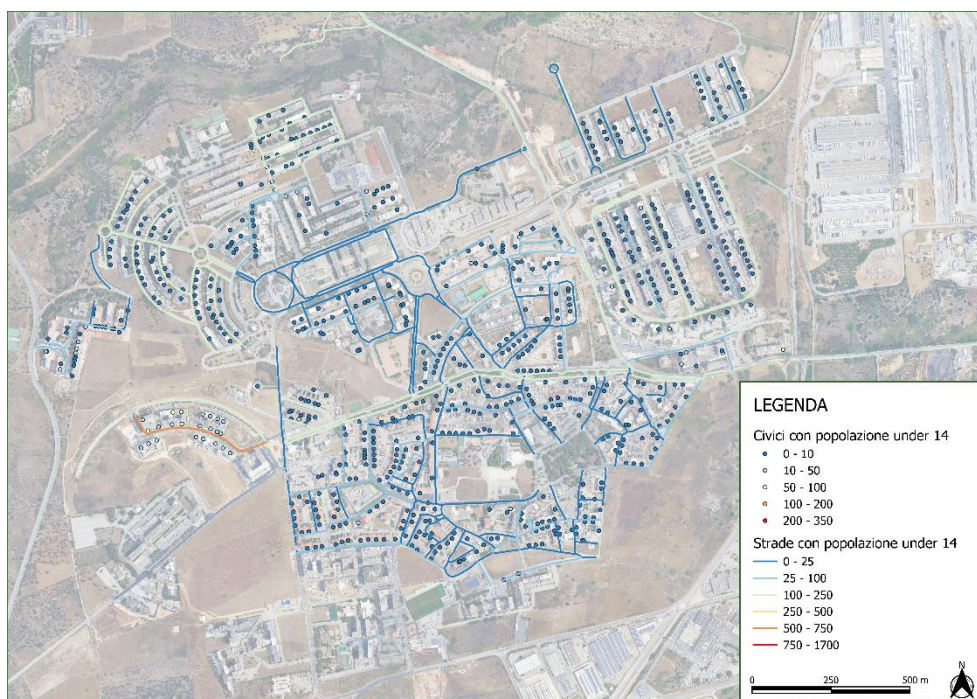


Figura 18 Civici e strade con popolazione under 14
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di Opendata Comune di Bari

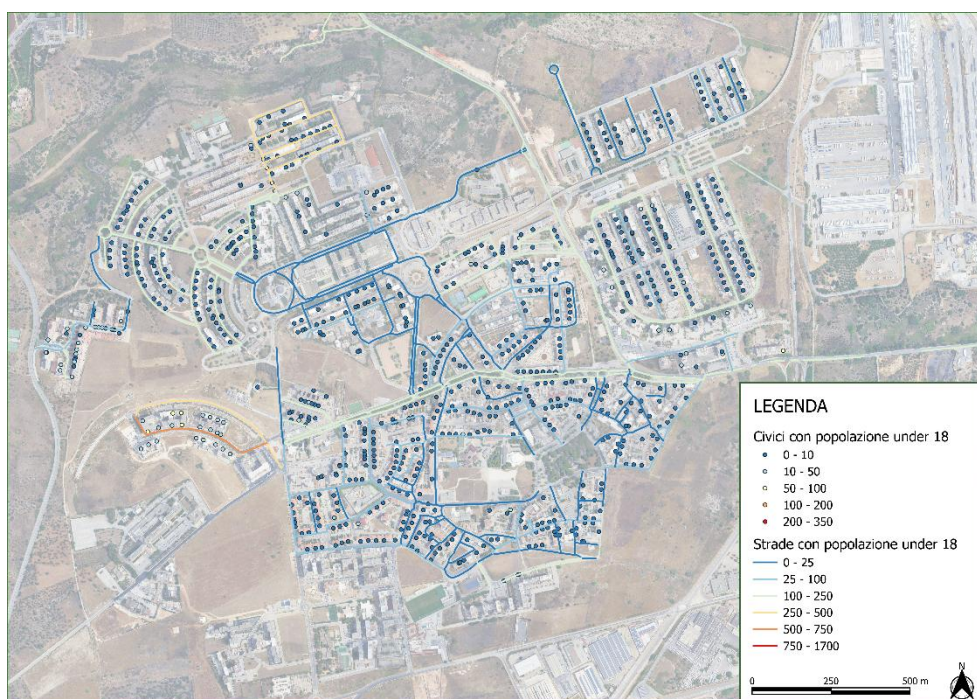


Figura 19 Civici e strade con popolazione under 18
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di Opendata Comune di Bari

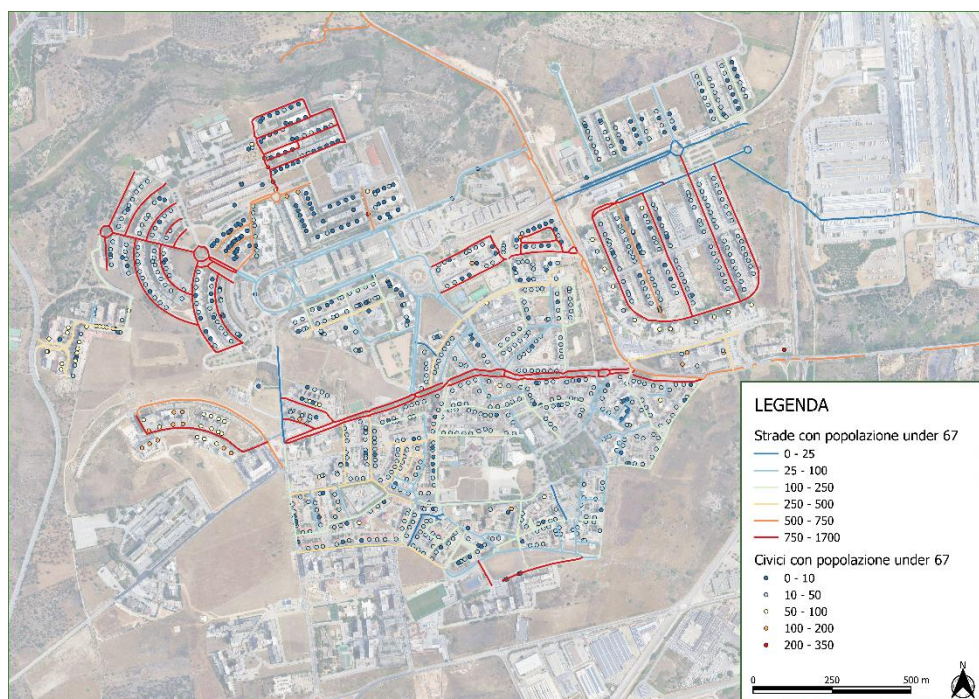


Figura 20_Civici e strade con popolazione under 67
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di Opendata Comune di Bari

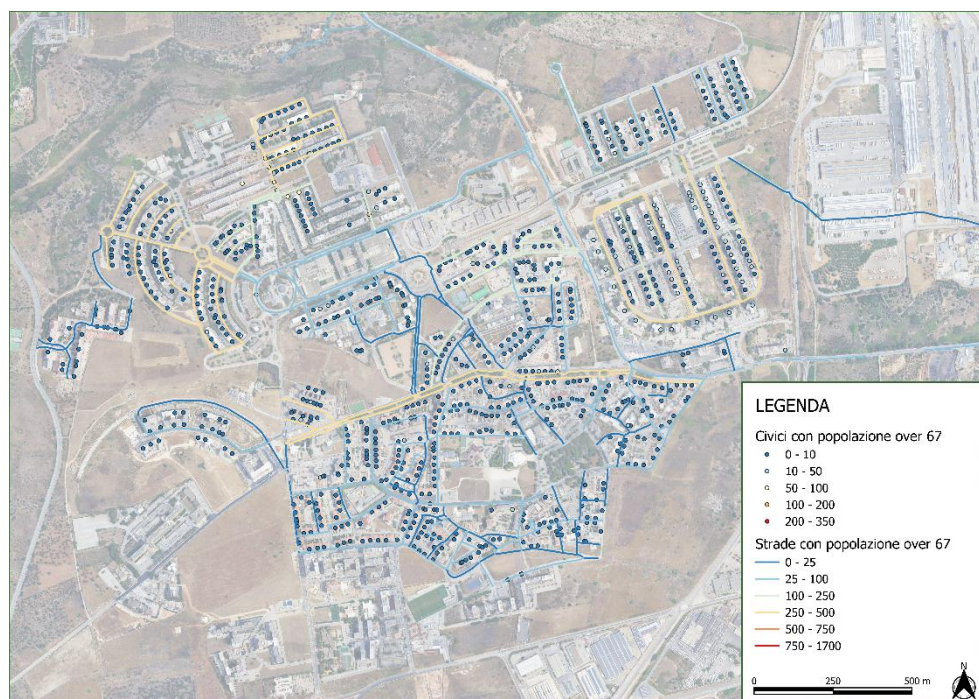


Figura 21_Civici e strade con popolazione over 67
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS di Opendata Comune di Bari

3.3 Strumenti di pianificazione

Gli strumenti di pianificazione regolano l'uso del territorio e la sua trasformazione con l'obiettivo di garantire uno sviluppo ordinato, sostenibile e armonioso delle città e dei territori.

3.3.1 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale, PPTR

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) è uno strumento redatto dalla Regione con l'obiettivo di tutelare, conservare e valorizzare il paesaggio e il patrimonio territoriale.

Esso fornisce conoscenze approfondite e strumenti operativi volti a migliorare la qualità del paesaggio, orientando lo sviluppo urbano, infrastrutturale e ambientale verso soluzioni sostenibili e rispettose dell'identità e delle caratteristiche uniche dei luoghi.

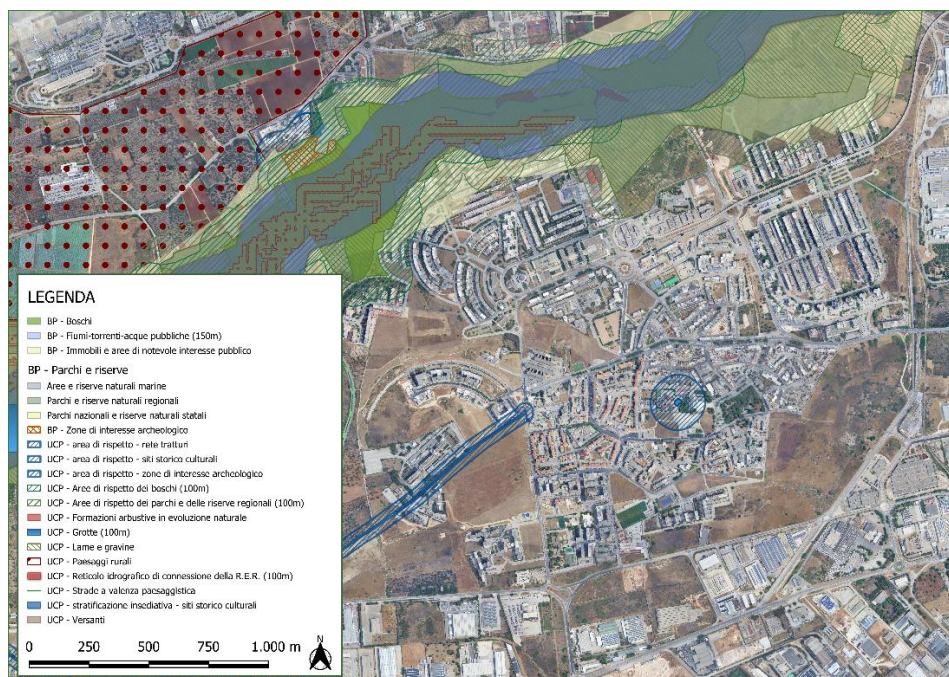


Figura 22 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

La zona del quartiere San Paolo viene interessata dalla presenza di BP, Beni Paesaggistici vincolati in base al Codice dei Beni Culturali del Paesaggio e UCP, Ulteriori Contesti Paesaggistici che definiscono elementi identitari da tutelare.

Il PPTR è strutturato in tre sezioni: l'Atlante del Patrimonio, lo Scenario Strategico e le Norme Tecniche di Attuazione.

L'Atlante del Patrimonio descrive l'identità dei paesaggi della Puglia e le regole che ne hanno guidato la costruzione nel lungo periodo delle trasformazioni storiche. Dalle informazioni raccolte nell'Atlante è possibile leggere e riconoscere il territorio e le unità omogenee che lo compongono e definire gli Ambiti Paesaggistici e le Figure Territoriali.

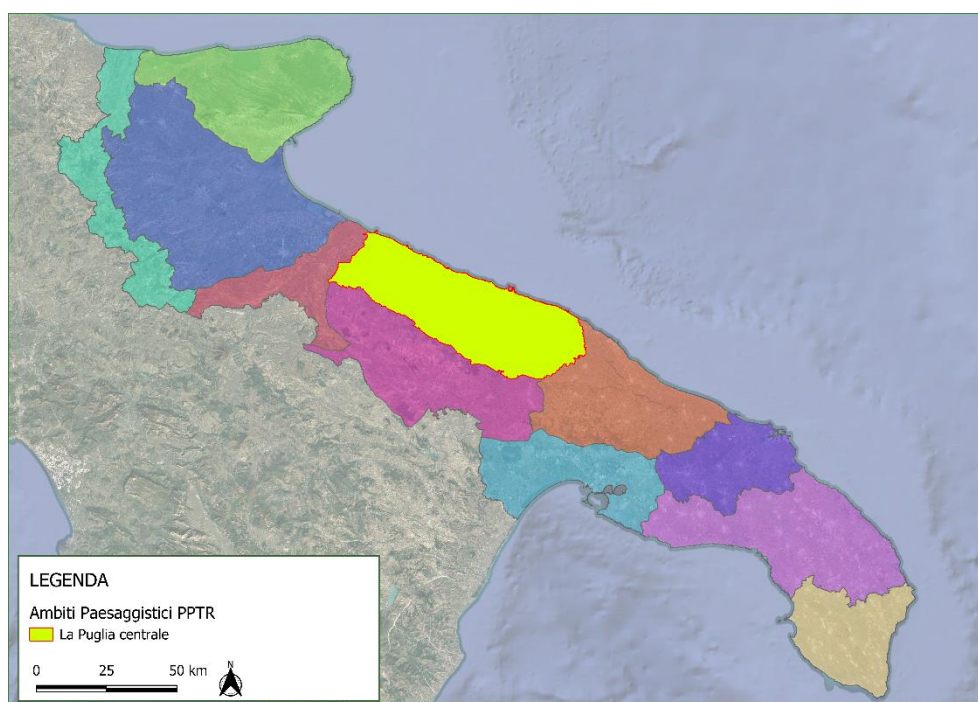


Figura 23_Ambiti Paesaggistici PPTR
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Il quartiere San Paolo e, l'intera città di Bari, ricadono nell'ambito paesaggistico della 'Puglia centrale' e nella figura territoriale 'La conca di Bari e il sistema radiale delle lame'.

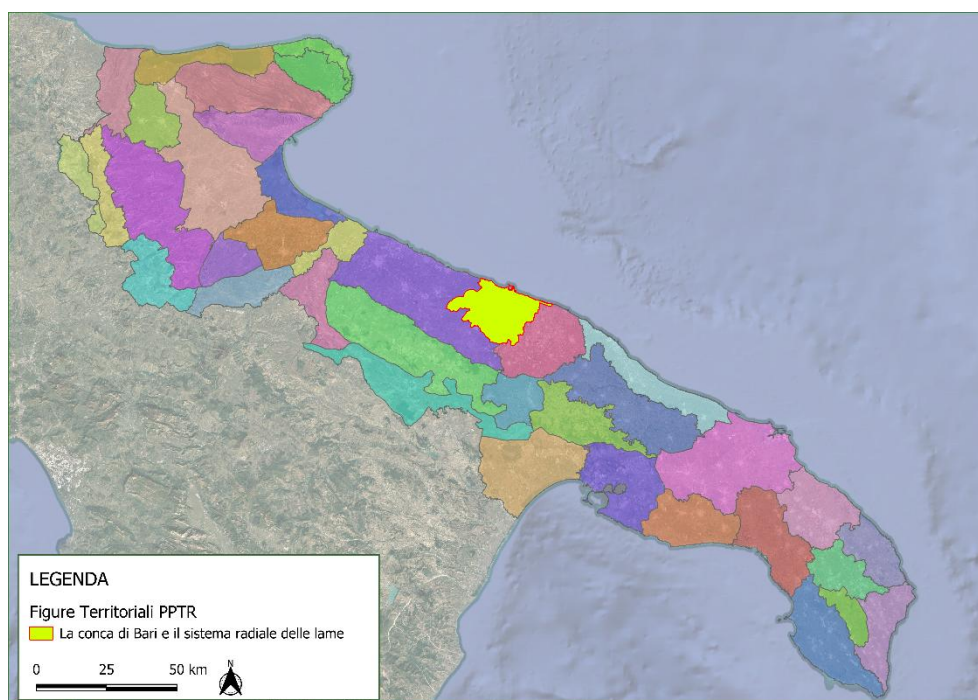


Figura 24_Figure territoriali PPTR
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Gli ambiti del PPTR costituiscono sistemi territoriali e paesaggistici individuati alla scala regionale e caratterizzati da particolari relazioni tra le componenti fisico-ambientali, storico-insediative e culturali che ne connotano l'identità di lunga durata⁴.

Ogni ambito di paesaggio è articolato in figure territoriali e paesaggistiche che rappresentano le unità minime in cui si scompone, a livello analitico e progettuale, la regione ai fini del PPTR.

⁴ Fonte: puglia.con, Ambiti paesaggistici e Figure territoriali e paesaggistiche. Disponibile da: <https://pugliacon.regione.puglia.it/web/sit-puglia-paesaggio/ambiti-paesaggistici-informazioni> [consultato il 06 luglio 2025]

L'insieme delle figure territoriali definisce l'identità territoriale e paesaggistica dell'ambito dal punto di vista dell'interpretazione strutturale.

Per figura territoriale si intende un'entità territoriale riconoscibile per la specificità dei caratteri morfotipologici che persistono nel processo storico di stratificazione di diversi cicli di territorializzazione⁵.

La seconda sezione del PPTR, lo Scenario Strategico, prefigura il futuro di medio e lungo periodo del territorio della Puglia delineando come dovrebbe evolversi nei prossimi anni.

Esso contiene i dodici obiettivi generali, che hanno costruito il riferimento per l'elaborazione dei cinque progetti territoriali per il paesaggio regionale, dei progetti integrati sperimentali, delle linee guida e degli obiettivi di qualità paesaggistica e territoriali degli ambiti.

I cinque progetti territoriali per il paesaggio regionale definiscono, nel loro insieme, una visione strategica dell'organizzazione futura del territorio, con il fine di elevare la qualità e la fruibilità sociale dei paesaggi in risposta alle principali problematiche evidenziate dagli obiettivi generali.

I cinque progetti definiti sono:

- 1) La Rete Ecologica Regionale
- 2) Il Patto Città – Campagna
- 3) Il sistema infrastrutturale per la mobilità dolce
- 4) La valorizzazione e riqualificazione integrata dei paesaggi costieri
- 5) I sistemi territoriali per la fruizione dei beni patrimoniali

In particolare, il progetto della Rete Ecologica Regionale, mira a collegare aree naturali di rilevante interesse ambientale-paesistico in una rete continua

⁵ Fonte: puglia.con, Ambiti paesaggistici e Figure territoriali e paesaggistiche.

ai fini della conservazione della biodiversità e, in modo da deframmentare gli habitat che, a causa dell'azione antropica, risultano suddivisi in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente sempre più isolati.

In un progetto di R.E.R. vengono considerati cinque elementi fondamentali:

- 1) I Nodi, o core areas, serbatoi di biodiversità e sorgente di diffusione delle specie mobili verso altri nodi.
- 2) I Corridoi, linee preferenziali di mobilità per le specie attuali e luoghi di captazione per nuove specie colonizzatrici.
- 3) Le Stepping Stones, unità intermedie, nuclei di appoggio che svolgono funzione di rifugio.
- 4) Le Matrici, luoghi più o meno ostili in cui tutti gli elementi precedenti si collocano.
- 5) I Buffer, fasce tampone che proteggono i nodi più sensibili in una matrice ostile.

Il Patto Città – Campagna, invece, ha l'obiettivo di migliorare le condizioni dell'ambiente rurale e dell'ambiente urbano, restituendo qualità ambientale e paesaggistica ad entrambi, migliorando le transizioni tra i due ambienti e riducendo il consumo di suolo.

Per l'ambiente urbano prevede la definizione dei margini, delle funzioni e degli spazi pubblici che caratterizzano storicamente le città, per quello rurale punta alla restituzione della specificità e proprietà di funzioni, superando il doppio processo degenerativo dell'urbanizzazione della campagna e dell'abbandono dell'agricoltura.

Possibili interventi possono essere: le campagne di ristretto (fascia di territorio agricolo intorno alla città che prevede la ricostruzione degli antichi ristretti), i parchi agricoli multifunzionali (sono territori agro-urbani o agro-ambientali che propongono forme di agricoltura di prossimità), i parchi CO₂ (forestazione urbana nelle aree produttive o industriali come aree per la compensazione ambientale).

Il sistema infrastrutturale per la mobilità dolce ha l'obiettivo di connettere le risorse paesistico-ambientali e storico-culturali attraverso il ridisegno e la valorizzazione di una nuova 'geografia fruitivo-percettiva' dei paesaggi pugliesi, strutturata su modalità alternative di fruizione del territorio per un turismo più attento e meno invasivo; ad esempio, individuando una rete multimodale della mobilità lenta lungo tracciati carrabili, ferroviari, ciclabili o marittimi, che collegano nodi di interconnessione di interesse naturale, culturale e paesaggistico con tratte panoramiche e suggestive.

La valorizzazione e riqualificazione integrata dei paesaggi costieri ha l'obiettivo di riqualificare e valorizzare gli ambienti urbani, agricoli e naturalistici cercando di frenare il processo di profonda trasformazione ambientale, urbana e paesaggistica, dovuta al turismo di massa, che ha ridotto fortemente il patrimonio storico, ambientale e paesaggistico della costa.

I sistemi territoriali per la fruizione dei beni patrimoniali intendono valorizzare i beni culturali (puntuali e areali) in quanto parte di sistemi territoriali integrati nelle figure territoriali e paesistiche, proponendo una loro fruizione integrata nel contesto di riferimento.

3.3.2 Piano di Assetto Idrogeologico, PAI

Il Piano di Assetto Idrogeologico è lo strumento operativo di riferimento dell'Autorità di bacino distrettuale, redatto ai fini della mappatura delle aree di pericolosità idraulica, ovvero aree soggette a rischio di fenomeni naturali quali alluvioni, frane ed erosione di versanti e coste.

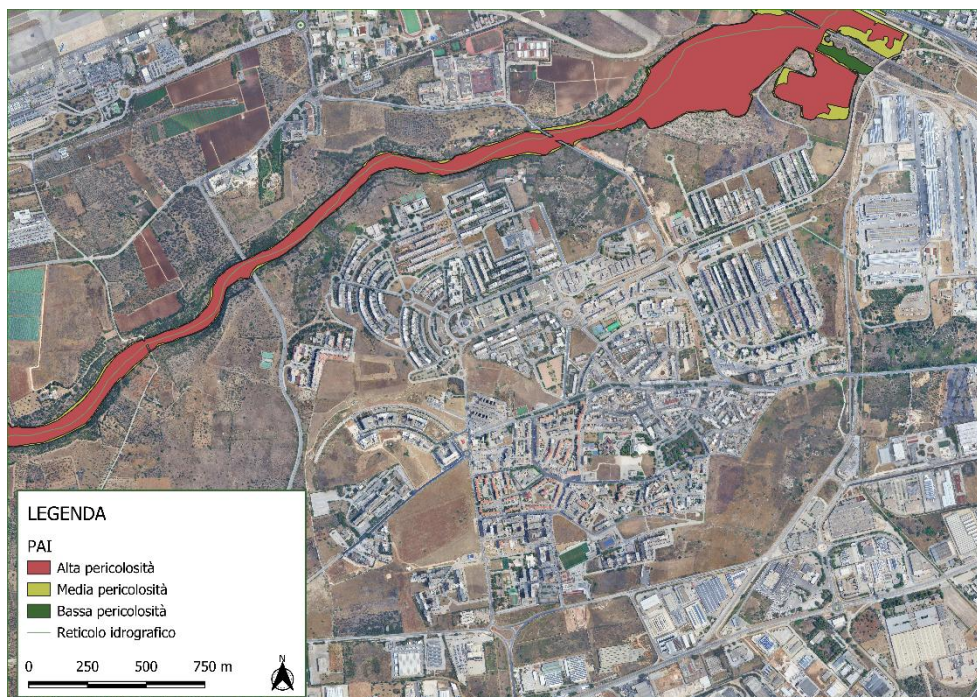


Figura 25 _Piano di Assetto Idrogeologico
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Le aree soggette a rischio vengono generalmente suddivise in tre categorie in funzione della gravità del rischio idraulico o geomorfologico:

- **Bassa pericolosità:** situazioni in cui è poco probabile che si verifichino eventi dannosi; gli eventuali fenomeni avrebbero bassa frequenza e una limitata capacità di arrecare danni.
- **Media pericolosità:** probabilità intermedia di accadimento, con possibilità di danni localizzati ma comunque non trascurabili.
- **Alta pericolosità:** probabilità elevata ed eventi di notevole intensità, in grado di provocare danni anche significativi.

3.3.3 Piano Regolatore Generale, PRG

Il Piano Regolatore Generale è uno strumento di pianificazione urbanistica di livello comunale che guida l'evoluzione del territorio con l'obiettivo di regolare l'assetto e lo sviluppo di un Comune.

Prevede, tramite una zonizzazione del territorio, delle aree omogenee, corredate da NTA (Norme Tecniche di Attuazione), che regolano le modalità e le caratteristiche di costruzione, trasformazione e conservazione di edifici e territori.

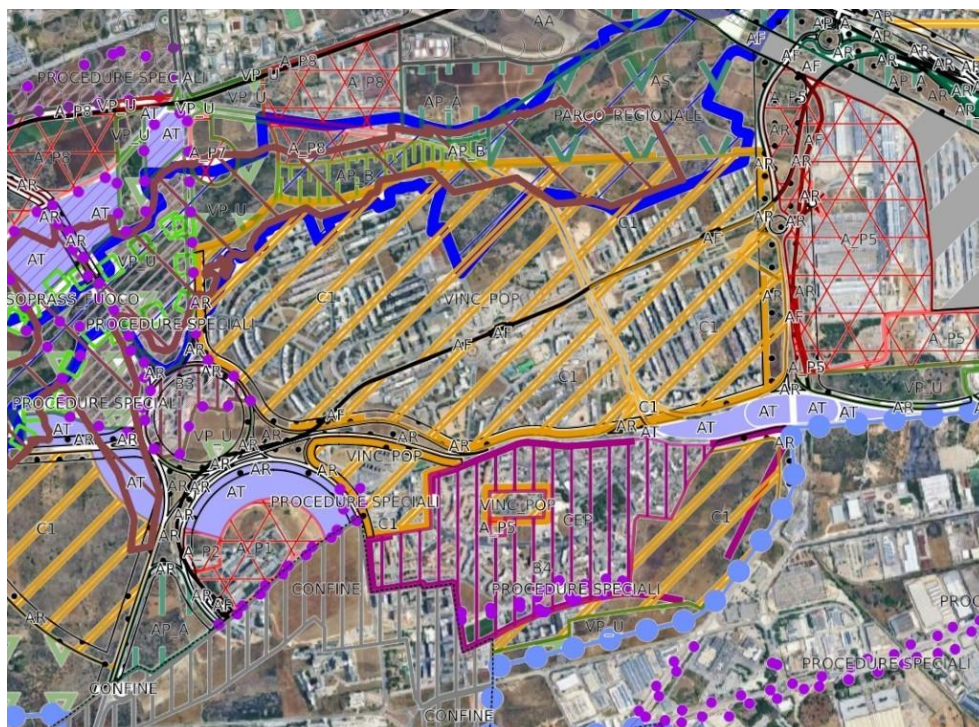


Figura 26 Piano Regolatore Generale vigente

Fonte: webgis dell'Area Vasta Metropoli Terra di Bari. Disponibile da:
<https://sit.egov.ba.it/it/map/bari/qdjang/307> [consultato il 14 maggio 2025]

L'attuale P.R.G. del Comune di Bari risulta essere ormai datato e, a tal proposito, l'Amministrazione Comunale, nel 2006, ha ritenuto fondamentale l'avvio di processi di pianificazione e programmazione, ai fini dell'individuazione di nuove modalità di sviluppo sostenibile e adeguato ai grandi cambiamenti culturali.

Il processo di pianificazione è stato avviato nel 2007 e si è concluso nel 2008 con la redazione del D.P.P. (Documento Programmatico Preliminare), propedeutico alla redazione del P.U.G. (Piano Urbanistico Generale).

L'approvazione del Nuovo Piano Urbanistico della Città comporterebbe un grande impulso per il miglioramento della qualità urbana attraverso:

- la realizzazione di una rete ecologica di parchi urbani che migliorano la qualità ambientale;
- l'implementazione e razionalizzazione di una rete di mobilità basata sul trasporto pubblico su ferro e su tranvie urbane;
- la riconnessione delle smagliature e dei vuoti urbani attraverso interventi integrati di alta qualità architettonica;
- la realizzazione di progetti strategici che risolvano alcune zone nodali della città (già individuate nel DPP come la stazione centrale e le aree ferroviarie, la zona portuale con la fiera e le connessioni trasportistiche, i quartieri periferici, ecc.) mediante concorsi di progettazione che assicurino elevate qualità architettoniche e funzionali (Comune di Bari, 2021).

In continuità all'elaborazione del D.P.P., vi è la redazione del D.P.R.U. (Documento Programmatico per la Rigenerazione Urbana) e, per la sua elaborazione, ci si è potuti avvalere del sistema delle conoscenze, opportunamente integrato, messo a punto per l'elaborazione del D.P.P..

Il D.P.R.U. si presenta come un documento con orizzonti di intervento a scala più ravvicinata rispetto a quelli della visione del D.P.P.; esso prevede un insieme coordinato di interventi in grado di affrontare, in modo integrato, problemi di degrado fisico e disagio socio-economico che, in relazione alle specificità del contesto interessato includono: la riqualificazione dell'ambiente costruito, la riorganizzazione dell'assetto urbanistico, il contrasto dell'esclusione sociale degli abitanti e il risanamento dell'ambiente urbano⁶.

⁶ Fonte: Comune di Bari, Rigenerazione Urbana, Documento Programmatico per la Rigenerazione Urbana. Disponibile da: <https://www.comune.bari.it/web/edilizia-e-territorio/rigenerazione-urbana> [consultato il 16 aprile 2025]

Data la complessità e l'eterogeneità delle problematiche urbanistiche e sociali di Bari, che mostrano una molteplicità di aree del territorio che necessitano di interventi e, data la copiosità degli obiettivi assunti per la rigenerazione sia dalla legge regionale che dal D.P.P. per il P.U.G., nel D.P.R.U. sono stati individuati una molteplicità di ambiti distribuiti sull'intero insediamento urbano che restituiscono criticità attinenti sia i diversi temi della rigenerazione che le diverse scale alle quali possono essere osservate.



Figura 27 Quadro d'unione degli Ambiti di Rigenerazione

Fonte: Comune di Bari, Rigenerazione Urbana, Documento Programmatico per la Rigenerazione Urbana

Il quartiere San Paolo rientra nell'ambito C.

La scheda d'ambito evidenzia problemi legati principalmente alla mancanza di completamento delle parti pubbliche e all'assenza di una stratificazione e complessificazione sociali.

Viene inoltre evidenziato disordine nella struttura degli spazi aperti che risultano privi di riconoscibilità, struttura e degradati da utilizzi e privatizzazioni improprie degli spazi pertinenziali.

Tutto questo si va a sommare alle problematiche legate alla scarsa accessibilità e alla distanza fisica, sociale e simbolica dai luoghi di origine degli abitanti e dalla città consolidata.

Gli obiettivi del Documento puntano alla valorizzazione degli aspetti ecologici e fruitivi, oltre che al miglioramento delle connessioni con l'intorno. Il risanamento dell'ambiente urbano sarà orientato a promuovere azioni di recupero ambientale di Lama Balice e riqualificazione del margine urbano del quartiere lungo il suo percorso, alla riqualificazione degli spazi aperti esistenti e alla mitigazione dell'impatto ambientale e percettivo del depuratore, incubo olfattivo per gli abitanti.

Viale Europa, asse portante dell'intero ambito, assumerà il ruolo di boulevard urbano, spina centrale attrezzata e verde.

Si prevede inoltre il miglioramento della accessibilità al quartiere, attraverso la realizzazione di un nuovo collegamento urbano verso San Girolamo, viale Europa e l'Ospedale, operando contestualmente in modo da connettere il sistema degli spazi aperti, delle attrezzature e della viabilità esistenti e ricostituire una rete verde pubblica continua e per la mobilità lenta ai fini della rigenerazione ecologica complessiva dell'insediamento.

Per l'ambiente costruito si prevede il risanamento del patrimonio edilizio attraverso interventi di ristrutturazione edilizia che interessino anche gli spazi pertinenziali degli edifici, affinché possano contribuire al miglioramento dell'ambiente di vita quotidiana⁷.

⁷ Fonte: Comune di Bari, Rigenerazione Urbana, Documento Programmatico per la Rigenerazione Urbana.



Figura 28 Contesti: Ambito C 'San Paolo'

Fonte: Comune di Bari, Rigenerazione Urbana, Documento Programmatico per la Rigenerazione Urbana

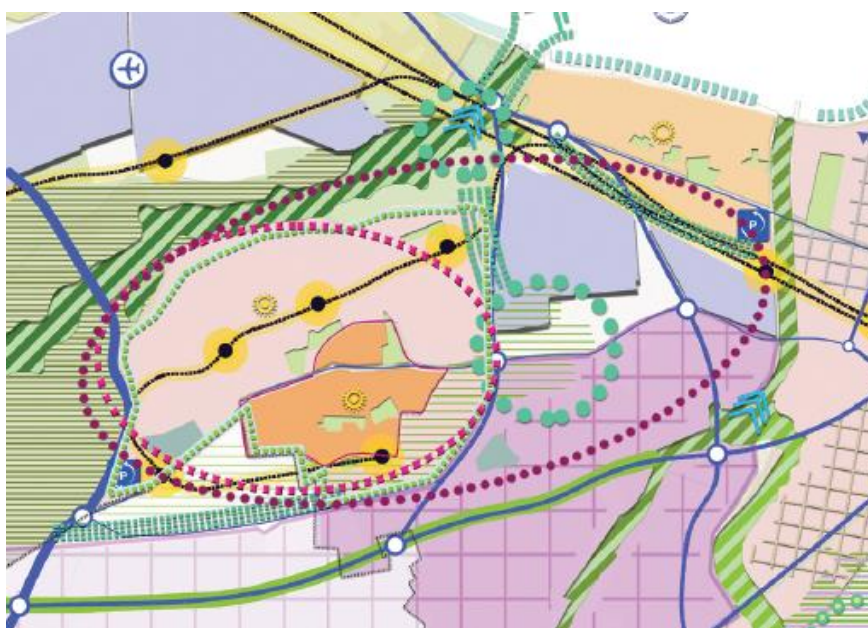


Figura 29 Schema Strutturale Strategico: Ambito C 'San Paolo'

Fonte: Comune di Bari, Rigenerazione Urbana, Documento Programmatico per la Rigenerazione Urbana

3.4 La rete dei servizi nel quartiere

I servizi di quartiere rappresentano un elemento fondamentale per la qualità della vita urbana. Diverse ricerche hanno dimostrato che l'accesso facilitato a servizi come assistenza sanitaria, istruzione, negozi e aree verdi, comporta un miglioramento della salute e della qualità della vita dei residenti contribuendo alla creazione di comunità più sane e felici (Frank et al., 2010). L'accessibilità può essere intesa come la capacità degli individui di partecipare alle attività messe a disposizione dalla comunità; per tale ragione essa rappresenta uno strumento fondamentale per valutare le condizioni minime, necessarie a garantire, alla totalità della popolazione, la possibilità di prender parte alla vita sociale ed economica della città. L'obiettivo, in particolare è quello di garantire un livello minimo di accessibilità 'activity participation' che eviti l'esclusione sociale (Abbasiano et al., 2023).

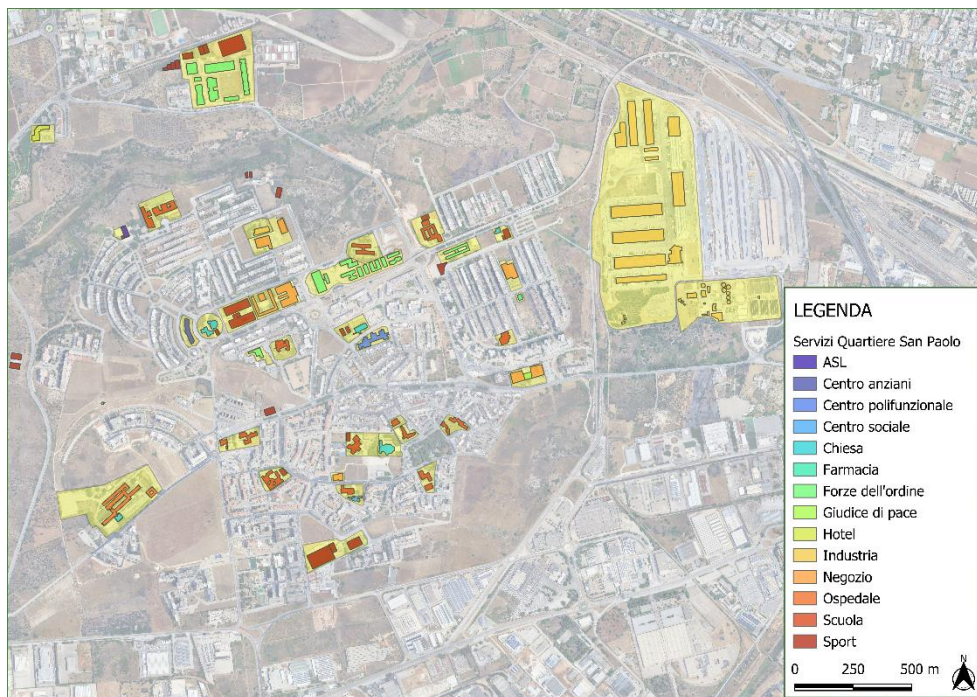


Figura 30_ Servizi Quartiere San Paolo
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Il quartiere San Paolo si presenta, ad oggi, come un quartiere dotato di una serie di tipologie di servizi che permettono un miglioramento della qualità della vita degli abitanti.

Nella rappresentazione viene evidenziata la totalità dei servizi presenti sul territorio; essi possono essere suddivisi in due categorie ben distinte:

- Servizi previsti dagli standard urbanistici nelle ‘aree a standard’; aree che, nel linguaggio urbanistico, rappresentano spazi da destinare ad uso pubblico secondo il D.M. 1444/1968, che stabilisce i parametri minimi da rispettare nei piani urbanistici per garantire una quantità adeguata di servizi collettivi.

La quantità complessiva di servizi da garantire, pari a 18 mq ad abitante, viene ripartita in quattro categorie:

- 1) Aree per l’istruzione (4,50 mq ad abitante);
- 2) Attrezzature di interesse comune (2,00 mq ad abitante);
- 3) Aree per spazi pubblici attrezzati a parco per il gioco e lo sport (9,00 mq ad abitante);
- 4) Aree per parcheggi (2,50 mq ad abitante).

- Servizi di interesse sovralocale, attrezzature, infrastrutture e spazi urbani che, per dimensione o funzione, servono non solo il quartiere ma un ambito territoriale più vasto.

Di seguito vengono riportati e descritti i diversi servizi la cui collocazione è illustrata attraverso apposite rappresentazioni cartografiche.

- **Aree per l'istruzione:**

Gli **istituti scolastici** all'interno del territorio vengono principalmente rappresentati dagli Istituti Comprensivi, aggregazioni amministrative e didattiche che riuniscono, sotto un'unica dirigenza, scuole dell'infanzia, primarie e secondarie di primo grado con l'obiettivo di garantire continuità educativa e una gestione più coordinata.

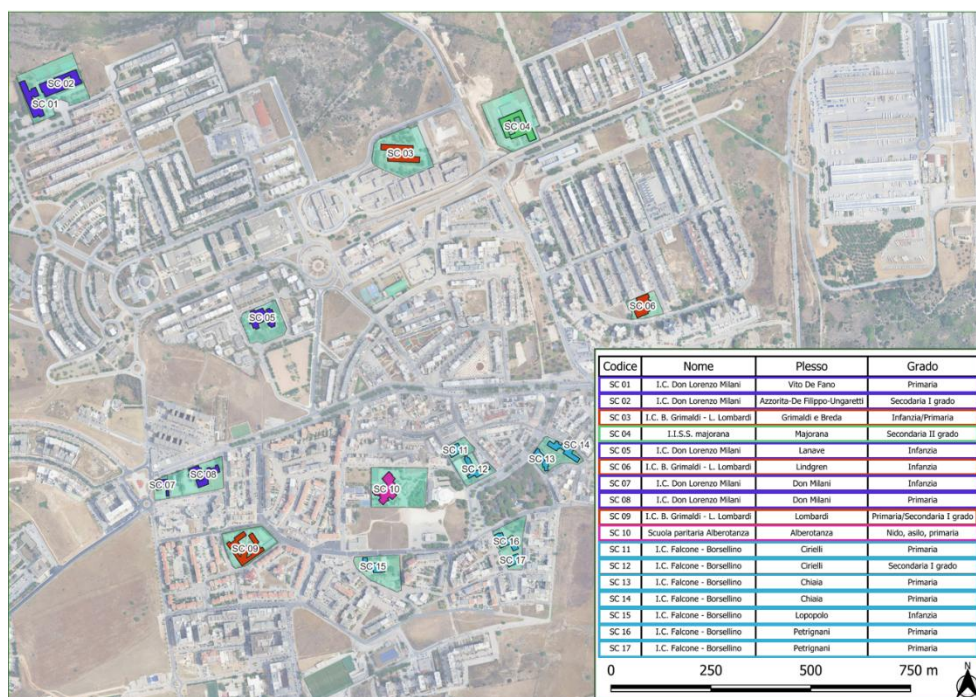


Figura 31 Istituti scolastici
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Nel quartiere San Paolo si contano tre istituti comprensivi, ai quali si affiancano: l'istituto secondario di secondo grado I.I.S.S. Majorana e la scuola paritaria Alberotanza, che include anche un asilo nido, l'unico presente in tutto il quartiere.

- **Attrezzature di interesse comune:**

Nelle attrezzature di interesse comune, come previsto dal decreto ministeriale, rientrano edifici religiosi, culturali, assistenziali, sanitari e amministrativi e pubblici servizi.

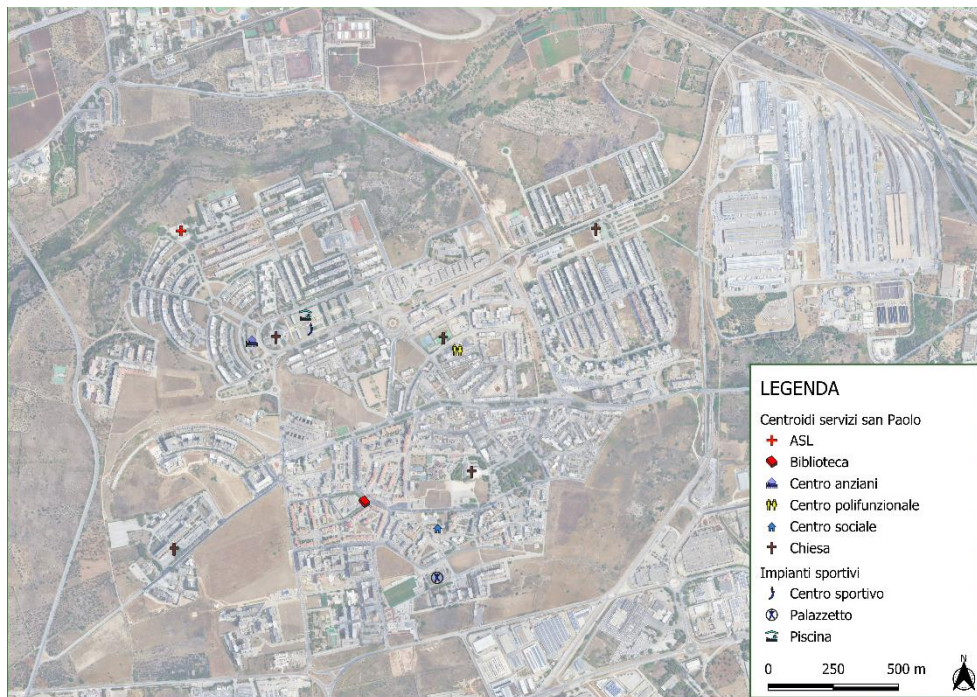


Figura 32_ Attrezzature di interesse comune
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Nei confini del quartiere vi è la presenza di molteplici **chiese**, dislocate in varie zone dello stesso.

Accanto ad una di esse ‘Parrocchia San Giovanni Bosco’, vi è un **centro polifunzionale** ‘Casa delle culture’. Promosso dall’Assessorato al Welfare del Comune di Bari, nasce per favorire l’accoglienza e l’inclusione sociale delle persone immigrate o senza fissa dimora, dunque in condizioni di estrema

vulnerabilità e marginalità sociale, presenti sul territorio cittadino, tramite laboratori, iniziative, attività, presentazioni, spettacoli e mostre⁸.

È poi presente, in una zona non troppo distante, un **centro sociale** ‘Mondo migliore’ luogo d’incontro per attività socioculturali e ricreative, volte a favorire l’aggregazione dei cittadini.

Accanto ad un'altra chiesa, ‘Parrocchia di San Gabriele dell'Addolorata’ è presente un **centro diurno per anziani**, dedicato anche a pazienti con patologie dementigene, fornito di giardini e spazi dedicati.

A completamento dei servizi assistenziali e sanitari vi è la presenza di un **centro diurno dipartimentale ASL** con funzione di poliambulatorio.

Per la componente culturale vi è la presenza, accanto alla scuola I.C. Grimaldi – Lombardi, in via Veneto, di una **biblioteca** Lombardi denominata della rete Colibrì.

All’interno del quartiere spiccano impianti sportivi di particolare rilievo come: lo ‘Sport Project’ di piazza Europa, un moderno **centro sportivo** dotato di sala pesi, sale fitness e che offre corsi di arti marziali e svariate tipologie di allenamento, oltre a una **piscina** che propone programmi specifici per tutte le età.

Di grande importanza è anche il **Palazzetto** PalaLaforgia, una struttura che ospita attività e competizioni di discipline come il basket e la pallavolo,

⁸ Fonte: Casa delle culture, Comune di Bari. Disponibile da: <https://casadelleculturebari.it/index.php/chi-siamo-casa-delle-culture-bari/> [consultato il 03 luglio 2025]

- **Aree per spazi pubblici attrezzati a parco per il gioco e lo sport:**

All'interno del quartiere sono presenti numerosi **campi sportivi** e **aree attrezzate a parco giochi** per bambini.

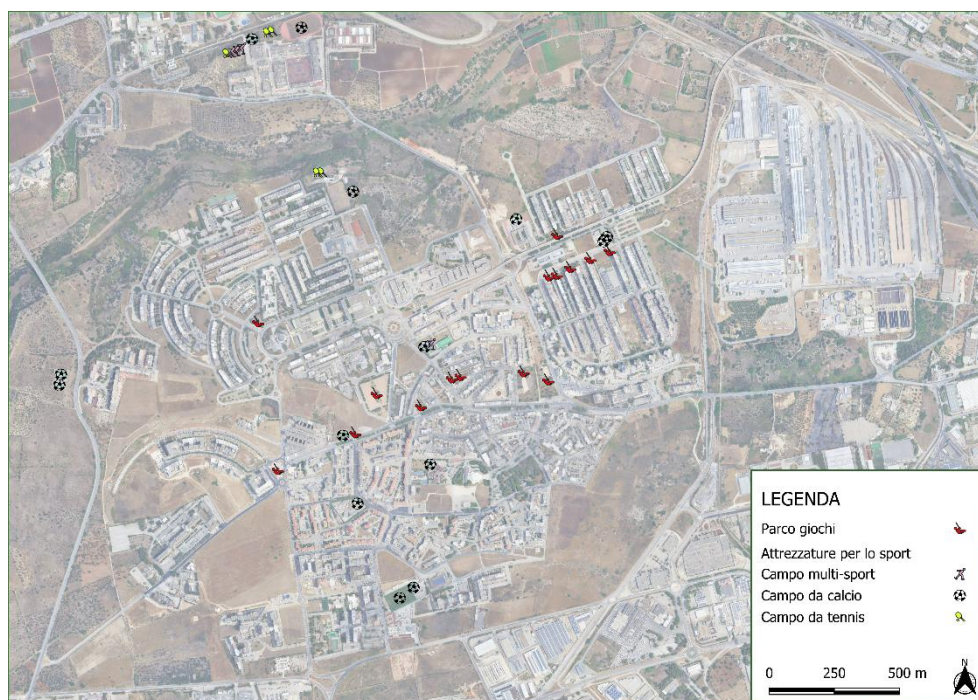


Figura 33_ Aree per spazi pubblici attrezzati a parco per il gioco e lo sport
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Tali spazi contribuiscono in modo significativo a migliorare la qualità della vita e a favorire la socialità tra gli abitanti. I campi sportivi sono di varia tipologia; si trovano, infatti, campi da calcio, da tennis e campi polivalenti, utilizzabili per diverse attività.

- **Aree per parcheggi:**

Il quartiere dispone di numerose aree destinate a **parcheggio**, articolate in spazi di sosta su strada e parcheggi pubblici dedicati. In alcuni casi, questi ultimi, sono stati realizzati adottando soluzioni che evitano

l'impermeabilizzazione completa delle superfici, contribuendo così a una gestione più sostenibile delle acque meteoriche.

- **Servizi di commercio al dettaglio**

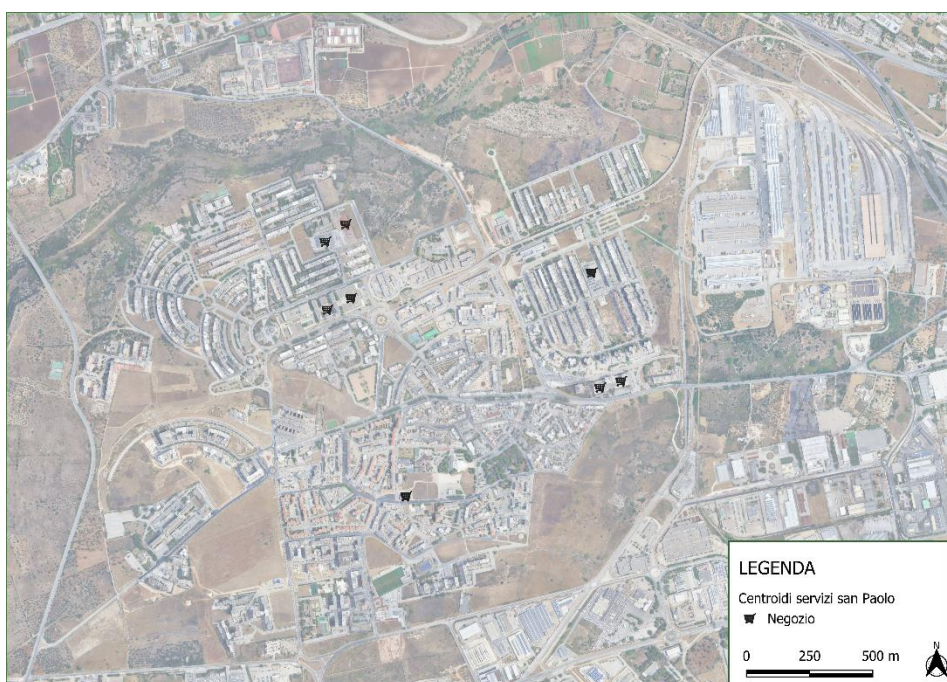


Figura 34_ Servizi di commercio al dettaglio
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Gli **spazi commerciali** appaiono eterogenei e distribuiti nel territorio; caratterizzati da una forte presenza di attività di vicinato, prevalentemente di piccole dimensioni, sono spesso situati nei locali al piano terra degli edifici residenziali.

Nella rappresentazione vengono evidenziati i supermercati e le principali aree destinate alle attività commerciali, come il caso di Piazza Europa, che costituisce uno dei poli più rilevanti sotto questo profilo.

- Servizi di interesse sovralocale



Figura 35_ Servizi di interesse sovralocale
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

L'attrezzatura di maggior rilievo è l'**ospedale** 'San Paolo', un importante punto di riferimento sanitario non solo per il quartiere, ma per l'intera città.

Il quartiere ospita varie istituzioni pubbliche, tra cui spicca, per il suo interesse sovralocale, la caserma della **Guardia di Finanza**.

Un elemento di particolare importanza sul territorio è l'**interporto**, una complessa infrastruttura logistica destinata allo scambio e alla gestione delle merci tra trasporto ferroviario e stradale. Questa struttura occupa un'ampia area nella parte orientale del quartiere, contribuendo in modo significativo alla caratterizzazione funzionale e produttiva della zona.

3.5 Mobilità e trasporto pubblico

Il quartiere San Paolo, pur essendo uno dei più popolosi della città di Bari, presenta serie criticità legate alla viabilità. La forte dipendenza dall'auto privata e una rete stradale non sempre adeguata a reggere i flussi veicolari rendono il quartiere fortemente congestionato.

A questo aspetto si aggiunge la carenza di collegamenti rapidi e diretti con le altre zone della città. Attualmente il quartiere risulta collegato al resto della città attraverso due diverse tipologie di trasporto pubblico: le linee autobus e il servizio ferroviario metropolitano, la frequenza del servizio, però, risulta spesso inadatta al soddisfacimento della domanda.

Le linee autobus che servono il San Paolo sono gestite da AMTAB, società del Comune di Bari. In particolare, le linee che collegano il quartiere sono:

- Linea 3, Bari centrale – Ospedale San Paolo, con una frequenza di 30 minuti
- Linea 13, Bari centrale – Dalfino San Paolo, con una frequenza di 30 minuti
- Linea 33, Deposito Amtab – San Pio, con una frequenza di 45 minuti
- Linea 53, Bari centrale - De Blasi San Paolo, con una frequenza di 30 minuti.

Il servizio ferroviario urbano è invece gestito da Ferrotramviaria, nell'ambito del sistema ferroviario metropolitano di Bari. La linea che collega direttamente il quartiere San Paolo con Bari Centrale è la FM1, che prevede una frequenza di passaggio di circa 60 minuti.

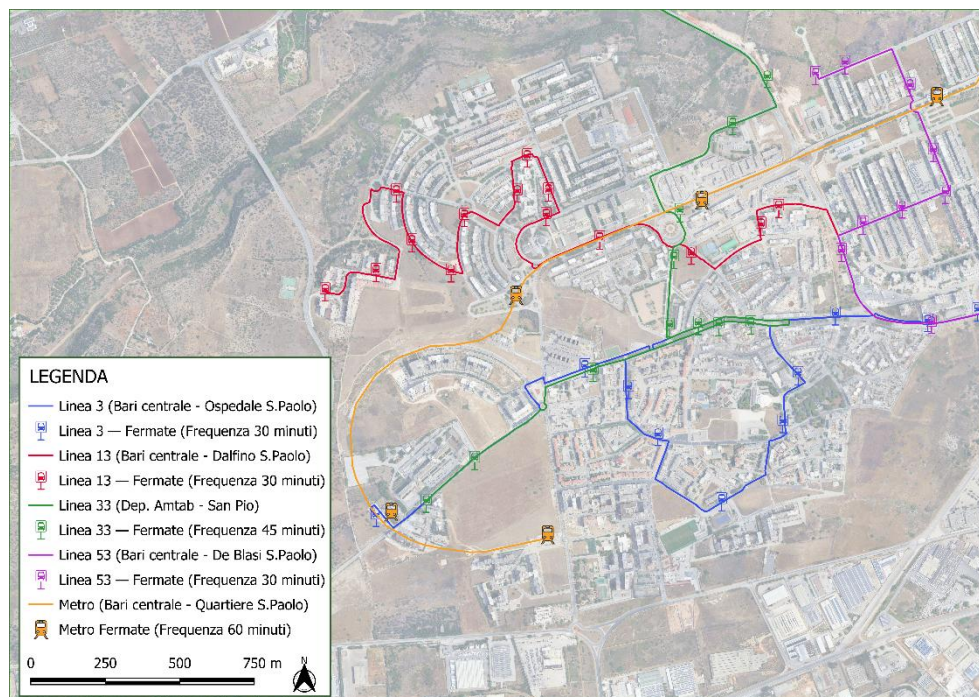


Figura 36_Servizi di trasporto pubblico
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Nonostante i recenti sforzi per promuovere la mobilità sostenibile, un altro aspetto critico è la carenza di percorsi per la mobilità lenta.

I marciapiedi presentano, in diversi punti, un cattivo stato di manutenzione e rendono complessi gli spostamenti a piedi.

Attualmente le piste ciclabili presenti sul territorio sono poche e frammentate, prive di una reale connessione tra loro e dunque poco funzionali a incentivare l'uso quotidiano della bicicletta. Tuttavia, secondo quanto previsto dal Biciplan comunale, parte del Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (P.U.M.S.), il Comune di Bari, con una comunicazione del 4 aprile 2025, ha annunciato l'avvio dei lavori per nuovi interventi di mobilità ciclistica e ciclovie urbane. Tra i progetti previsti spicca la realizzazione di un percorso ciclabile che collegherà l'aeroporto di Bari Palese con il quartiere San Paolo, mediante la costruzione di una pista ciclabile lungo viale Europa fino

all'intersezione con via Bruno Buozzi, per una lunghezza complessiva di circa 6 chilometri (Comune di Bari, 2025).

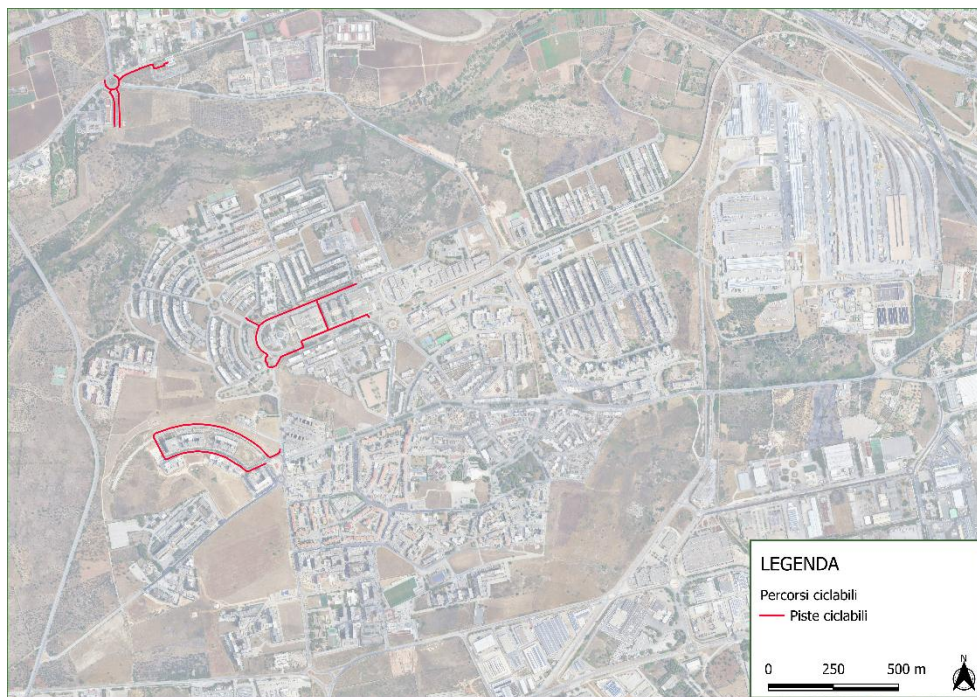


Figura 37_Percorsi ciclabili
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

3.6 Aree verdi

Le aree verdi all'interno delle città rappresentano un elemento fondamentale per la qualità della vita della popolazione. Un sistema verde ben progettato e adeguatamente connesso, che unisca in modo continuo spazi urbani ed extra-urbani attraverso parchi, giardini, filari alberati e altre superfici verdi, consente di raggiungere molteplici obiettivi in modo efficace.

Questi spazi contribuiscono a ridurre le emissioni di gas serra e a trattenere le polveri sottili, mentre, grazie all'ombra e all'evapotraspirazione, mitigano il microclima locale.

Inoltre, aumentano il benessere delle persone che li frequentano, riducono i consumi energetici degli edifici circostanti, migliorano la gestione delle acque meteoriche limitando il runoff e conferiscono maggiore attrattività e vivibilità

a strade e piazze, accrescendo anche il valore economico degli immobili adiacenti (Dessi et al., 2018).

Il quartiere San Paolo presenta una grande quantità di aree verdi, alcune di esse risultano però incolte, abbandonate o con scarsa possibilità di utilizzo da parte della popolazione; camminando per le vie del quartiere, infatti, ci si rende subito conto dello stato di abbandono in cui versano determinate aree con potenzialità elevate data la loro localizzazione. Ulteriori aree, invece, seppur attrezzate a parchi o playground per bambini, non si prestano a fungere da opere di adattamento o mitigazione ai cambiamenti climatici in quanto realizzate con metodologie che non concedono, o concedono in parte, benefici e vantaggi all'ambiente o agli utilizzatori.

Attraverso uno studio di inquadramento sono state individuate tutte le aree verdi attualmente presenti sul territorio ed è stata creata una visualizzazione d'insieme che permette di apprezzare tutte le tipologie.

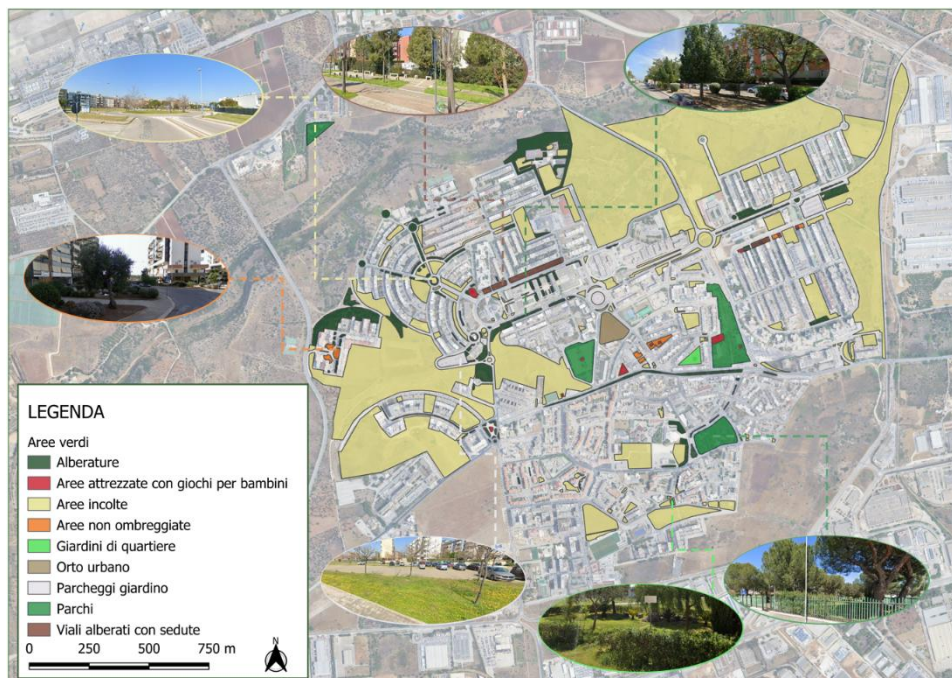


Figura 38 Aree verdi

Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Di seguito vengono illustrate le aree verdi attualmente presenti sul territorio, suddivise per tipologia e attrezzature presenti e, accompagnate da una valutazione dello stato dei luoghi.

3.6.1 Parchi

I parchi presenti all'interno del quartiere contribuiscono in misura diversa alla mitigazione del fenomeno dell'isola di calore, a causa delle differenti logiche progettuali che ne hanno guidato la realizzazione.

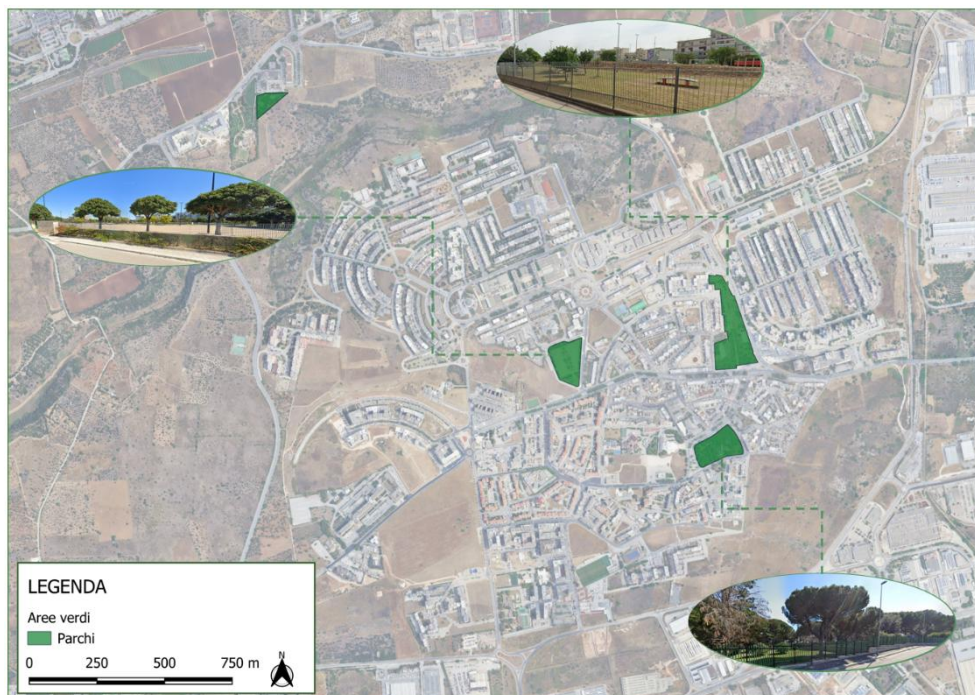


Figura 39_Parchi

Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Un'analisi più approfondita di ciascuno di essi evidenzia chiaramente come, tali differenze progettuali, influenzino l'efficacia microclimatica delle aree verdi.

Nella rappresentazione seguente si mostrano i tre parchi principali con la loro denominazione.



Figura 40 Denominazione parchi
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

- **Parco della legalità**

Il parco è stato concepito principalmente per ospitare il mercato rionale, motivo per cui è caratterizzato dalla presenza di ampie aree pavimentate destinate all’allestimento delle bancarelle e al transito dei relativi mezzi di supporto.

Di conseguenza, la vegetazione risulta limitata e concentrata prevalentemente lungo i margini del parco.



Figura 41 _Parco della legalità
Fonte: Google Maps Street View

- **Parco Giovanni Paolo II**

Parco di ampia estensione, oggetto di un recente intervento di riqualificazione finalizzato all'incremento del verde urbano e delle attrezzature sportive, per un investimento complessivo di circa 100.000 euro. I lavori, conclusi nel gennaio 2024, hanno previsto l'installazione di nuove attrezzature ginniche e ricreative, con l'obiettivo di promuovere l'aggregazione sociale e il benessere della comunità (Bari Today, 2024).

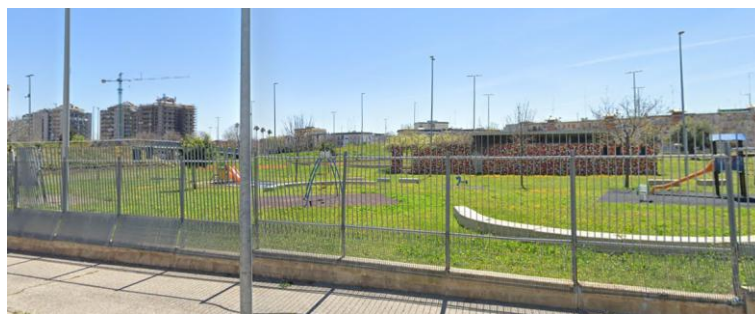


Figura 42 _Parco Giovanni Paolo II
Fonte: Google Maps Street View

L'intervento di greening ha comportato un significativo aumento della componente arborea, con la messa a dimora di carrubi e bagolari, nonché l'introduzione di specie arbustive quali mirto, lavanda, rosmarino, pitosforo,

buddleia e ligustro, contribuendo alla valorizzazione paesaggistica e al miglioramento delle condizioni microclimatiche del parco.

- **Pineta Giuseppe Romita**

Rappresenta uno degli spazi verdi più significativi della zona; nonostante l'alta densità edilizia circostante la pineta si presenta come un importante polmone verde e come un'area di aggregazione per i residenti che, nonostante i continui atti di vandalismo che portano al danneggiamento delle strutture presenti, continuano ad impegnarsi alla valorizzazione e la tutela di questo spazio verde che offre tutti i vantaggi ad esso annessi.



Figura 43 Pineta Giuseppe Romita
Fonte: Google Maps Street View

3.6.2 Alberature

Le alberature attualmente presenti sul territorio risultano essere significativamente sottodimensionate rispetto all'estensione complessiva del quartiere. Dall'analisi della distribuzione emerge chiaramente come la presenza di alberi sia concentrata in alcune aree specifiche, mentre altre parti del quartiere ne risultano del tutto prive.

In particolare, le zone situate a sud e ad est, caratterizzate da una forte densità edilizia, evidenziano una quasi totale assenza di alberature, con conseguenti criticità in termini di comfort ambientale, ombreggiatura e mitigazione delle temperature.

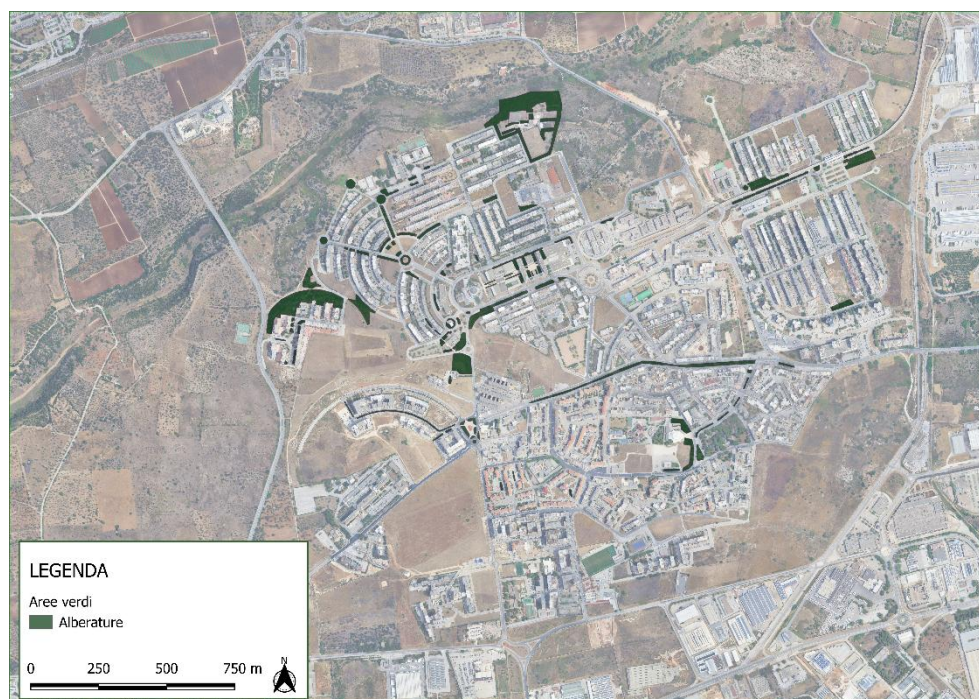


Figura 44 _Alberature in aree pubbliche
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Oltre alle alberature che ricadono in aree pubbliche sono stati presi in considerazione anche i filari di alberi presenti all'interno dei giardini o delle pertinenze di proprietà pubblica o privata.

Sebbene tali aree non possano essere oggetto di interventi pubblici e, pur non essendo fruibili dalla cittadinanza, tali elementi verdi svolgono comunque un ruolo significativo nella regolazione microclimatica, contribuendo all'abbattimento delle temperature grazie ai processi naturali di evapotraspirazione.

La loro presenza rappresenta un valore aggiunto, per il benessere ambientale complessivo del quartiere; inoltre, se situate lungo i confini delle proprietà, possono offrire ombra ai passanti che si apprestano a camminare nelle loro vicinanze e, quindi, fornire un ulteriore effetto benefico alla cittadinanza.



Figura 45 _Alberature in aree pubbliche e private
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

In questa rappresentazione è possibile osservare l'insieme completo delle alberature presenti all'interno del quartiere. Risulta evidente che, considerando anche quelle non direttamente collocate sul suolo pubblico, il quadro complessivo appare migliorato anche nelle zone più densamente edificate.

3.6.3 Viali alberati con sedute

I viali alberati muniti di sedute rappresentano una tipologia di spazio pubblico che unisce la funzione di connessione e attraversamento urbano con quella di sosta, socialità e benessere ambientale.



Figura 46_ Viali alberati con sedute
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Il viale alberato che si sviluppa lungo Via Nicola Cacudi costituisce un percorso pedonale e ciclabile in sede propria, affiancato da una fila regolare di alberature.



Figura 47_ Via Nicola Cacudi
 Fonte: Google Maps Street View

Come si può osservare dall'immagine tratta da Google Maps Street View, le specie arboree presenti sono a foglia caduca, una scelta che risponde sia ai

criteri funzionali che a quelli climatici. Durante la stagione estiva, la chioma degli alberi offre ombreggiamento e comfort termico a chi percorre il viale, mentre in inverno, con la caduta delle foglie, il percorso rimane esposto alla luce solare, favorendo il riscaldamento naturale.

3.6.4 Aree non ombreggiate

Le aree non ombreggiate sono appezzamenti in cui vi è la presenza di parchi giochi, sedute o attrezzature similari, in cui però non vi è possibilità di ritrovare refrigerio o ombreggiamento adeguato in quanto la vegetazione risulta assente o insufficiente.



Figura 48 _Aree non ombreggiate
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Le zone adiacenti a determinati parchi giochi per bambini, in particolare, risultano scarsamente ombreggiate poiché le alberature attualmente presenti sono di piccole dimensioni e non in grado di offrire una copertura efficace; si auspica, pertanto, che con la crescita degli alberi la situazione possa

migliorare nel prossimo futuro, garantendo maggiore comfort e fruibilità di questi spazi durante i mesi più caldi.

3.6.5 Aree attrezzate con giochi per bambini

Nel quartiere sono presenti numerose aree attrezzate con giochi per bambini, distribuite in diversi punti del territorio. Tuttavia, come evidenziato in precedenza, la condizione di tali aree risulta eterogenea, alcuni di questi spazi, infatti, risultano privi di ombreggiatura o dotati di un'ombreggiatura insufficiente. Ciò è dovuto all'assenza di vegetazione pensata per offrire protezione solare oppure alla presenza di alberature di recente impianto, che non hanno ancora raggiunto le dimensioni necessarie per garantire un efficace effetto di raffrescamento e comfort climatico.



Figura 49_ Aree attrezzate con giochi per bambini con ombreggiamento insufficiente
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

La rappresentazione ha l'obiettivo principale di evidenziare le aree prive o carenti di ombreggiatura naturale. Questi luoghi, infatti, rappresentano i contesti più idonei per l'attuazione di interventi mirati al potenziamento del verde urbano.

3.6.6 Giardini di quartiere

Nel quartiere sono state individuate soltanto due aree riconducibili alla categoria dei giardini di quartiere: spazi pubblici, di dimensioni inferiori rispetto ai parchi, ma che svolgono comunque una funzione importante per la comunità in quanto attrezzati con panchine e alberature.

A differenza dei parchi naturali, spesso destinati alla conservazione ambientale e soggetti a regolamentazioni specifiche per l'accesso, o dei giardini privati, riservati esclusivamente ai proprietari o ai residenti, i giardini pubblici sono concepiti per essere liberamente fruibili da tutti i cittadini.

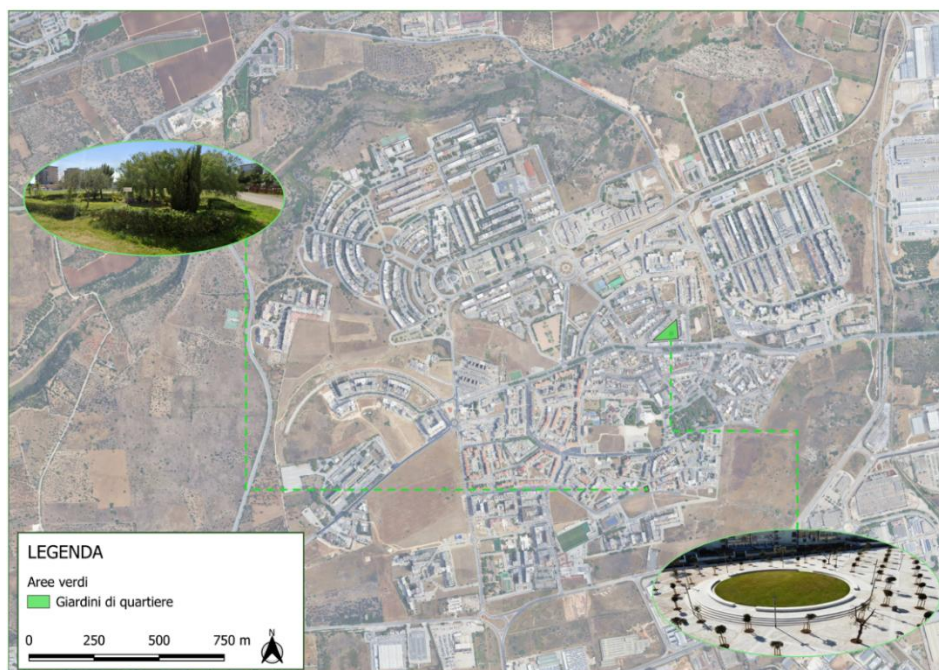


Figura 50_ Giardini di quartiere
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Il giardino San Pio, situato in Largo Maria Montessori, dispone di panche adeguate alla sosta e alla fruizione dell'ombra e del fresco offerto dalla vegetazione. In quest'area sono già presenti alberi di modeste dimensioni, che contribuiscono a garantire comfort climatico alla popolazione.



Figura 51_Giardino San Pio
Fonte: Google Maps Street View

La Corte Don Bosco (G124), inaugurata il 22 marzo 2025, deriva dal programma denominato G124 promosso dal senatore e architetto Renzo Piano; prevede la presenza di 127 alberi (allori e lecci) e un pavimento in terra stabilizzata drenante che consente all'acqua di penetrare e defluire naturalmente verso le falde.

Si inserisce in un progetto più ampio di greening e microforestazione urbana che offrirà spazi verdi alla popolazione per rispondere ai temi della povertà energetica, anche estiva, contrastando le isole di calore urbane e offrendo il primo 'rifugio climatico' della città di Bari (Puglia Planet, 2025).

Attualmente le chiome degli alberi necessitano di tempo per arrivare a formare un tetto verde che ombreggerà la piazza e sotto il quale i cittadini potranno trovare riparo.



Figura 52_ Corte Don Bosco

Fonte: Puglia Planet, G124- San Paolo: domani l'inaugurazione della corte Don Bosco con una festa di quartiere

3.6.7 Parcheggi giardino

I parcheggi giardino sono aree adibite alla sosta dei veicoli ma progettate integrando elementi naturali e vegetazionali ai fini della riduzione dell'impatto ambientale e per il miglioramento dell'estetica e del comfort urbano.

Dalla rappresentazione si evince che le pavimentazioni impiegate nelle aree analizzate non risultano essere completamente permeabili. In molti casi, infatti, persiste l'utilizzo di materiali tradizionali come l'asfalto, che è impermeabile e non consente il naturale assorbimento delle acque meteoriche da parte del suolo.

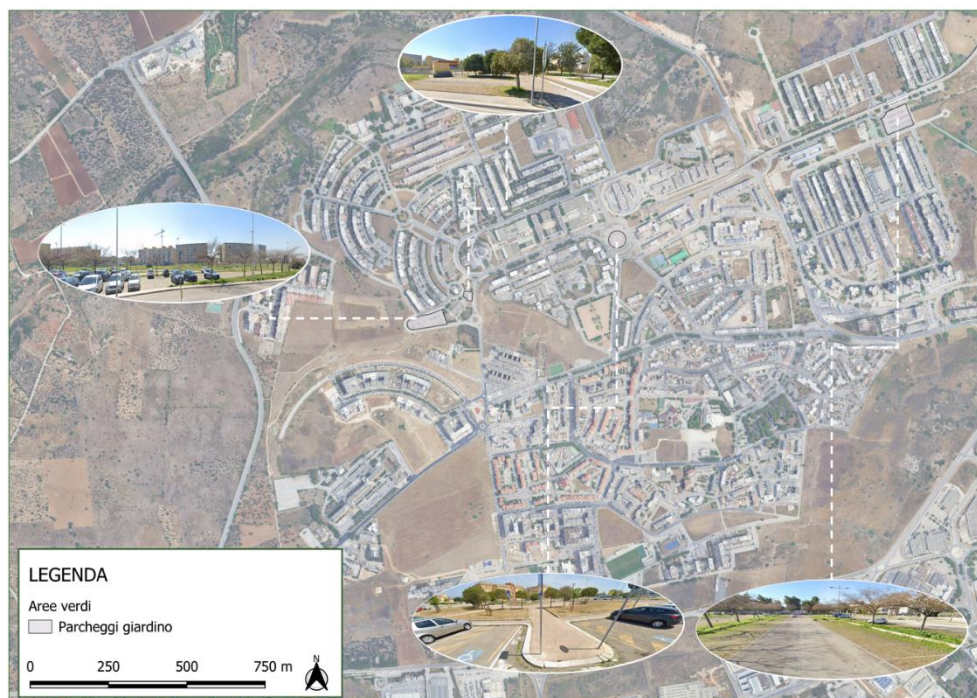


Figura 53_ Parcheggi giardini
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Questa scelta progettuale comporta una serie di criticità tra cui l'aumento del deflusso superficiale, il sovraccarico delle reti fognarie durante gli eventi piovosi e il mancato contributo alla ricarica delle falde acquifere. Inoltre, le superfici asfaltate tendono ad assorbire e trattenere calore, contribuendo all'innalzamento delle temperature locali e alla formazione di isole di calore urbane.

3.6.8 Orto urbano

L'area evidenziata nella rappresentazione è stata individuata nell'ambito della misura Rigenerazioni creative promossa dal Comune di Bari, assessorato all'Urbanistica (Comune di Bari, 2020). Il progetto prevede la rifunzionalizzazione di aree pubbliche inutilizzate, da recuperare e rivitalizzare attraverso interventi di giardinaggio condivisi, arte pubblica e animazione.

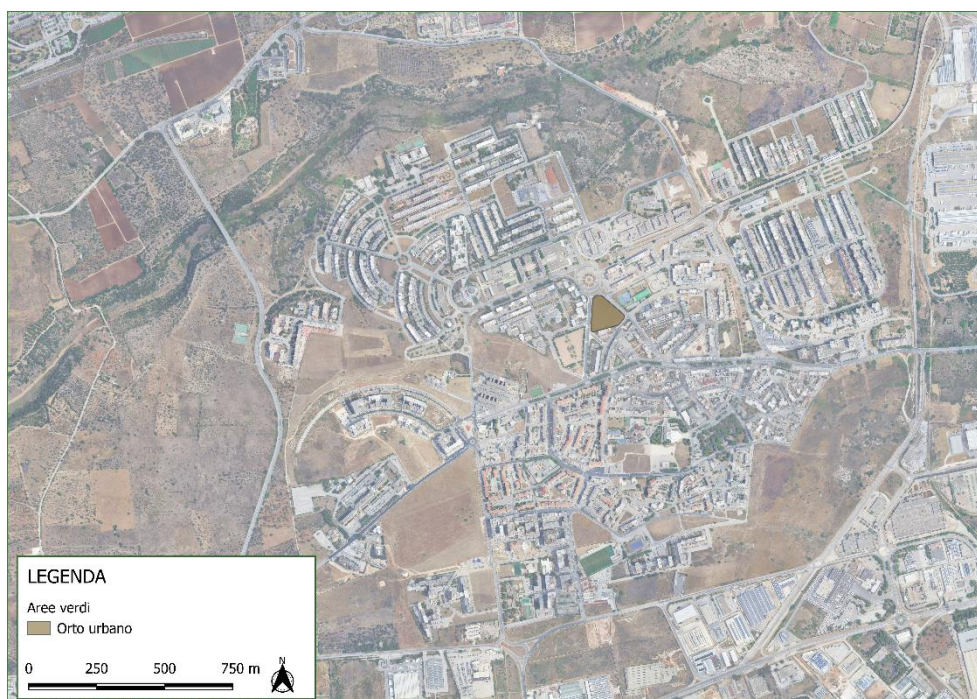


Figura 54_Orto urbano

Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

L'area interessata ha come obiettivo quello della realizzazione di un bosco sociale, ovvero un percorso formativo rivolto alla cittadinanza su come prendersi cura del verde.

Il progetto prevedeva la piantumazione di 477 specie arboree e arbustive su di un'area che si estende per 10.700 mq.

Le specie, in accordo con il contesto urbano, contribuiscono all'incremento della biodiversità e della valenza naturalistica e paesaggistica del luogo.

Il risultato è un'area boscata naturale in contesto urbano.

L'8 gennaio 2021 è stata consegnata la prima area all'associazione capofila TRACCEVERDI e, sino al 22 marzo 2023 si sono svolti all'interno delle aree incontri e attività di piantumazione⁹.

⁹ Fonte: Urban Center Bari, Un bosco urbano nel quartiere San Paolo per arricchire la biodiversità e creare un nuovo luogo d'incontro per i residenti. Disponibile da: <https://www.urbancenterbari.it/urban-progetti/san-paolo/> [consultato il 06 luglio 2025]

4. LA PROPOSTA PROGETTUALE

4.1 Analisi della temperatura superficiale

L'urbanizzazione mondiale ha rimodellato profondamente il paesaggio, con importanti implicazioni climatiche a diverse scale, dovute alla trasformazione della copertura naturale del suolo e all'introduzione di superfici impermeabili. La temperatura superficiale del terreno è uno dei parametri fondamentali per comprendere i modelli climatici e i meccanismi di interazione tra la superficie terrestre e l'atmosfera.

Misurata nei primi centimetri di suolo, rappresenta un indicatore del bilancio energetico del terreno, utile a valutare quanta energia viene assorbita e quanta riflessa. Questa temperatura influisce direttamente sulla crescita delle piante e può essere impiegata per monitorare condizioni di siccità e altri cambiamenti ambientali oltre che per monitorare le ondate di calore e le isole di calore urbane.

4.1.1 Metodologia di analisi della temperatura superficiale

L'identificazione e la caratterizzazione delle isole di calore urbane si basano generalmente sulla Land Surface Temperature (LST). La temperatura superficiale varia nello spazio a causa dell'eterogeneità della copertura del suolo e di fattori atmosferici.

Sebbene i rilievi sul terreno permettano una classificazione accurata dell'uso del suolo, questi risultano costosi, lunghi e complessi da effettuare e, per tale ragione, il telerilevamento si dimostra come l'alternativa più efficiente.

L'utilizzo di dati a media risoluzione spaziale, come quelli forniti da Landsat o SPOT, risulta adatta per la mappatura della copertura del suolo o della vegetazione su scala locale o regionale (Jeevalakshmi et al., 2017).

I satelliti Landsat 8 e Landsat 9 fanno parte del programma Landsat, una delle missioni di osservazione della Terra più longeve, avviata nel 1972. Questi satelliti sono gestiti da USGS (U.S. Geological Survey) e NASA e hanno come obiettivo principale il monitoraggio della superficie terrestre.

Il Landsat 8 è stato lanciato nel 2013 e presenta una ripetizione orbitale di 16 giorni. Il Landsat 9, lanciato nel 2021, ha caratteristiche simili al suo predecessore ma con miglioramenti nella calibrazione radiometrica e nella stabilità dei dati. La combinazione di entrambi i satelliti permette di ridurre il tempo di ripetizione orbitale a otto giorni, aumentando così la frequenza di acquisizione delle immagini.

Entrambi sono equipaggiati con due strumentazioni principali:

- 1) Operational Land Imager (OLI), che acquisisce immagini multispettrali con risoluzione spaziale di 30 metri in otto bande, distribuite nelle regioni del visibile, del vicino infrarosso (NIR) e dell'infrarosso a onde corte (SWIR). Dispone inoltre di una banda pancromatica in bianco e nero, con risoluzione di 15 metri, che consente di migliorare la nitidezza delle immagini multispettrali grazie alla risoluzione doppia.
- 2) Thermal Infrared Sensor (TIRS), che misura la radianza termica con risoluzione spaziale di 100 metri attraverso due bande nell'intervallo atmosferico di 10 e 12 μm .

La risoluzione spaziale indica il livello di dettaglio ottenibile; corrisponde alla dimensione dell'area terrestre rappresentata da ogni singolo pixel dell'immagine acquisita.

I satelliti Landsat offrono molte possibilità per stimare la Land Surface Temperature (LST) e analizzare il calore urbano. Essi, tramite la banda 10,

rilevano la radianza termica, ovvero l'energia emessa dalla superficie terrestre nell'infrarosso termico.

Questa energia viene convertita in un valore digitale, il DN (Digital Number), che successivamente viene trasformato in temperatura di luminosità (Brightness Temperature, BT) attraverso formule con costanti note.

In seguito, viene calcolato l'indice di vegetazione a differenza normalizzato (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), un indice fondamentale per distinguere i diversi tipi di copertura del suolo nell'area di studio. L'NDVI si ottiene dalla differenza normalizzata tra la banda rossa e la banda del vicino infrarosso per ogni pixel.

Dal valore di NDVI si ricava la vegetazione proporzionale (Pv), che stima la percentuale di copertura vegetale in ogni pixel dell'immagine satellitare.

Si passa quindi a calcolare l'emissività della superficie (Land Surface Emissivity, LSE), un fattore che indica quanto la superficie terrestre si comporta come un corpo nero ideale nell'emissione di radianza. L'emissività dipende dalla natura della superficie e della vegetazione, e viene stimata usando l'NDVI e il Pv precedentemente calcolati.

L'ultimo passo è il calcolo della LST, utilizzando la temperatura di luminosità (BT) espressa in gradi Celsius e l'emissività (LSE) tramite una formula specifica (Jeevalakshmi et al., 2017).

Per semplificare tutto il processo, esistono plugin dedicati, come il plugin RS&GIS, che permette di ottenere facilmente il file raster (.tif) della LST di una determinata area leggendo le bande termiche e automatizzando tutte le operazioni descritte in precedenza. Questo strumento fornisce una mappa georeferenziata utilizzabile per studi sulle isole di calore urbane.

È importante ricordare che la LST riflette la temperatura della superficie terrestre (suolo, tetti, strade, vegetazione) nel momento esatto del passaggio del satellite. Non rappresenta una media giornaliera, ma un'istantanea.

Questo permette di quantificare l'intensità dell'isola di calore urbana a livello della superficie terrestre in un momento specifico della giornata, fornendo dati fondamentali per pianificare interventi mirati, come l'adozione di soluzioni basate sulla natura (NBS), con maggiore efficacia.

Tuttavia, per ottenere una valutazione più completa e accurata del fenomeno dell'isola di calore urbana, soprattutto per studi specifici sulla variabilità climatica di determinate aree, è necessario integrare la LST con misure della temperatura dell'aria raccolte tramite stazioni meteorologiche, oltre a condurre analisi sulla variabilità termica su scala temporale giornaliera.

La temperatura superficiale del terreno è, infatti, solo uno dei fattori da cui le isole di calore urbane dipendono; l'ambiente costruito, le superfici impermeabili diffuse, la geometria urbana con parametri come il rapporto H/L (altezza degli edifici/ampiezza delle strade), l'orientamento degli edifici, la ventilazione e la presenza di specchi d'acqua sono tutti fattori determinanti nell'intensificarsi del fenomeno delle isole di calore urbane (Leone e Balena, 2019). Per comprendere appieno la variabilità del fenomeno delle isole di calore urbane, quindi, è fondamentale condurre un'analisi dettagliata a livello zonale.

Per l'obiettivo di questa tesi, la stima della temperatura superficiale e l'individuazione delle aree più critiche, secondo tale parametro, risultano sufficienti in quanto consentono di effettuare prime valutazioni per il posizionamento di interventi di adattamento e mitigazione climatica, basati sulle reali esigenze del territorio. Queste valutazioni preliminari possono infatti guidare la pianificazione di interventi mirati, come l'incremento della copertura vegetale o la gestione delle superfici impermeabili, per ridurre l'intensità dell'effetto isola di calore e migliorare il comfort termico urbano.

4.1.2 Applicazione della metodologia al quartiere San Paolo

Per poter analizzare il quartiere San Paolo sono stati utilizzati i dati Landsat recepiti dal sito del Servizio Geologico degli Stati Uniti (USGS) denominato Earth Explorer¹⁰ e, come riferimento temporale, è stato inizialmente scelto il 22 luglio 2024, giorno in cui è stata registrata la temperatura media globale più alta dell'anno¹¹.

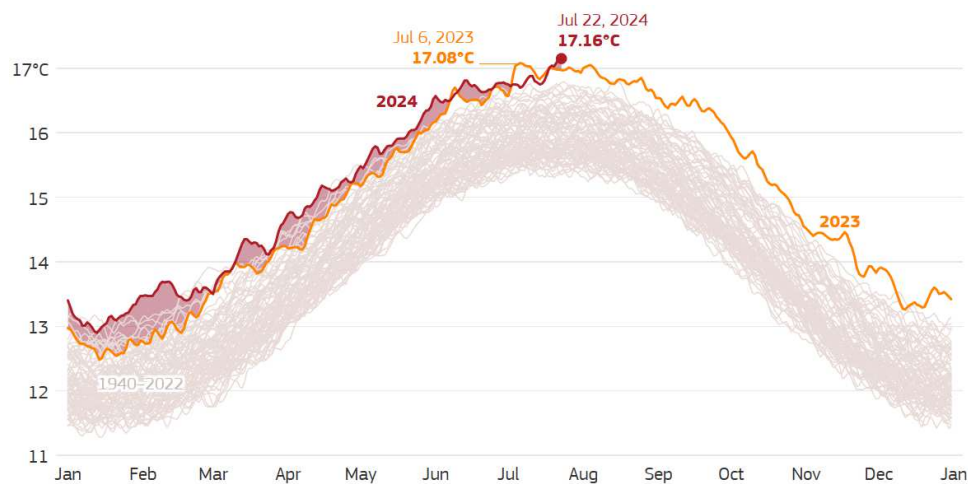


Figura 55_Temperatura media giornaliera globale
Fonte: Copernicus Climate Change Service C3S/ECMWF

In immagine viene mostrata la temperatura media giornaliera globale dell'aria superficiale per il 2024 (in rosso), 2023 (in arancione) e per tutti gli anni dal 1940 al 2022 (in grigio).

L'ombreggiatura rossa evidenzia la differenza tra le temperature medie giornaliere globali del 2024 e del 2023, nei giorni in cui il 2024 è stato più caldo del 2023.

¹⁰ Fonte: USGS science for a changing world, Earth Explorer. Disponibile da: <https://earthexplorer.usgs.gov/> [consultato il 16 maggio 2025]

¹¹ Fonte: Copernicus Climate Change Service, New record daily global average temperature reached in July 2024. Disponibile da: <https://climate.copernicus.eu/new-record-daily-global-average-temperature-reached-july-2024> [consultato il 01 luglio 2025]

Tuttavia, poiché i dati relativi a quella giornata non erano disponibili per l'area di interesse, considerando la frequenza di acquisizione dei satelliti, si è deciso di utilizzare la data più vicina disponibile: il 20 luglio 2024.

L'analisi effettuata ha consentito di individuare le aree potenzialmente più vulnerabili, caratterizzate da valori termici più elevati. I risultati emersi si discostano parzialmente dalle dinamiche tipiche del fenomeno dell'isola di calore urbana, evidenziando come alcune zone a prevalente uso agricolo presentino temperature superiori rispetto ad aree urbanizzate ad alta densità edilizia.

Tale anomalia può essere parzialmente attribuita alle proprietà radiative delle superfici, in particolare all'albedo.

Le superfici agricole che mostrano temperature più elevate sono principalmente costituite da terreni arati o incolti, caratterizzati da una bassa riflettanza a causa della loro colorazione scura (marrone), che favorisce l'assorbimento della radiazione solare.

Al contrario, le superfici edificate, sebbene densamente costruite, presentano materiali e finiture di colorazione più chiara, con conseguente incremento dell'albedo e maggiore capacità riflettente.

Questo comporta una riduzione dell'assorbimento di energia solare e, di conseguenza, delle temperature superficiali rilevate.

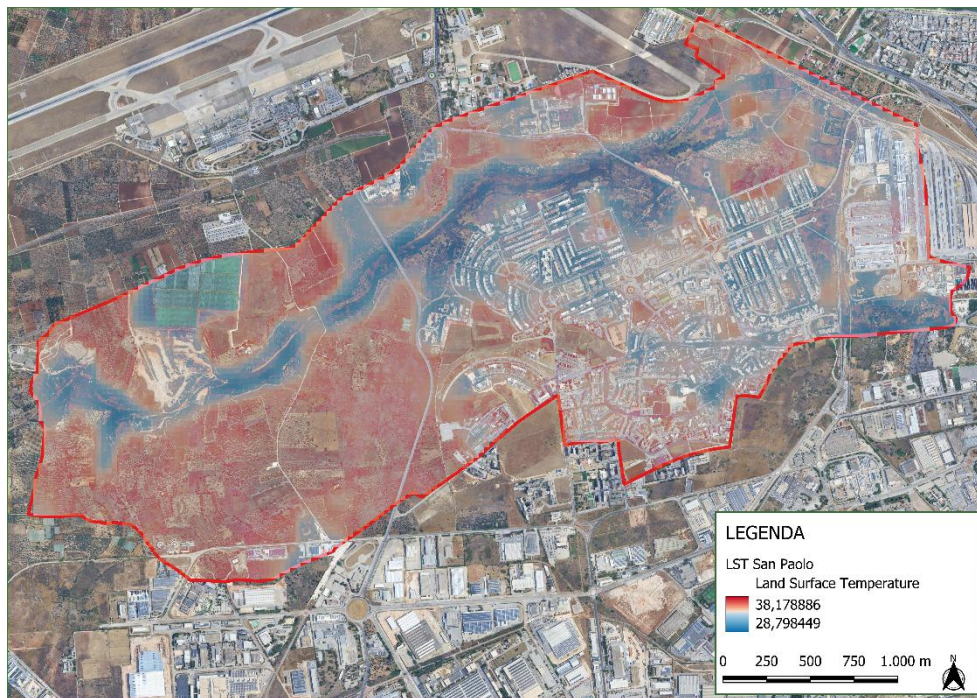


Figura 56_Land Surface Temperature
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Come evidenziato dalla rappresentazione, le aree che registrano i valori termici più elevati corrispondono prevalentemente alle superfici agricole localizzate nella porzione sud-occidentale del quartiere. Al contrario, le temperature più contenute si osservano in corrispondenza della Lama Balice. Tale comportamento è attribuibile alla presenza di un'estesa copertura vegetale che attiva efficacemente meccanismi di regolazione microclimatica quali l'evapotraspirazione, l'ombreggiamento e un maggiore albedo rispetto alle superfici artificiali circostanti.

Questi fattori concorrono sinergicamente alla mitigazione dell'effetto isola di calore urbana.

Le aree adiacenti alla Lama Balice, pur caratterizzate da un'elevata densità edilizia, presentano temperature più contenute rispetto ad altre zone con minore quantità di edifici. Ciò è dovuto presumibilmente al fatto che gli

edifici, per quanto alti, sono molto ben distanziati tra loro e c'è una buona copertura vegetazionale nelle aree ricomprese tra gli stessi.

Nelle aree con maggiore densità di edifici, come il primo nucleo CEP, la scarsa copertura vegetale nelle aree non edificate, dovuta alla presenza di suoli incolti o poco ricchi di vegetazione idonea, limita la capacità di mitigazione dell'effetto isola di calore urbana.

Come evidenziato nelle rappresentazioni successive, alcune aree destinate al verde pubblico, anche di dimensioni considerevoli, non esercitano un'influenza significativa sulla riduzione delle temperature superficiali. In particolare, l'orto urbano e il parco della legalità, pur essendo stati concepiti con l'obiettivo di offrire benefici ambientali, presentano temperature superficiali superiori rispetto alle aree edificate limitrofe.

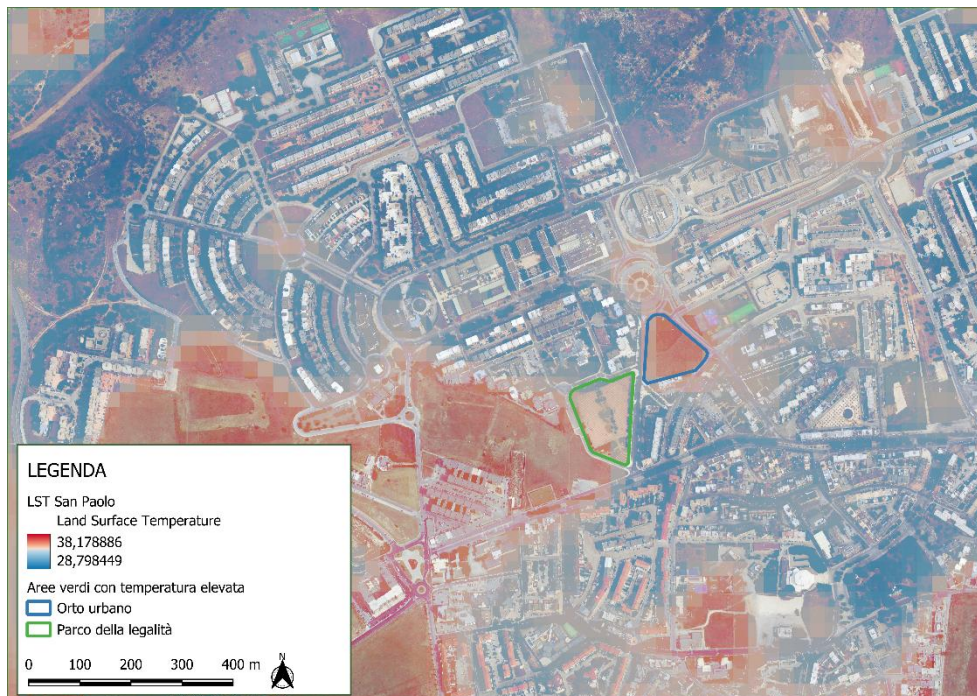


Figura 57_ Land Surface Temperature e aree verdi con temperatura elevata
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Questo effetto può dipendere da diversi fattori quali: la tipologia e densità della vegetazione, il grado di irrigazione, la natura del suolo o la gestione del verde stesso. Il parco della legalità, ad esempio, concepito per ospitare il mercato rionale, presenta ampie aree pavimentate e poca vegetazione, caratteristiche che riducono significativamente la capacità di raffrescamento del luogo.

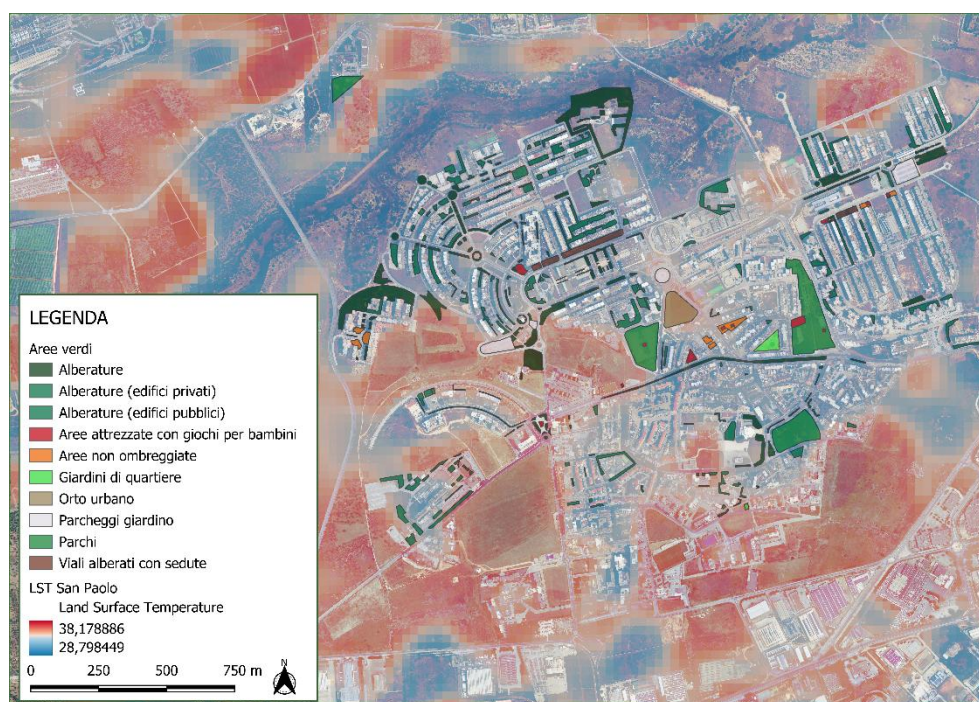


Figura 58_Land Surface Temperature e aree verdi
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Per analizzare il fenomeno sono stati presi in considerazione anche i filari di alberi presenti all'interno dei giardini o delle pertinenze di proprietà pubblica o privata per le ragioni precedentemente esplicate.

Per poter apprezzare la variabilità delle temperature anche in una formulazione differente, attraverso l'ausilio della funzione 'Statistiche zonali' del software QGIS, che permette di associare delle statistiche ad un layer

poligonale partendo dalle informazioni di un raster, sono state calcolate le temperature superficiali medie di ogni sezione censuaria, in modo da valutare quelle che risultano essere le sezioni più soggette al fenomeno isola di calore urbana.

Lo strumento ‘Statistiche zonali’ permette di calcolare statistiche come la media, sui valori di un raster (LST), aggregandoli in base a delle zone definite da un layer vettoriale (sezioni censuarie); per ogni poligono automaticamente estrae tutti i pixel del raster che cadono al suo interno e calcola le statistiche. Nel caso della LST, a ciascun pixel corrisponde un valore di temperatura superficiale; pertanto, la media dei valori dei pixel, rappresenta la temperatura superficiale media di quella determinata area.

Il risultato viene salvato direttamente nella tabella attributi del layer vettoriale come un nuovo campo così, ogni poligono, avrà associata la sua media di temperatura calcolata sulla base dei dati raster sottostanti.

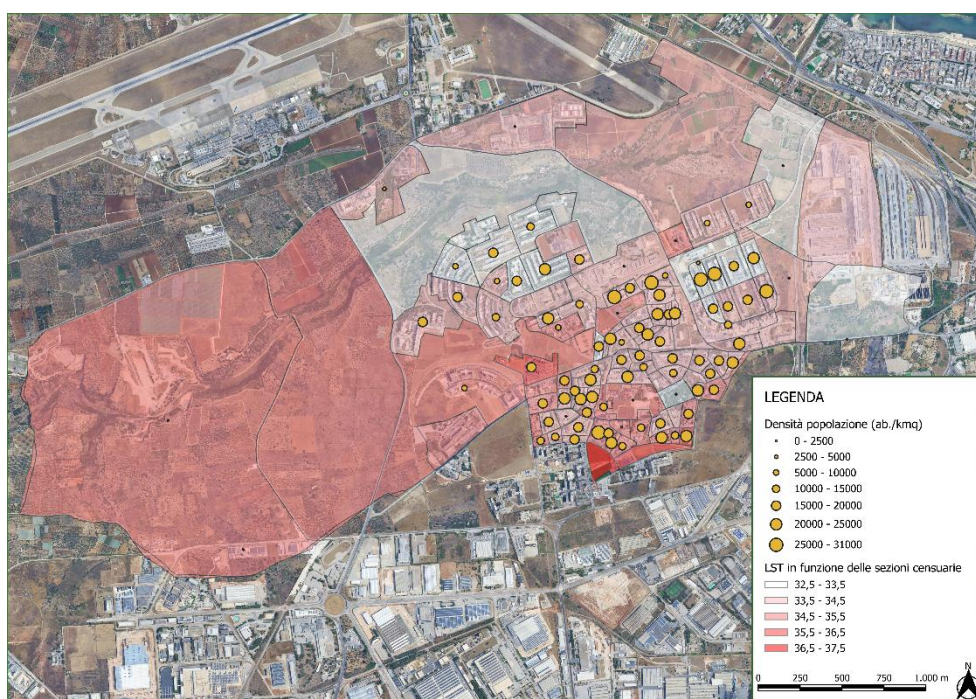


Figura 59 Land Surface Temperature in funzione delle sezioni censuarie
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Per valutare maggiormente le aree più a rischio, ad ogni sezione censuaria, è stata associata la densità abitativa, calcolata tramite lo strumento calcolatore di campi offerto dal software QGIS.

Il risultato ottenuto dimostra che determinate aree, pur avendo un'alta densità abitativa, presentano una temperatura superficiale media inferiore rispetto ad altre zone. Questo esito evidenzia come, la sola densità abitativa, non sia un indicatore sufficiente per spiegare la distribuzione delle temperature superficiali. Fattori come la presenza di aree verdi, la tipologia del costruito, i materiali utilizzati e la ventilazione urbana possono contribuire a mitigare le temperature anche in zone densamente popolate.

4.2 Il ruolo delle aree verdi nella progettazione e riqualificazione delle città

Il concetto di 'verde urbano' ha assunto, nel tempo, significati e interpretazioni differenti, variando a seconda del periodo storico e delle specifiche esigenze delle società.

Nasce con l'illuminismo e, in tale periodo storico, assume valore di apparente eguaglianza sociale durante la Rivoluzione francese; nei boulevards e nelle aree verdi, i piccoli borghesi e proletari potevano liberamente passeggiare accanto agli aristocratici, cosa che non sarebbe mai stata possibile nei giardini della reggia di Versailles.

Nell'Ottocento, sull'onda di iniziative analoghe diffuse nel resto d'Europa, sorgono i primi giardini pubblici nelle principali città italiane. Molti degli attuali parchi nascono proprio con l'obiettivo di guidare lo sviluppo delle aree cittadine in modo armonioso, non solo rispettando il decoro urbano, ma anche rispondendo a precise esigenze di salute pubblica e alla necessità di riqualificare quartieri degradati o aree industriali dismesse (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, 2022).

Negli anni si è passati da una concezione prettamente igienico-funzionale delle aree verdi ad una visione che riconosce loro un ruolo strategico per la sostenibilità ambientale, il rafforzamento della biodiversità e il benessere sociale degli insediamenti urbani. Ogni spazio verde permeabile e vegetato, dal piccolo giardino di quartiere al parco urbano, passando per rotonde, aree agricole, boschi, orti e giardini situati in aree urbane o peri-urbane, costituisce una tessera di una rete ecologica locale, un mosaico di naturalità diffusa che si alterna alla trama grigia del costruito.

Grazie alla loro implementabilità a varie scale e ai servizi ecosistemici che offrono, le aree verdi risultano essere una soluzione economicamente vantaggiosa e socialmente desiderabile.

I servizi ecosistemici non sono altro che i benefici che la società umana trae dalla natura, dalle sue funzioni e dai processi vitali dei sistemi naturali, anche nei contesti sempre più antropizzati del territorio. Tali servizi ambientali quali la termoregolazione, la mitigazione del fenomeno dell'isola di calore urbana o la riduzione del deflusso idrico superficiale, contribuiscono in modo significativo a migliorare la qualità della vita e a rafforzare la capacità di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici.

Non meno importanti sono i benefici legati alla possibilità di muoversi e svolgere attività fisica all'aperto, nonché di rigenerarsi dallo stress urbano; aspetti che, oltre a promuovere la salute, contribuiscono al benessere psicofisico complessivo della popolazione (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, 2022).

La problematica degli spazi residuali urbani comincia a diventare un problema che reclama una soluzione nella seconda metà del Novecento quando, l'espansione senza precedenti delle città, avvenuta in gran parte attraverso lottizzazioni per la maggiore a carattere speculativo, produsse molteplici spazi 'minori', frammentati e spesso di limitate dimensioni con forme disperate e poco sfruttabili dal punto di vista edilizio.

A partire dalla fine degli anni sessanta sono sempre più aumentati gli interventi di rigenerazione urbana rivolti alla valorizzazione degli spazi residuali e, ad oggi, risultano tra le tipologie di intervento sullo spazio pubblico tra le più incentivate a livello internazionali (Lauria, 2017).

Tali interventi, che possono essere di rinaturalizzazione o di progettazione di attrezzature appositamente studiate per i luoghi, hanno portato ad un risanamento delle città e dei luoghi abbandonati o degradati anche se, a differenza di altre componenti del paesaggio, gli spazi residuali urbani sono difficili da definire ed identificare in modo preciso. Solitamente per essi si intendono spazi di dimensioni modeste, indicativamente quelle di un lotto edificabile, generalmente delimitati su due o tre lati da edifici o con affaccio diretto sui marciapiedi (Città metropolitana di Milano, 2020). Spesso sono aree intercluse, marginali, piccole e prive di funzioni relazionali ma dotate di un potenziale sociale, identitario ed ambientale e, la loro ricchezza, è proprio la ridotta dimensione che consente una facile gestione e manutenzione (Lauria, 2017).

L'idea dei micro-parchi (pocket parks) nasce negli anni sessanta ad Harlem, New York, in un momento di forte tensione sociale caratterizzato dal conseguente degrado dello spazio pubblico. Il loro concetto viene ripreso negli anni novanta a Lione e, recentemente a Copenaghen che, nella definizione della propria strategia di sviluppo, ha identificato i 5 elementi chiave che li contraddistinguono:

- 1) Dimensioni massime pari a 5.000 m²
- 2) Un elemento verde visibile
- 3) Apertura e un'immagine positiva
- 4) Demarcazione e protezione
- 5) Identità e comunità locale

La loro realizzazione può contribuire alla distribuzione più ampia dei vantaggi che, usualmente, si associano ai parchi urbani; essi sono, difatti, strumenti di progettazione a piccola scala, luoghi intermedi tra la dimensione pubblica e la dimensione privata.

Le aree più appropriate per la creazione di questa rete di aree verdi possono essere corti interne, fasce cuscinetto rimaste libere o aree intercluse abbandonate (Città metropolitana di Milano, 2020).

Il sistema di micro-parchi è adattabile sia ai contesti compatti e strutturati, sia ai tessuti meno densi.

L'obiettivo cardine, però, rimane quello di dotare i frammenti di città di aree verdi, possibilmente con funzioni di drenaggio delle acque di prima pioggia, oltre che di riduzione delle temperature, munirle di attrezzature che possono essere utilizzate per lo sport, per lo svago e la sosta, così da renderle soluzioni naturalistiche colorate e fruibili, con tutti i benefici climatici annessi.

Per il bene della collettività e nell'ottica di promuovere uno sviluppo urbano sostenibile, quindi, si ritiene opportuno incentivare la riqualificazione e valorizzazione di spazi inutilizzati nel quartiere, ai fini della creazione di una rete di micro-parchi dotati di NBS, in zone idonee per contrastare e mitigare gli effetti dell'isola di calore urbana, così da rafforzare il senso di appartenenza e la coesione sociale della comunità oltre che aumentare la resilienza del tessuto urbano e valorizzare aree, altrimenti soggette a degrado e disuso.

Il quartiere San Paolo, grazie alle sue numerose aree incolte, si presta a diventare un terreno fertile per l'implementazione di tali concetti; inoltre, la valorizzazione e l'incremento della naturalità nelle aree verdi già esistenti, potrebbero favorire la creazione di una rete ecologica estesa su tutto il territorio volta, inoltre, alla salvaguardia della biodiversità in modo da

contrastare la frammentazione degli habitat e consentire il movimento della specie.

4.3 Analisi delle aree incolte

Per l'implementazione di una possibile rete di micro-parchi, oltre alla valorizzazione delle aree esistenti, principio cardine è l'individuazione di aree residuali incolte o degradate; il territorio del quartiere presenta una quantità significativa di aree incolte, costituite sia da lotti non edificati, sia da spazi di connessione tra insediamenti urbani che, per diverse ragioni, non risultano pienamente continui o integrati con il tessuto costruito circostante.

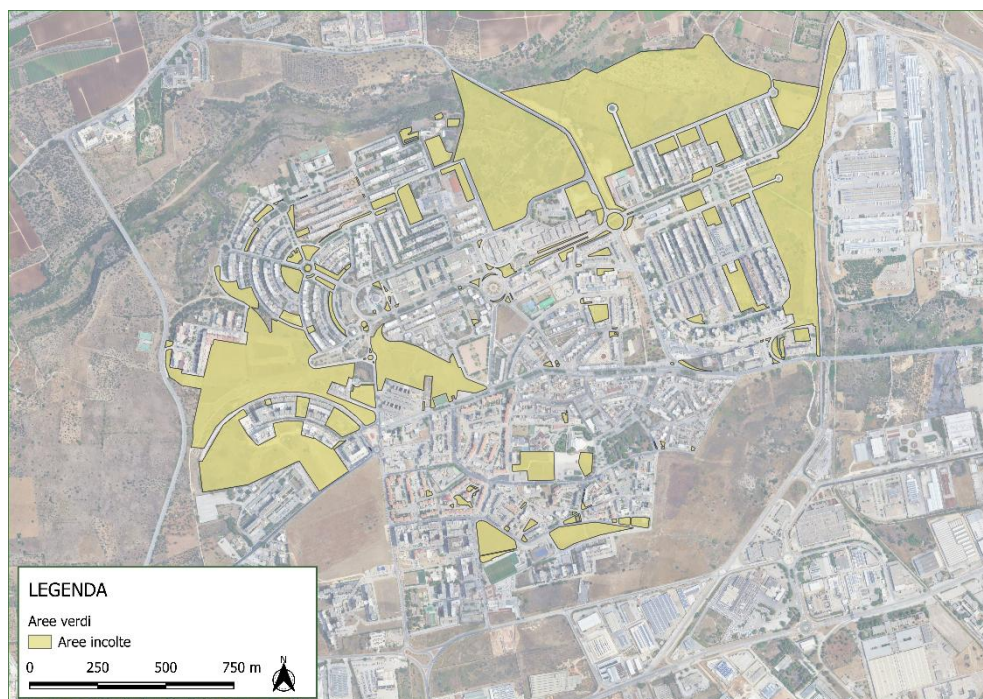


Figura 60_Aree incolte

Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

La rappresentazione ha l'obiettivo di mostrare le aree incolte che possono ospitare la rete completa dei pocket parks.

Alcune aree, come ad esempio quella ricadente nella zona al di sotto dell'ospedale San Paolo, non sono state incluse nella proposta di micro-parchi in quanto ricadono al di fuori dei confini del quartiere. Nella fattispecie l'area citata ricade nel comune di Modugno; ciò nonostante, estendere gli interventi anche a queste zone apporterebbe vantaggi per entrambi i comuni.

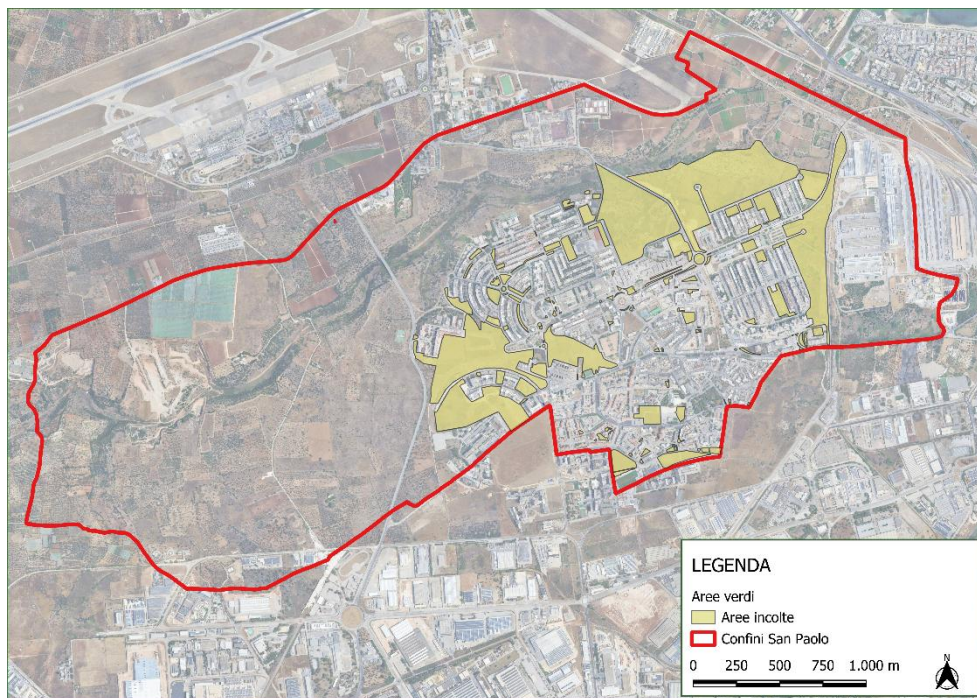


Figura 61_Aree incolte e confini del quartiere
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Queste aree incolte risultano essere le più vulnerabili all'aumento delle temperature, in particolare quelle di maggior estensione dove, il fenomeno dell'accumulo di calore, risulta accentuato.

Tale condizione è attribuibile all'elevato assorbimento della radiazione solare da parte del suolo a causa del basso albedo, determinato dalla colorazione scura dei terreni, spesso compatti e privi di copertura vegetale continua.

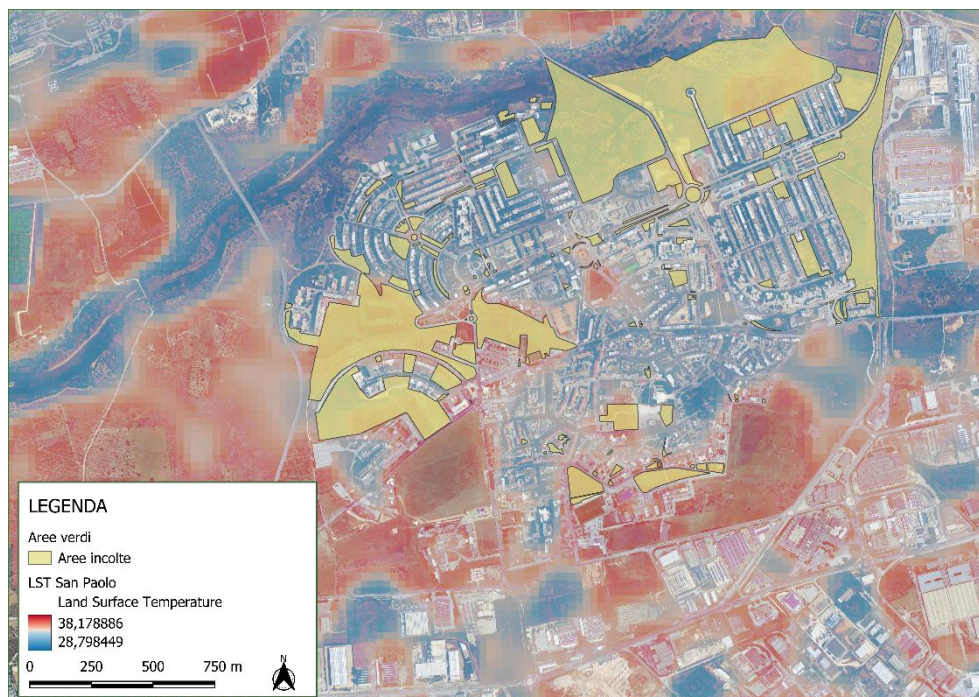


Figura 62 Land Surface Temperature e Aree incolte
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

L'assenza di vegetazione strutturata e ombreggiante, difatti, contribuisce ulteriormente all'innalzamento delle temperature superficiali, aggravando l'effetto isola di calore urbana.

In determinati periodi dell'anno, inoltre, queste aree vengono colonizzate da vegetazione spontanea, prevalentemente erbacea, che può crescere in modo incontrollato fino a raggiungere altezze considerevoli. Ciò non solo compromette l'aspetto estetico e la percezione di sicurezza degli spazi, ma ostacola anche la possibilità per le persone di camminare lungo i margini spesso invasi dalla vegetazione spontanea che, in molti casi, si estende fino a occupare parzialmente o totalmente i marciapiedi adiacenti.

Per tali aree le possibili soluzioni risultano molteplici. Tuttavia, considerate le dimensioni generalmente elevate della maggior parte di questi spazi, non sarebbe possibile, per definizione stessa di pocket parks, destinarli

integralmente all'implementazione di attrezzature o nuove alberature. Per tale ragione, una delle strategie che negli ultimi anni sta trovando sempre maggiore applicazione, soprattutto in ambito urbano e periurbano, è la gestione sostenibile del verde mediante la pratica dello **sfalcio ridotto dell'erba** (Comune di Milano, 2025); questa pratica di gestione del prato prevede una riduzione della frequenza di taglio dell'erba dove, lo sfalcio, viene eseguito esclusivamente lungo i margini delle aree verdi, lasciando il resto della vegetazione spontanea libera di crescere.

Questa pratica consente, oltre alla riduzione dei costi di gestione, di incrementare il valore ecosistemico degli spazi verdi e di migliorare l'accessibilità e la percezione di ordine e sicurezza, le aree devono però essere scelte in modo che non incidano sugli usi pubblici o sulla fruizione per il gioco, il relax o lo sport.

I vantaggi che tale operazione comporta sono molteplici:

- Salvaguarda la biodiversità: l'erba offre un habitat più ricco per la flora e la fauna e in particolar modo per le api, insetti impollinatori, uccelli e piccoli mammiferi, che possono trovare rifugio in essa. In questo modo si contribuisce alla diversità biologica delle aree urbane e alla creazione di veri e propri ecosistemi.
- Migliora la qualità del suolo: l'erba protegge la superficie del terreno dagli effetti della radiazione solare e delle alte temperature incrementando il valore dell'albedo, tutela il suolo dall'erosione superficiale e aumenta la capacità drenante di esso, che sarà in grado di rilasciare maggiore umidità andando a mitigare gli effetti dell'isola di calore urbana.
- Riduce l'impronta ecologica: diminuire il numero di sfalci permette di ridurre il consumo di carburante necessario per l'utilizzo delle macchine da taglio.

- Migliora la qualità dell'aria: l'erba più alta incrementa l'assorbimento degli inquinanti atmosferici, andandoli a ridurre.

Nelle aree più centrali o limitrofe alle abitazioni potrebbero essere realizzate soluzioni differenti a seconda del contesto, delle dimensioni e delle necessità dei residenti.

Nelle aree incolte che possono fungere da attraversamenti per poter accorciare le distanze di percorrenza si potrebbero attuare interventi di **trasformazione in ambienti semi-naturali** che, però, lasciano spazio alla vegetazione spontanea, ad esempio, delimitando sentieri pedonali o ciclabili realizzati con materiali naturali e permeabili che garantiscono un corretto deflusso delle acque, intervallati dalla piantumazione di erbacee perenni autoctone, già adatte al clima mediterraneo e che quindi richiedono poca irrigazione e manutenzione e resistono meglio alla siccità.

L'inserimento di sedute, strutture ombreggianti naturali o pergolati vegetali, nonché di piccoli elementi per la socialità e la sosta, trasformerebbe questi spazi in **pocket parks** multifunzionali, capaci non solo di riattivare porzioni urbane oggi inutilizzate, ma anche di fornire benefici climatici alla cittadinanza, agendo come veri e propri **rifugi urbani** nei periodi più caldi dell'anno.

La scelta delle aree e delle attrezzature da inserire dovrebbe essere orientata tenendo conto delle caratteristiche e dei bisogni della popolazione residente nell'intorno dell'area.

In tal senso, un criterio guida potrebbe essere quello di valutare l'età media della popolazione residente nell'intorno dell'area e, in linea generale, garantire l'accessibilità a uno spazio verde attrezzato, sia esso un nuovo pocket parks o un parco/giardino già esistente, entro una breve distanza percorribile a piedi, per la totalità della popolazione del quartiere.

Questo approccio, ispirato a strategie adottate in numerose capitali europee e internazionali, ha l'obiettivo di ridurre le disuguaglianze nell'accesso al verde urbano, migliorando la qualità della vita quotidiana e promuovendo una fruizione diffusa degli spazi pubblici.

4.4 NBS per la riqualificazione climatica del quartier San Paolo

Alla luce della complessità e varietà delle condizioni rilevate sul territorio, le proposte di intervento sono state organizzate per categorie, differenziandole in base alla tipologia di area e alla natura degli interventi previsti.

4.4.1 Pocket parks – prime aree bersaglio

Come si è avuto modo di vedere, le aree incolte, potenzialmente utilizzabili per la creazione di una rete di micro-parchi urbani, sono molteplici. Data la complessità di intervenire su aree molto estese dovuta a motivazioni di ordine economico e organizzativo nonché alla necessità di una puntuale verifica delle destinazioni urbanistiche delle aree e di eventuali necessità di varianti, sono state individuate delle aree target idonee alla realizzazione di un primo nucleo della rete di pocket parks che, se opportunamente integrate con le aree verdi e con le alberature già presenti, possono contribuire alla formazione di **corridoi verdi**. Questi, noti anche come corridoi ecologici o greenways, sono percorsi di carattere prevalentemente lineare, aventi la funzione principale di connettere differenti aree naturali e di facilitare il movimento della flora e della fauna tra habitat altrimenti frammentati dall'espansione delle infrastrutture antropiche.

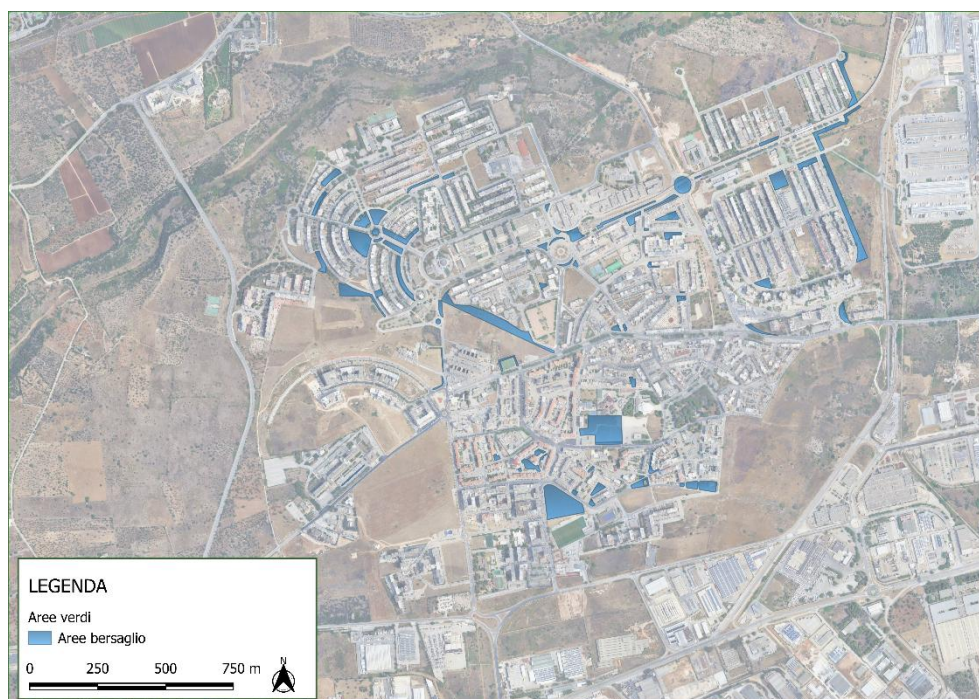


Figura 63 _Prime aree bersaglio per la realizzazione di una rete di pocket parks
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Le aree selezionate, rispondenti ai criteri dimensionali dei pocket parks, sono state individuate con l'obiettivo di valorizzare spazi residuali già integrati nel tessuto urbano, in modo da agevolare la fruizione da parte della popolazione e favorire possibili collegamenti pedonali, riducendo così i tempi di percorrenza necessari per spostarsi da un punto all'altro della città.

La scelta è ricaduta su tali aree perché, pur riconoscendo l'utilità di ampliarne il numero e le estensioni, intervenire su superfici troppo grandi renderebbe il progetto più complesso e oneroso. Concentrandosi invece sulle aree individuate in questa fase iniziale, si potrebbero avviare immediatamente i primi interventi e la popolazione potrebbe cominciare a beneficiare rapidamente dei vantaggi legati alla mitigazione dell'isola di calore urbana, ottimizzando risorse e tempi.

Con questo approccio, inoltre, si potrebbero testare gli interventi in scala reale, apprendere dagli esiti e, in una successiva fase, estendere il raggio d'azione in modo più mirato e sostenibile.

La selezione di alcune delle aree individuate e la configurazione progettuale ipotizzata sono state concepite tenendo conto della presenza di alberature consolidate, con l'obiettivo di creare corridoi ecologici efficaci e funzionali che, non solo favoriscono il movimento e la dispersione di flora e fauna, ma svolgono anche un ruolo fondamentale a beneficio della comunità, rappresentando vie di collegamento verdi che facilitano gli spostamenti degli abitanti, offrendo percorsi ombreggiati e protetti dal calore durante i mesi estivi.

Questo duplice beneficio migliora la qualità della vita urbana, promuovendo al contempo la sostenibilità ambientale, il rafforzamento della biodiversità e l'adattamento ai cambiamenti climatici.



Figura 64 _Aree bersaglio e Alberature
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Considerando che molte aree si trovano a ridosso della sede stradale, così da favorire l'efficacia e l'utilità dell'ombreggiamento, oltre alla scelta di specie arboree adatte al clima mediterraneo, è fondamentale selezionare alberature

con apparato radicale non invasivo, in modo da evitare danni a marciapiedi, carreggiate e infrastrutture stradali, garantendo al contempo la sicurezza e la fluidità del transito veicolare e pedonale.

Per valutare efficacemente la copertura dell'intero quartiere attraverso corridoi ecologici, è stato utile realizzare una mappatura che mostra le aree verdi complessivamente presenti nel territorio, incluse le aree bersaglio individuate.

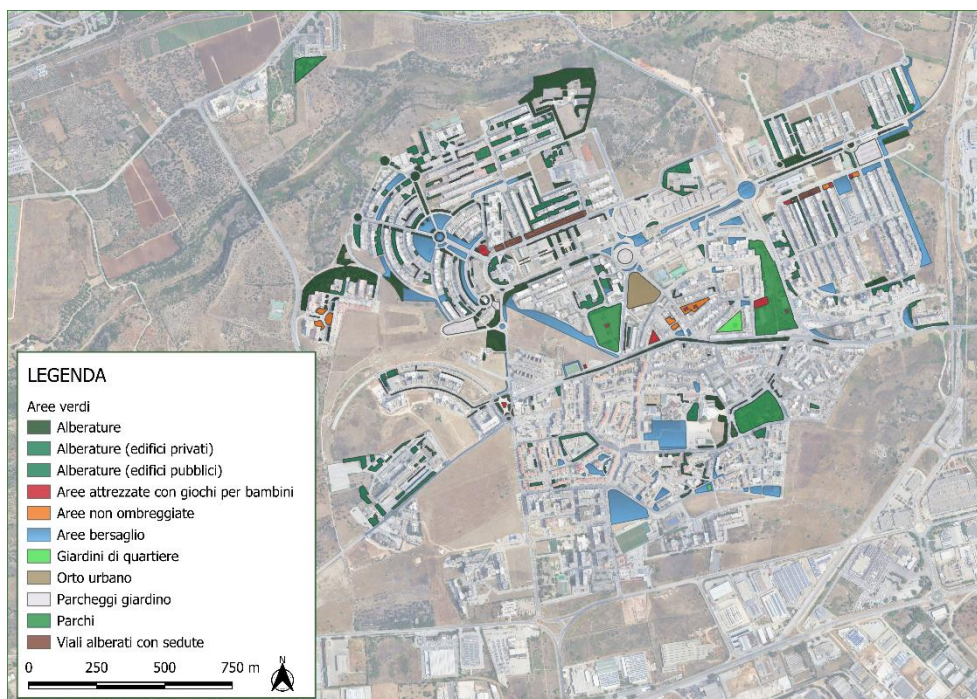


Figura 65_Aree bersaglio e Aree verdi
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Dall'analisi, come mostrato nella rappresentazione, emerge chiaramente che, in alcune zone caratterizzate da un'alta densità edilizia, manca la disponibilità di spazi adeguati per poter estendere o integrare questi corridoi ecologici in modo continuativo. Questa situazione rappresenta una criticità significativa poiché, senza tali connessioni verdi, il movimento di flora e fauna risulta

inevitabilmente ostacolato, e vanno a perdersi importanti opportunità di miglioramento della qualità ambientale e del benessere urbano.

Per ovviare a questa limitazione, soprattutto in aree dove la presenza di verde naturale è fortemente ridotta o assente, si potrebbe pensare all'adozione di soluzioni alternative che possano offrire, anche se in misura più contenuta, i vantaggi derivanti dalla presenza di vegetazione.

Tra queste, l'installazione di pensiline con tetti vegetali o di pergolati verdi rappresenta una strategia efficace e funzionale. In particolare, questi interventi risultano particolarmente indicati nelle vicinanze delle fermate degli autobus, spazi pubblici in cui le persone trascorrono tempi di attesa che, durante i mesi estivi, possono risultare estremamente difficili da sopportare a causa dell'esposizione al sole e alle alte temperature.

L'inserimento di coperture vegetate in tali punti non solo fornisce un'ombreggiatura naturale che riduce la temperatura percepita, ma contribuisce anche a migliorare la qualità dell'aria locale e a creare microclimi più freschi e confortevoli; inoltre, l'aspetto estetico e la presenza del verde possono incrementare la percezione di benessere degli utenti, rendendo l'attesa più piacevole e invitando a un maggior utilizzo dei mezzi pubblici, con conseguenti benefici ambientali più ampi.

La città di Leicester in Inghilterra ha fatto da apripista in questa direzione installando trenta Bee Bus Stops nel 2021, veri e proprio giardini in miniatura posti sopra le pensiline delle fermate degli autobus che ospitano piante e fiori 'amici degli insetti' in cui, specialmente gli insetti impollinatori, riescono a trovare riparo e nutrimento. Inoltre, i tetti erbosi, assorbono parte dell'acqua piovana proteggendo le strade dagli allagamenti, oltre che, anche se in piccola parte, contribuiscono alla compensazione dell'effetto isola di calore urbana.

Una pensilina dotata di tetto verde, però, deve essere progettata diversamente rispetto ad una tradizionale in quanto deve poter sostenere il peso delle piante

e del terriccio che non di rado si riempie di acqua a causa della pioggia (Del Fico S., 2023).

4.4.2 Parchi e giardini

La gestione e la manutenzione dei parchi, dei giardini di quartiere e delle alberature, siano esse situate sul territorio comunale o all'interno di corti o spazi di proprietà pubblica o privata, riveste un'importanza cruciale. È indispensabile garantire costantemente la salute e la sicurezza della vegetazione, massimizzando così i benefici ecologici e sociali che essa apporta.

Per le alberature già esistenti, è essenziale implementare un programma di interventi mirati; questo include l'organizzazione di **potature costanti**, scandite temporalmente in modo opportuno, realizzate esclusivamente da personale qualificato, al fine di preservare l'integrità e la stabilità degli esemplari. Inoltre, nei periodi di prolungata siccità, gli alberi urbani, con particolare attenzione agli esemplari più giovani, necessitano di **irrigazione supplementare**. È fondamentale che l'apporto idrico penetri in profondità nel terreno per incoraggiare uno sviluppo radicale robusto e capillare. Infine, per gli alberi che presentano difetti strutturali capaci di comprometterne la stabilità, sarebbe auspicabile prevedere la valutazione e, a seconda del caso, la realizzazione di interventi di consolidamento statico (Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, 2017).

Nelle aree attualmente poco alberate, si consiglia un **incremento del patrimonio arboreo**. Durante la fase di piantumazione, è necessario selezionare alberature con caratteristiche idonee, che tengano conto della localizzazione specifica e del microclima, della qualità del suolo e dello spazio disponibile, sia in superficie che nel sottosuolo (Dessi et al., 2018).

È fondamentale non trascurare le dimensioni necessarie per l'apparato radicale, il quale richiede un volume sufficiente e non compattato per svilupparsi adeguatamente. Una corretta pianificazione del volume radicale, infatti, previene problematiche future come il sollevamento delle pavimentazioni e dei marciapiedi.

Considerata l'importanza di garantire refrigerio e ombra, soprattutto durante i mesi più caldi dell'anno, risulta fortemente consigliabile, laddove le condizioni spaziali lo consentano, l'**inserimento di sedute** in prossimità delle alberature o all'interno dei giardini e parchi che attualmente non le prevedono. Questi elementi, che possono assumere forme diverse (lineari, puntuali, circolari), contribuiscono non solo a migliorare la fruibilità dello spazio pubblico, ma anche a favorire la sosta e la socialità, incentivando l'uso continuativo dello spazio da parte dei cittadini (Dessi et al., 2018).

La presenza di sedute adeguatamente ombreggiate consente la trasformazione di queste aree in veri e propri micro-parchi urbani, capaci di svolgere il ruolo di rifugi climatici, offrendo benessere, sollievo dal calore e occasioni di aggregazione sociale in ambienti salubri e accessibili.

Dato che alcune di queste aree ricadono su terreni privati, la manutenzione è generalmente a carico dei proprietari. Tuttavia, investire nella cura del verde non porta benefici solo al singolo, ma contribuisce a migliorare la qualità della vita di tutta la comunità. Per questo motivo, alcuni Comuni e Regioni offrono contributi specifici o incentivi economici per la tutela delle alberature esistenti e per la piantumazione di nuove piante anche in aree private.

4.4.3 Parchi attrezzati con giochi per bambini e aree non ombreggiate

Nelle aree attualmente non ombreggiate sarebbe auspicabile la piantumazione di **alberature** o **specie vegetali** idonee per l'ombreggiamento, con accortezze e manutenzioni idonee, come descritto in precedenza.

Nelle aree attrezzate a parchi giochi per bambini o nelle aree attualmente non ombreggiate, munite di sedute, potrebbe essere una valida opzione la piantumazione di alberature in gruppi attorno alle varie attrezzature, così da creare una copertura uniforme, specialmente durante le ore centrali della giornata che risultano le più calde.

Dato che si tratta di aree che possono essere frequentate e vissute anche durante la stagione invernale, risulta particolarmente indicata la presenza di **alberature a foglia caduca**. Queste specie, perdendo naturalmente le foglie nei mesi più freddi, permettono alla luce solare di filtrare maggiormente, contribuendo a rendere gli spazi più luminosi e confortevoli durante l'inverno, pur garantendo un'adeguata ombreggiatura nei mesi estivi.

Un'alternativa valida alla piantumazione di alberi o arbusti, soprattutto nei casi in cui vi siano limitazioni o difficoltà legate alla mancanza di condizioni spaziali adeguate, è rappresentata dall'installazione di **pergolati vegetali**. Queste strutture, costituite da un telaio generalmente in legno, ferro semplice o ferro battuto, sono progettate per sostenere piante rampicanti in grado di offrire numerosi benefici sia ambientali che sociali.

Dal punto di vista ambientale, la vegetazione rampicante contribuisce alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e alla mitigazione del microclima urbano, migliorando il comfort termico e riducendo l'effetto isola di calore urbana. A livello estetico e sociale, tali soluzioni, contribuiscono a valorizzare gli spazi pubblici rendendoli più accoglienti.

Per garantire un efficace ombreggiamento, è necessario realizzare una struttura intelaiata con dimensioni e forme adeguate, ancorata al terreno mediante plinti collocati a distanze prestabilite. La scelta del materiale

dipende dalla configurazione desiderata: il legno consente soluzioni più lineari e naturali, il ferro più semplici e geometriche, il ferro battuto, invece, permette forme sagomate, curvilinee ed eventualmente decorate (Città metropolitana di Milano, 2020).

La struttura portante deve essere stabile e resistente, capace di sopportare l'azione del vento, il peso della vegetazione e l'eventuale carico della neve. Deve inoltre richiedere scarsa manutenzione nel tempo ed essere realizzata con materiali duraturi e resistenti all'azione degli agenti atmosferici e ai raggi UV.

Diversamente, la manutenzione sarà necessaria per la componente vegetale: le piante rampicanti richiedono irrigazione regolare durante la stagione vegetativa e potature periodiche nei mesi invernali, al fine di stimolare una crescita equilibrata e garantire una copertura vegetale uniforme nella stagione successiva (Città metropolitana di Milano, 2020).

4.4.4 Viali alberati con sedute

I viali alberati attrezzati con sedute costituiscono un valido esempio di spazio pubblico capace di offrire condizioni di comfort microclimatico, configurandosi come luoghi adatti al raffrescamento naturale e alla sosta, soprattutto nei periodi più caldi dell'anno.

La presenza di alberature a foglia caduca, capaci di garantire ombreggiamento nei mesi estivi e di attenuare l'effetto isola di calore urbana, consente allo stesso tempo l'esposizione alla radiazione solare durante il periodo invernale, e rende questi percorsi non solo funzionali dal punto di vista ambientale, ma anche accoglienti e fruibili dalla popolazione in qualsiasi periodo dell'anno.

In tal senso, tali spazi rispondono pienamente ai principi delle Nature Based Solutions, offrendo benefici ecologici, sociali e paesaggistici senza la necessità di interventi strutturali complessi. L'unico aspetto fondamentale da garantire è la **corretta manutenzione delle alberature**, che deve comprendere interventi periodici di potatura, irrigazione nei periodi siccitosi

e, se necessario, la sostituzione delle piante danneggiate o non vitali. Una gestione attenta e continuativa consente non solo di preservare l'efficacia ombreggiante del verde esistente, ma anche di assicurare la sicurezza e il benessere degli utenti che quotidianamente frequentano questi spazi.

4.4.5 Interventi di forestazione urbana

Un grande fattore di criticità nel quartiere è rappresentato dalla presenza della vicina sede dell'interporto.

Data la natura dell'area, una complessa infrastruttura logistica dedicata allo scambio e alla gestione delle merci tra trasporto ferroviario e stradale, il quartiere è esposto a un non trascurabile inquinamento atmosferico locale. Le operazioni di transito di mezzi pesanti e le manovre interne generano consistenti emissioni di polveri sottili, come PM_{10} e $PM_{2.5}$, e gas tossici, tra cui NO_2 e CO_2 .



Figura 66_Sede dell'interporto
Fonte: Google Maps

L'area attualmente incolta che funge da cuscinetto tra l'impianto e l'abitato rappresenta un'opportunità strategica per interventi multifunzionali di riqualificazione basati sull'implementazione di NBS. In particolare, questo contesto, con le sue caratteristiche, si presenta come spazio idoneo per

accogliere interventi di **forestazione urbana**, con il triplice obiettivo di: mitigare il microclima locale, ridurre l'inquinamento atmosferico e tutelare la biodiversità (Città metropolitana di Milano, 2020).

Concorrono alla definizione delle foreste urbane le formazioni arboree, arbustive, cespuglieti e zone umide.

Attraverso la piantumazione strategica di alberi e arbusti, resistenti al clima mediterraneo e con capacità filtranti, è possibile assorbire efficacemente gas inquinanti, inclusa l'anidride carbonica, e catturare le polveri sottili tramite la superficie fogliare. Tale vegetazione può contribuire, inoltre, ad attenuare il calore e a ridurre l'effetto isola di calore urbana creando una barriera filtrante naturale.

Alle foreste urbane si affida il ruolo complementare della fascia di foresta periurbana in quanto, tali interventi, occuperanno una posizione fisica intermedia tra il sistema urbano e i boschi naturali preseti nel mosaico del territorio agricolo e naturale, uno dei nodi principali delle infrastrutture verdi funzionali al collegamento ecologico tra il sistema naturale e quello propriamente urbano (Città metropolitana di Milano, 2020).

Considerando che l'interporto, con la sua estesa infrastruttura, ha comportato una vasta impermeabilizzazione del suolo su cui sorge e che, questa alterazione, ha drasticamente ridotto le capacità di drenaggio naturale del terreno, aumentando conseguentemente il rischio di allagamenti come purtroppo evidenziato da recenti episodi meteorologici che hanno costretto a interdire più volte il traffico su alcune vie limitrofe, data la considerevole dimensione dell'area incolta, una soluzione efficace per la gestione delle acque meteoriche, problematica a sé stante rispetto al fenomeno isola di calore urbana ma che comunque comporta benefici aggiuntivi per il quartiere, potrebbe consistere nella realizzazione di **bacini di ritenzione**. Questi sistemi, progettati per raccogliere temporaneamente grandi volumi d'acqua di pioggia, trattenerli e rilasciarli lentamente nell'arco di 24 ore attraverso

sistemi di filtrazione installati per tenere fuori i detriti, sono essenziali per prevenire sovraccarichi sulla rete fognaria e proteggere le aree urbane da future inondazioni (Città metropolitana di Milano, 2020).

Tali interventi hanno però lo svantaggio di richiedere una manutenzione non indifferente in quanto è necessario garantire la costante rimozione di detriti e rifiuti, lo sfalcio della vegetazione, l'ispezione dei sistemi di ingresso/uscita con la loro eventuale pulizia e il monitoraggio e l'eventuale rimozione dei sedimenti.

4.4.6 Parcheggi giardino e aree impermeabili

Come evidenziato nella descrizione dello stato di fatto, la situazione delle aree destinate a parcheggi giardino risulta piuttosto eterogenea. Alcune di queste aree presentano condizioni favorevoli, con la presenza di adeguate alberature e l'uso di pavimentazioni permeabili o semipermeabili che contribuiscono positivamente alla gestione ambientale delle acque. Tuttavia, in altri casi, permane l'impiego di materiali tradizionali come l'asfalto, che ostacolano la corretta infiltrazione delle acque piovane e alimentano fenomeni di ruscellamento e surriscaldamento urbano.

In un'ottica di riqualificazione e miglioramento delle prestazioni ambientali di tali superfici, soprattutto per incrementare la permeabilità e favorire una gestione più sostenibile delle acque meteoriche, è possibile prevedere una serie di interventi mirati.

Tra le soluzioni possibili, una delle strategie più efficaci è rappresentata dalla **sostituzione delle pavimentazioni esistenti con materiali drenanti**, in grado di favorire l'infiltrazione dell'acqua piovana nel suolo sottostante, contribuendo così alla riduzione del ruscellamento superficiale e alla ricarica delle falde. Tuttavia, tali interventi possono risultare onerosi dal punto di vista economico e particolarmente invasivi, soprattutto in contesti già urbanizzati.

In alternativa, si possono adottare soluzioni meno impattanti, come il **trattamento dell'asfalto esistente** attraverso tecniche di foratura mirata o l'inserimento di **canali vegetati** o **trincee infiltranti** lungo i margini delle carreggiate. Questi dispositivi, integrati con elementi vegetali o materiali filtranti, permettono il convogliamento e la parziale filtrazione delle acque meteoriche, migliorando la gestione idraulica delle superfici senza dover ricorrere a interventi strutturali estesi.

I canali vegetati sono progettati con l'obiettivo di gestire una quantità di deflusso derivante da una vasta area impermeabile, come un parcheggio o una strada, consentendo l'infiltrazione di parte delle acque nel sottosuolo ed esercitando anche un effetto di laminazione con conseguente riduzione della velocità dell'acqua e convogliando il deflusso che permane in un sistema di stoccaggio o di scarico, oltre a rimuovere da esse inquinanti e sedimenti.

Le trincee infiltranti, invece, favoriscono l'infiltrazione dei volumi di runoff attraverso la superficie superiore della trincea e permettono la loro successiva filtrazione nel sottosuolo attraverso i lati ed il fondale della trincea (Città metropolitana di Milano, 2020).

Tali soluzioni possono essere implementate anche nelle numerose aree asfaltate di notevole dimensione, presenti nel territorio comunale.



Figura 67 Esempio di area impermeabile
Fonte: Google Maps

Tali aree, come si evince dall'esempio riportato, risultano essere sovradimensionate rispetto all'effettivo utilizzo da parte della popolazione e, interventi mirati, con implementazione di NBS, potrebbero renderle più sostenibili, fresche e ombreggiate, contribuendo così al miglioramento del comfort urbano e alla mitigazione dell'effetto isola di calore.

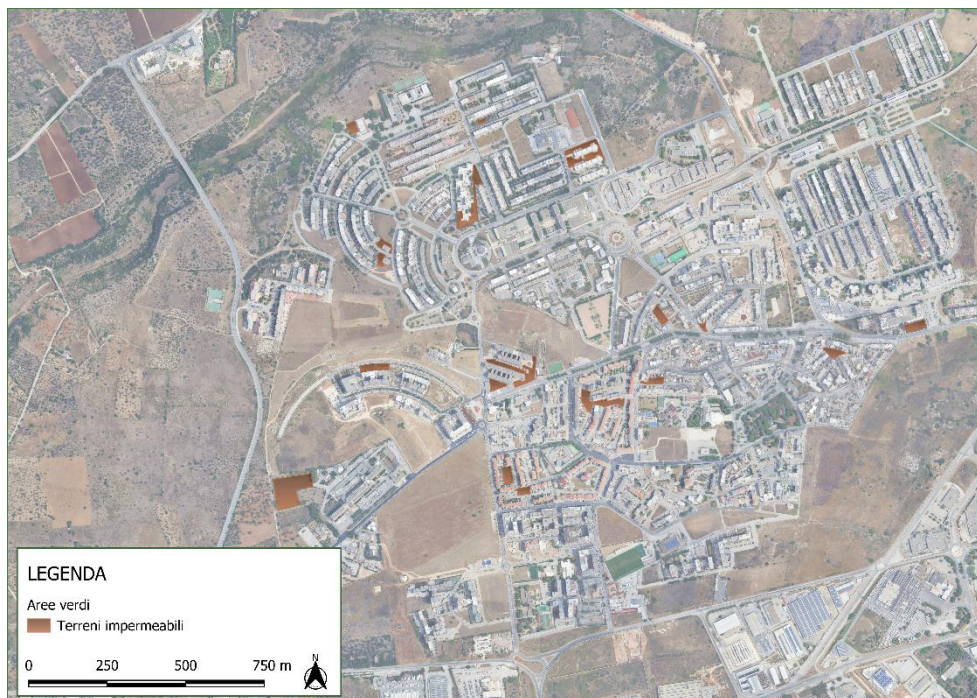


Figura 68 Terreni impermeabili
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Oltre alle soluzioni precedentemente indicate tali aree possono essere ulteriormente valorizzate attraverso l'integrazione di elementi verdi e strutture ombreggianti.

In particolare, è possibile prevedere la realizzazione di isole verdi e aiuole alberate, strategicamente distribuite all'interno delle superfici asfaltate in modo da non intralciare o modificare l'utilizzo tipico degli utenti che, non solo contribuiscono all'ombreggiamento e alla riduzione delle temperature superficiali, ma migliorano anche l'aspetto estetico e la qualità dell'aria, favorendo la biodiversità urbana.

4.5 Coerenza vincolistica

Nelle rappresentazioni cartografiche seguenti è possibile osservare la localizzazione delle aree bersaglio sovrapposta ai principali strumenti di pianificazione territoriale vigenti precedentemente descritti.

Questa sovrapposizione consente di verificare la coerenza degli interventi proposti con il quadro normativo e pianificatorio esistente, facilitando l'individuazione di eventuali vincoli o opportunità operative.

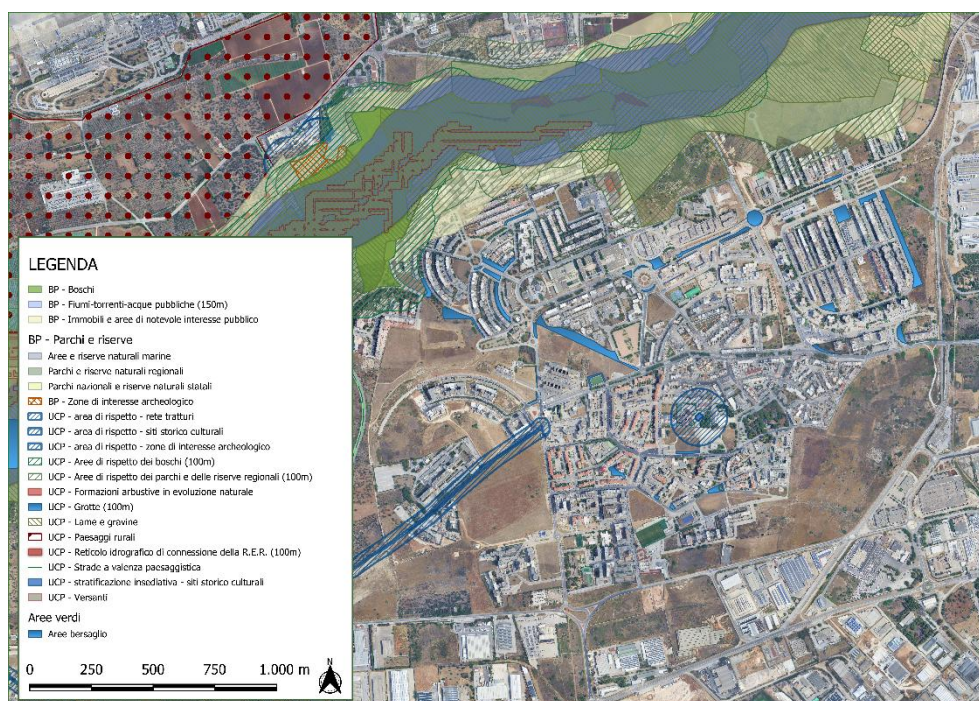


Figura 69_PPTR e Aree bersaglio
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Dall'analisi emerge che le aree individuate non risultano interessate da Beni Paesaggistici e Ulteriori Contesti Paesaggistici definiti dal PPTR (Piano

Paesaggistico Territoriale Regionale) né da criticità idrogeologiche secondo quanto previsto dal PAI (Piano di Assetto Idrogeologico).

Questa evidenza illustra che, in linea generale, queste aree non sono soggette a particolari restrizioni in materia di tutela paesaggistica o di pericolosità idraulica/rischio idrogeologico, rendendo più semplice la realizzazione di interventi volti alla creazione di corridoi ecologici, spazi verdi attrezzati e infrastrutture verdi.

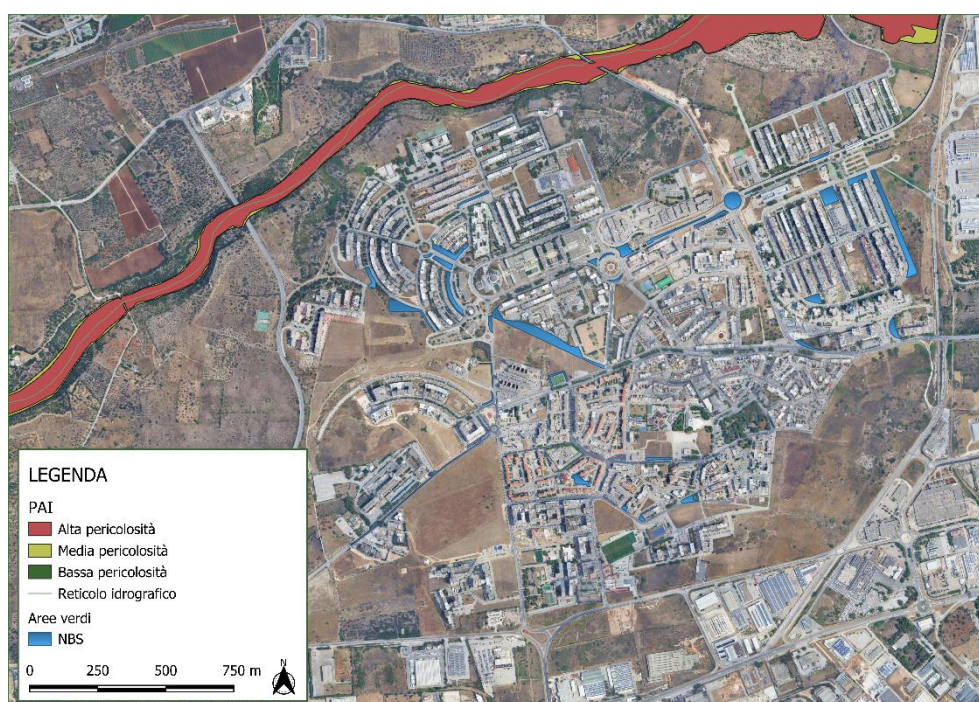
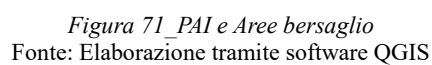


Figura 70 PAI e Aree bersaglio
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Questa condizione, infatti, riduce la necessità di attivazione di specifiche procedure autorizzative legate alla normativa di tutela paesaggistica,

Per quanto riguarda il PRG, le aree interessate ricadono in svariate zone omogenee; in relazione agli specifici interventi da realizzare, sarà necessario consultare le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) per verificare la possibilità di attuazione.



120

4.6 Rifugi climatici: l'esperienza di Barcellona

Ai fini dell'adattamento ai cambiamenti climatici è fondamentale applicare una prospettiva intersezionale agli studi sul clima urbano con l'obiettivo di esaminare i sistemi interconnessi di svantaggio che generano e rafforzano la vulnerabilità ai cambiamenti climatici nelle città in modo da rendere le strategie di adattamento inclusive ed eque (Amorin-Maia et al., 2022).

L'intersezionalità è una lente concettuale fondamentale per comprendere come l'interconnessione e la sovrapposizione delle varie forme di disuguaglianza sociale agiscano nella realtà. L'obiettivo è quello di guardare oltre gli effetti di un singolo fattore sociale, come il razzismo, il sessismo o le disuguaglianze economiche, per comprendere le forze che generano simultaneamente squilibri di potere attraverso molteplici fonti di ingiustizia. Nel contesto della giustizia nel cambiamento climatico, il concetto di intersezionalità viene applicato per esaminare i sistemi sovrapposti e interdipendenti di svantaggio e oppressione della popolazione. Negli anni pochi studi si sono concentrati sull'applicazione dell'intersezionalità al campo specifico dei cambiamenti climatici anche se è di crescente evidenza che, l'impatto del cambiamento climatico, possa rafforzare le disuguaglianze esistenti (Djoudi et al., 2016).

Riunendo i vari corpus teorici raccolti negli anni è stato prodotto un quadro concettuale articolato in cinque sottocomponenti fondamentali, pensato per supportare le città che intendono tradurre il pensiero intersezionale in pratiche concrete di adattamento climatico urbano (Amorin-Maia et al., 2022).

Le cinque componenti indicano la necessità di:

- 1) Affrontare le disuguaglianze di genere e razziali;
- 2) Correggere le cause delle vulnerabilità differenziali;
- 3) Sviluppare un'etica e una politica della cura;
- 4) Adottare approcci place-based e orientati al place-making;
- 5) Adottare azioni di contrasto ai cambiamenti climatici e di rafforzamento della resilienza di comunità.



Figura 72_Cinque sottocomponenti essenziali per la città per la pianificazione all'adattamento climatico

Fonte: Amorin-Maia et al. *Intersectional climate justice: A conceptual pathway for bridging adaptation planning, transformative action, and social equity*

La prima componente evidenzia la necessità di mettere in discussione i sistemi economici storici che hanno alimentato disuguaglianze razziali e di genere, svalutando le donne e le persone appartenenti a minoranze etniche.

La seconda sottolinea l'importanza di individuare e correggere i fattori alla base delle vulnerabilità differenziali, considerando gli effetti congiunti dei cambiamenti climatici e delle crisi sociali.

La terza rimarca il valore dell'etica e della politica della cura, riconoscendole come fonti essenziali e promuovendo sistemi che ne assicurino un'equa distribuzione.

La quarta invita ad adottare approcci di pianificazione radicati nelle comunità locali, che valorizzino saperi tradizionali, prospettive decoloniali e significati legati ai luoghi.

Infine, la quinta componente pone l'accento sul sostegno a forme di attivismo transnazionale e alla partecipazione di organizzazioni delle minoranze, per rendere le comunità più resilienti e protagoniste del cambiamento.

In sintesi, la giustizia climatica intersezionale mira a riequilibrare i rapporti di potere, assicurando una vita sicura e dignitosa a tutti, non solo a chi gode di risorse e riconoscimento.

Per poter contrastare la crescita urbana insostenibile e dare priorità alla vulnerabilità sociale nella resilienza urbana, le città devono tenere conto delle eredità storiche di ingiustizie sociali e ambientali con una più rigorosa regolamentazione del lavoro di resilienza con città che, ai fini dello sviluppo equo del verde e dell'urbanizzazione, devono migliorare la governance multilivello promuovendo riforme istituzionali che supportino la pianificazione partecipativa (Amorin-Maia et al., 2022).

Su questo aspetto la città di Barcellona sta promuovendo iniziative volte alla riduzione delle vulnerabilità differenziali attraverso politiche che danno priorità ai diritti abitativi e fondiari garantendo la possibilità di rimanere in patria ai residenti a basso reddito o appartenenti a minoranze.

Sull'aspetto dell'equo inverdimento la città sta contrastando gli impatti negativi dell'accesso diseguale al verde nei quartieri storicamente emarginati attraverso progetti che mirano al miglioramento dell'accesso e dell'inclusività.

Uno di questi progetti prevede la creazione di una rete di 'rifugi climatici e assistenziali con una prospettiva comunitaria ed ecofemminista' (Amorin-Maia et al., 2022).

La rete dei rifugi climatici nasce dal programma Superblock del 2015 che intende riorganizzare il sistema a griglia della città ottocentesca ridistribuendo la viabilità tra strade destinate ai veicoli e strade pedonali a disposizione degli abitanti per lo svago e il relax, anche mediante la loro rinaturalizzazione con elementi vegetali e superfici permeabili.

Barcellona è una città densamente costruita e risulta esposta a diversi impatti dei cambiamenti climatici che sono comuni a tutta la regione mediterranea, vale a dire forti precipitazioni, siccità e ondate di calore, che stanno aumentando in frequenza e intensità a causa dei cambiamenti climatici.

A causa della densità di edificazione Barcellona si ritrova costretta a fare i conti con una carenza di spazi pubblici, in particolare di aree verdi. La mancanza di tali spazi e l'elevata densità di popolazione tendono ad amplificare ulteriormente l'effetto dei cambiamenti climatici; inoltre, la mancanza di aree verdi in città limita i cittadini a praticare attività fisica all'aperto e peggiora le condizioni di vita degli abitanti che, in particolare le fasce meno abbienti, vivono spesso in abitazioni piccole e non attrezzate per far fronte alle alte temperature.

Il programma Superblock ha l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra e adattare i quartieri ai cambiamenti climatici, migliorando al contempo la qualità ambientale per accrescere il benessere dei cittadini di Barcellona.

I tre pilastri principali dell'iniziativa sono: l'ampliamento delle infrastrutture verdi, la riduzione del traffico motorizzato privato e l'integrazione del principio di equità in tutte le azioni e i processi, con l'intento di creare spazi accessibili che rispondano alle esigenze specifiche dei gruppi più vulnerabili all'interno delle comunità locali (Climate ADAPT, 2022).

La limitazione della mobilità motorizzata ha contribuito al miglioramento dell'accessibilità e della sicurezza degli spazi pedonali ampliando la rete delle piste ciclabili.

L'espansione dello spazio verde ha portato all'aumento degli spazi per il tempo libero, all'aumento dell'ombreggiamento cittadino e alla riduzione della temperatura delle strade.

Il programma inoltre ha istituito una rete di rifugi climatici di facile accesso.

La rete di rifugi avrà l'obiettivo di collegare strutture pubbliche e spazi di uso quotidiano, quali scuole, assistenza pubblica e centri sportivi, attraverso interventi infrastrutturali verdi e grigi che forniranno spazi pubblici sicuri e ombreggiati dove la popolazione potrà trovare riparo, specialmente durante le giornate più calde.

Il progetto prevede la pianificazione collettiva, garantendo l'integrazione del principio di equità in tutte le azioni e i processi, dando priorità alla partecipazione della popolazione appartenente alle categorie emarginate che, per il contributo, riceverà una retribuzione finanziaria, in tal modo contribuendo alla correzione delle vulnerabilità differenziali (Amorin-Maia et al., 2022).

Un altro modo in cui Barcellona sta adottando approcci basati sul territorio è il progetto 'Rifugi climatici nelle scuole', promosso nel 2019. L'obiettivo cardine era la trasformazione dei cortili scolastici in 'isole fresche' aperte a tutti i cittadini attraverso tecniche innovative che applicano misure verdi (vegetazione e relativa ombreggiatura), grigie (miglioramenti nell'isolamento e nella ventilazione) e blu (integrazione di punti che forniscono acqua) (UIA, 2020). Gli adattamenti hanno seguito un modello di governance micro-locale, in cui studenti, comunità educative e varie istituzioni ed esperti hanno co-progettato gli spazi in base alle loro esigenze specifiche.

La rete di rifugi climatici, come accennato in precedenza, comprende spazi aperti che offrono rifugio dal caldo quali parchi e giardini, nonché spazi pubblici al chiuso come biblioteche, musei e centri civici che forniscono protezione da temperature estreme di caldo e freddo.

In particolare, Barcellona ha perseguito l'obiettivo di garantire alla totalità dei residenti, la fruizione di un rifugio climatico entro 5 minuti di percorrenza a piedi entro il 2030 (Amorin-Maia et al., 2023).

Barcellona, difatti, oltre ad essere investita da ondate di caldo estremo durante l'estate, viene anche interessata da episodi di freddo intenso durante l'inverno e, per tale ragione, la città ha ampliato i programmi di rifugio climatico in modo da permettere l'utilizzo di determinati ambienti anche durante l'inverno, riconoscendo che la vulnerabilità dei residenti non è legata solo al caldo ma anche al freddo.

L'esperienza di Barcellona ha sollevato il dubbio che la rete di rifugi climatici rischi di limitarsi a una riorganizzazione degli spazi pubblici esistenti senza cogliere le specifiche esigenze dei residenti vulnerabili. Alcune delle strutture, designate come rifugi climatici dal Consiglio Comunale in funzione delle loro caratteristiche esistenti, difatti, non sono state interessate da investimenti sostanziali o adeguata formazione del personale per gestire efficacemente potenziali emergenze dovute al caldo. Inoltre, alcune strutture avevano ridotto gli orari di apertura durante il periodo di ferie estivo del 2021 che, paradossalmente, corrisponde al periodo più caldo dell'anno. Questo problema in particolare è stato risolto nell'estate successiva quando i rifugi climatici hanno esteso gli orari di apertura da giugno a settembre e hanno adottato protocolli più chiari per il personale (Amorin-Maia et al., 2023).

Un adattamento urbano realmente efficace richiede quindi l'adozione di misure fondamentali di uguaglianza, come l'integrazione di criteri sensibili alla dimensione di genere nella pianificazione. Ciò si traduce, ad esempio, nell'obiettivo di garantire una sicurezza stradale mirata alle esigenze delle donne, attraverso principi di progettazione urbana che promuovano una corretta varietà di usi negli spazi pubblici legati alla vita quotidiana di tutti gli abitanti, che spesso vengono trascurati nei tradizionali approcci urbanistici. Queste misure per una maggiore sicurezza stradale, ad esempio, apportano benefici anche a un'ampia gamma di gruppi sociali vulnerabili, come bambini, anziani e persone con disabilità, consentendo loro di muoversi in

sicurezza e di fruire agevolmente degli spazi pubblici (Climate ADAPT, 2022).

Un esempio concreto è rappresentato dall'approccio inclusivo del programma promosso dal consiglio comunale di Barcellona (Ajuntament da Barcelona, 2017), che riconosce come le donne utilizzino gli spazi pubblici in modo differente, spesso in relazione ai compiti di assistenza. Il programma si concentra quindi nel rendere le strade più percorribili, sicure e accessibili per i bambini, i caregiver e le donne, che generalmente fanno maggiore affidamento sugli spazi pubblici

La pianificazione urbana con una prospettiva di genere opera per orientarsi verso un modello di città che metta al centro delle politiche la sostenibilità della vita affinché le persone abbiano una vita dignitosa e serena, in cui siano gli spazi ad adattarsi ai bisogni delle persone e non le persone alle condizioni dello spazio, partendo anche dalle piccole azioni a livello stradale come il modo di posizionare le panchine o le strisce pedonali.

Tramite questa guida ufficiale (Ajuntament da Barcelona, 2017), che consente di integrare la dimensione di genere in tutte le politiche urbanistiche, con l'obiettivo di rendere la città più giusta, equa, sicura e senza barriere, vengono promossi interventi e progettazioni che tengano conto delle diverse esigenze quotidiane di donne, bambini, anziani e persone con disabilità, garantendo una distribuzione più equilibrata delle risorse e degli spazi pubblici a beneficio di tutta la comunità. Il documento adotta un approccio intersezionale, riconoscendo come le esperienze urbane siano influenzate dall'intreccio di fattori quali genere, età, origine etnica, condizione socioeconomica e capacità fisica, e cercando quindi di rispondere a una pluralità di bisogni e vissuti.

Attualmente, sul sito web Climate Shelters Network¹², è disponibile una mappa interattiva aggiornata con l'intera rete dei rifugi climatici di Barcellona che rispondono a tali caratteristiche.

Questo strumento cartografico digitale consente di visualizzare in modo georeferenziato non solo la localizzazione dei vari rifugi, ma anche informazioni dettagliate sugli orari di apertura, eventuali costi di accesso e la tipologia dei servizi offerti (ad esempio climatizzazione, aree ombreggiate, disponibilità di acqua potabile).

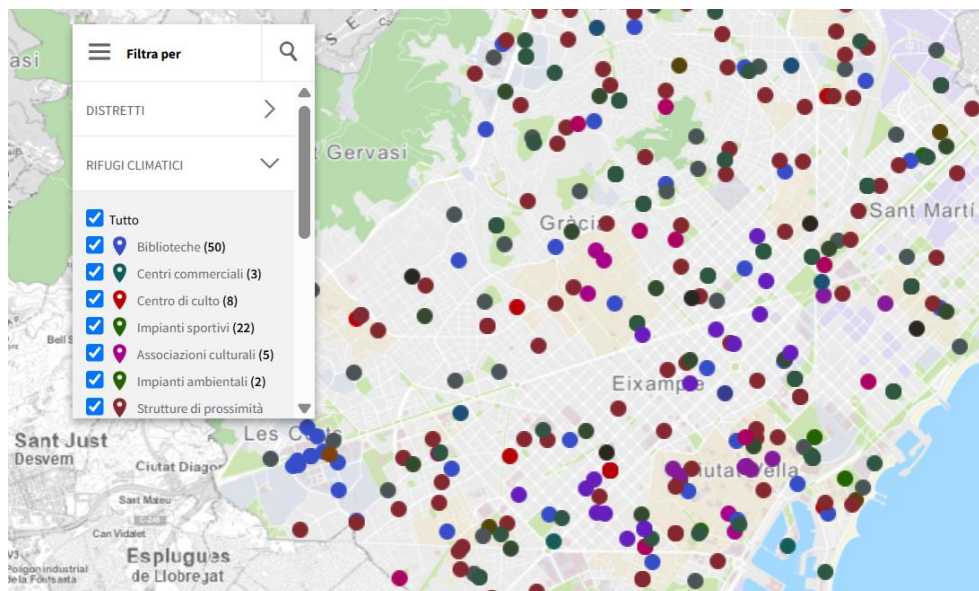


Figura 73_Mappa interattiva della rete dei rifugi climatici di Barcellona
Fonte: Ajuntament de Barcelona. Climate Shelters Network

Inoltre, la piattaforma integra linee guida e raccomandazioni comportamentali per affrontare le giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche estreme, sia calde sia fredde, contribuendo a potenziare la resilienza urbana e supportando strategie di adattamento climatico mirate a ridurre i rischi sanitari legati a ondate di calore o freddo.

¹² Fonte: Ajuntament de Barcelona, Climate Shelters Network. Disponibile da: <https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/en/specific-actions/climate-shelters-network> [consultato il 05 luglio 2025]

4.7 Progettazione della rete di rifugi climatici

Sulla base dell'esempio di Barcellona, sono stati individuati i potenziali rifugi che, se correttamente attrezzati, potrebbero fornire protezione alla popolazione del quartiere San Paolo durante eventi climatici estremi.

I rifugi climatici rappresentano spazi sicuri e freschi, ideali per garantire alla popolazione un ambiente protetto dagli effetti negativi delle condizioni climatiche estreme.

Questi luoghi contribuiscono significativamente a migliorare la resilienza delle comunità e la qualità della vita nelle aree maggiormente vulnerabili.

Grazie alla loro attuale ubicazione, i rifugi climatici risultano essere fruibili dalla totalità della popolazione, assicurando così un accesso diretto e agevole a risorse fondamentali per il benessere e la sicurezza individuale e collettiva.

4.7.1 La rete dei rifugi climatici

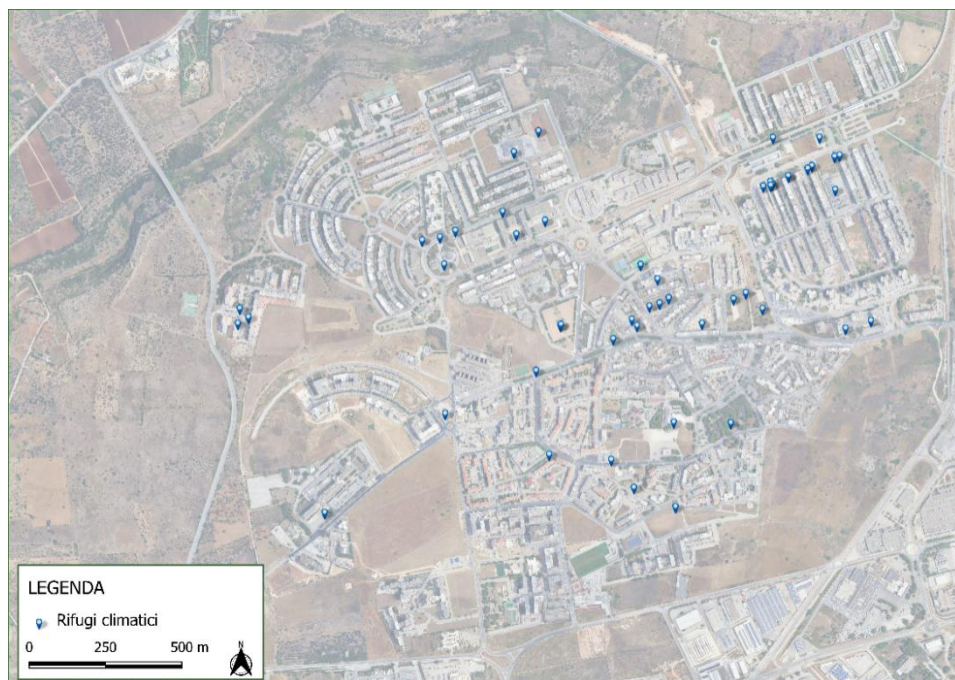


Figura 74_Potenziali rifugi climatici nel quartier San Paolo
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

I potenziali rifugi climatici individuati non solo risultano essere sufficientemente numerosi, ma sono anche strategicamente distribuiti, garantendo una copertura significativa del quartiere e offrendo così alla popolazione ampie opportunità di fruizione.

Il risultato che si ottiene adottando una visualizzazione priva del rilievo satellitare Google di base, e, utilizzando invece il layer CartoDB Voyager come sfondo cartografico, è il seguente:



Figura 75_ Potenziali rifugi climatici, visualizzazione senza base satellitare
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Entrambe queste visualizzazioni, tuttavia, non permettono di distinguere chiaramente la tipologia di rifugio indicata; per questo motivo, è stata realizzata una visualizzazione dedicata che mostra le diverse tipologie individuate e che, prendendo come riferimento l'esempio di Barcellona, risultano idonee ad accogliere la popolazione e a garantire loro l'efficacia tipica di un rifugio climatico.

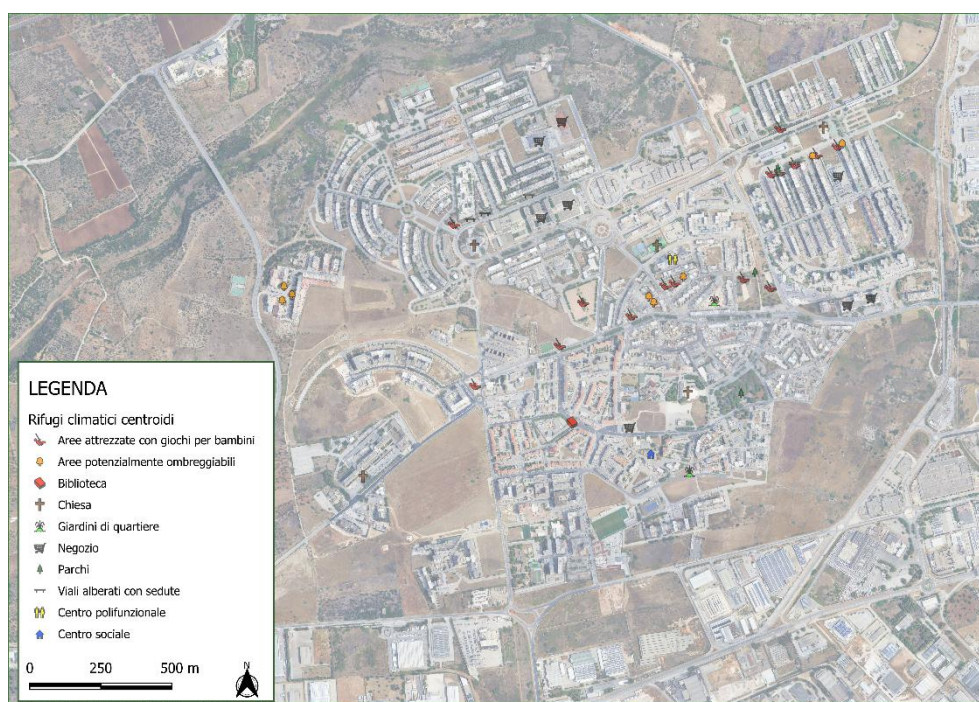


Figura 76_Potenziali rifugi climatici categorizzati
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

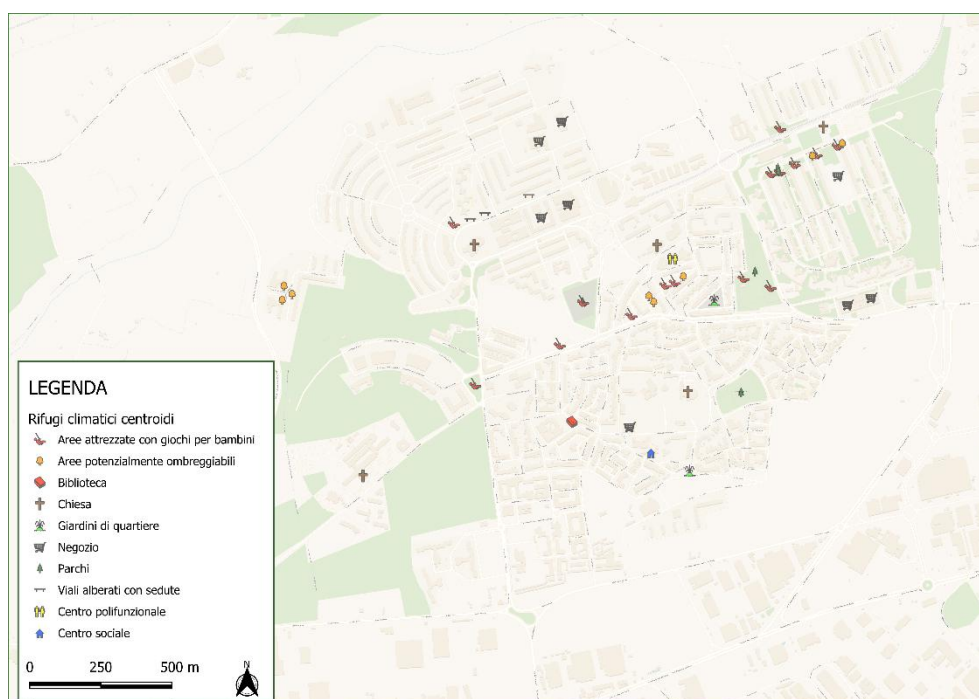


Figura 77_Potenziali rifugi climatici categorizzati, visualizzazione senza base satellitare
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Anche in questo caso sono state realizzate due rappresentazioni, una che ha per base il rilievo satellitare fornito da Google e una che ha per base il layer CartoDB Voyager.

I luoghi individuati come potenziali rifugi climatici appartengono a diverse tipologie. Non sono stati presi in considerazione spazi come scuole e centri sportivi poiché la loro apertura è soggetta a regolamentazioni specifiche e, nel periodo estivo, tali strutture ospitano prevalentemente campi scuola dedicati ai bambini. Ciò ne impedisce l'accessibilità all'intera popolazione e, in molti casi, prevede forme di utilizzo a pagamento. Di conseguenza, non risultano pienamente rispondenti al principio di inclusività che dovrebbe caratterizzare un rifugio climatico.

Le aree verdi selezionate, ad esclusione di parchi, giardini di quartiere e viali alberati con sedute che, come già illustrato nella descrizione delle aree, non necessitano di interventi di implementazione di NBS per poter fronteggiare gli effetti dei cambiamenti climatici e garantire un'adeguata ombreggiatura, sono state individuate proprio in funzione della possibilità di implementare gli interventi proposti nella trattazione precedente.

In particolare, le aree potenzialmente ombreggiabili corrispondono a quelle precedentemente identificate come non ombreggiate, spazi dotati di sedute o altre attrezzature che, allo stato attuale, offrono scarsa protezione climatica. Esse, tuttavia, se attrezzate con gli interventi descritti in precedenza, potrebbero svolgere la funzione di rifugio climatico in maniera simile a quanto fatto dai giardini di quartiere.

Lo stesso principio si applica alle aree attrezzate con giochi per bambini, le quali potranno diventare veri e propri rifugi climatici, a condizione che venga potenziata la componente vegetazionale, lì dove necessario, al fine di assicurare ombra e protezione adeguate.

I negozi possono essere assimilati a rifugi climatici poiché offrono ambienti climatizzati accessibili a chiunque, garantendo riparo dal caldo estremo o dal freddo intenso; inoltre, rimangono aperti per molte ore al giorno, rappresentando così luoghi dove la popolazione può sostare e trovare sollievo dalle condizioni climatiche avverse.

Le chiese possono fungere da rifugi climatici grazie alla loro architettura caratterizzata da mura spesse e ambienti interni alti, che contribuiscono a mantenere temperature più fresche durante la stagione estiva e più miti in inverno. Questi edifici offrono così un naturale effetto di mitigazione termica. Inoltre, rappresentano luoghi di riferimento soprattutto per la popolazione anziana, che tende a frequentarli con maggiore assiduità e che, proprio per la sua vulnerabilità, può trovare in essi un importante riparo durante eventi climatici estremi.

Anche la biblioteca può essere considerata un piccolo rifugio climatico, poiché rappresenta un ambiente climatizzato, accessibile e confortevole, dove la popolazione può sostare al riparo dal caldo o dal freddo. Inoltre, offre spazi tranquilli, dotati di aree lettura, che incentivano una permanenza prolungata, contribuendo così al benessere delle persone durante eventi climatici estremi.

Il centro polifunzionale ‘Casa delle culture’ nasce proprio per accogliere persone in condizioni di estrema vulnerabilità, garantendo loro un luogo confortevole e protetto e, per tale ragione, potrebbe assolvere anche al ruolo di rifugio climatico. Analogamente il centro sociale ‘Mondo Migliore’ fornisce spazi di aggregazione per attività culturali e ricreative che, oltre a favorire la coesione sociale, offrono un riparo fisico dagli stress climatici.

4.7.2 Analisi di accessibilità

Come nell'esempio di Barcellona, anche per il quartiere San Paolo è stata realizzata una rappresentazione che consente di valutare l'accessibilità a piedi verso i rifugi climatici, espressa in termini di tempo di percorrenza a piedi.

Per poter raggiungere tale obiettivo è stato utilizzato il plugin OpenRouteService (ORS) in QGIS, plugin che permette di generare isocrone temporali di destinazione, ovvero aree da cui è possibile raggiungere un luogo specifico entro un certo intervallo di tempo.

Sono stati definiti come punti di destinazione i rifugi climatici individuati, i cui dati GPS sono stati automaticamente acquisiti dal plugin.

È stato impostato il sistema di trasporto 'foot-walking' (spostamenti a piedi) e un tempo massimo di percorrenza di 5 minuti, in linea con l'obiettivo stabilito dall'esempio di Barcellona.

A seguito della definizione di tali parametri, il sistema analizza la rete viaria, tramite la mappa digitale integrata, che contiene strade, sentieri e percorsi disponibili per gli spostamenti e, con destinazione i punti indicati, calcola il tempo necessario per ogni segmento di percorso.

Grazie ad algoritmi specifici, identifica tutte le intersezioni e i percorsi raggiungibili entro il limite temporale definito e, unendo tutti questi punti, genera un'area continua che rappresenta la zona da cui è possibile raggiungere la destinazione entro il tempo selezionato.

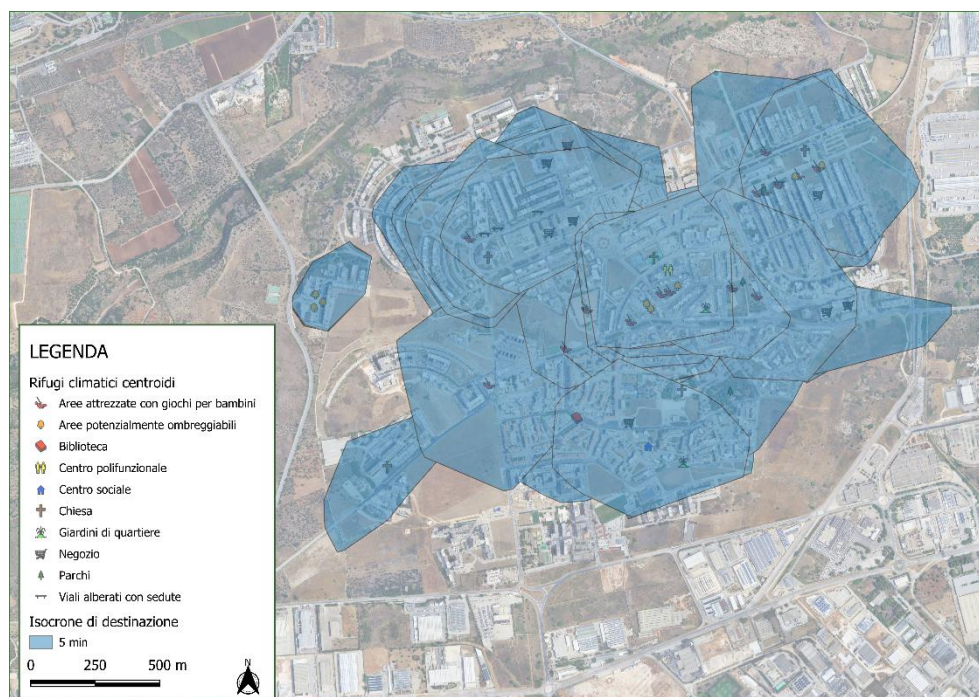


Figura 78_ Isocrone di destinazione potenziali
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

L'analisi evidenzia che alcune aree del territorio non risultano accessibili a piedi entro un tempo massimo di cinque minuti da uno dei rifugi climatici. Questi risultati evidenziano la necessità di ampliare la rete dei rifugi climatici o di migliorare i collegamenti pedonali, al fine di garantire un accesso equo e inclusivo a tutti i cittadini.

A tal fine, sono state individuate specifiche aree incolte, classificate come residuali in base a caratteristiche morfologiche e dimensioni, le quali, previa implementazione di interventi vegetazionali e di dotazione di attrezzature appropriate, potrebbero trasformarsi in micro-parchi e garantire una copertura territoriale integrale del quartiere. Ciò consentirebbe di assicurare che ogni abitante possa accedere a un rifugio climatico, sia esso un'area verde o un servizio nel quartiere, entro un raggio massimo di cinque minuti di percorrenza pedonale.

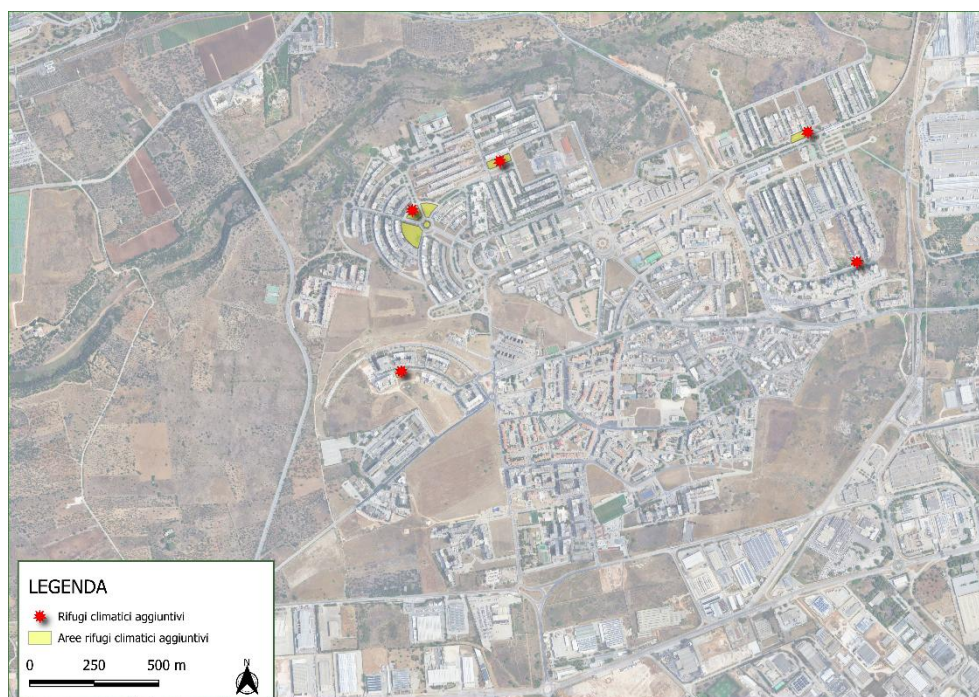


Figura 79_ Rifugi climatici aggiuntivi
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS



Figura 80_ Rifugi climatici complessivi
 Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Con l'implementazione di queste nuove aree, si garantirebbe che la totalità delle abitazioni presenti nel quartiere e, di conseguenza anche i residenti, rientrino entro un bacino di accessibilità pedonale di massimo cinque minuti di percorrenza a piedi rispetto a un rifugio climatico.

In questo modo, ogni residente, disporrebbe di un luogo sicuro e confortevole facilmente raggiungibile, contribuendo a migliorare la resilienza complessiva nei confronti degli eventi climatici estremi.

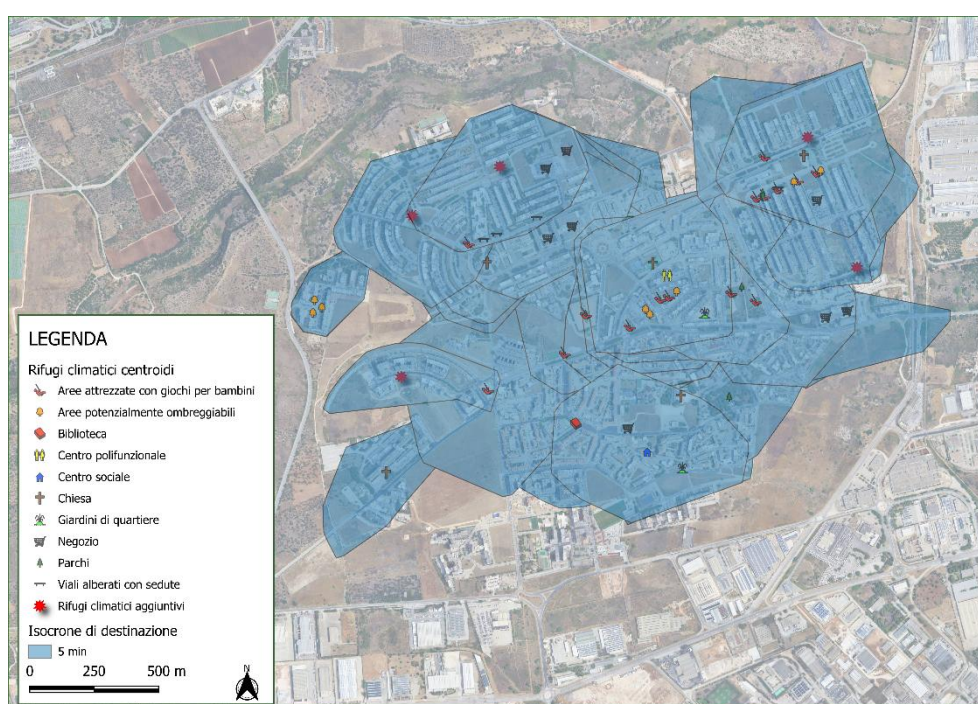


Figura 81_ Isocrone di destinazione con rifugi aggiuntivi
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Per meglio comprendere i confini del quartiere e verificare l'eventuale esclusione di alcune zone dalle isocrone di destinazione, è stata realizzata una rappresentazione cartografica che riporta il confine amministrativo. Questo permette di individuare con maggiore precisione le aree che non risultano

coperte dall'accessibilità pedonale verso i rifugi climatici entro i tempi stabiliti.

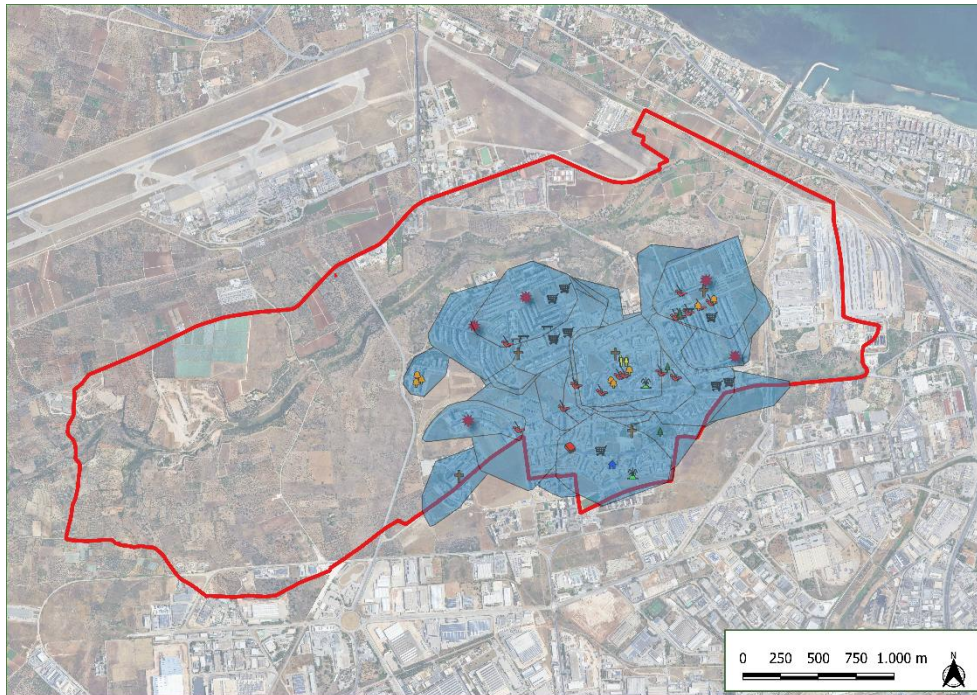


Figura 82_Isocrone di destinazione con confini amministrativi
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Le uniche aree non incluse risultano essere una porzione dell'I.C. Don Milani, l'interporto e una parte del IX Reparto Mobile della Polizia di Stato. Trattandosi di strutture di servizio e non di edifici residenziali, tale esclusione non compromette la validità del risultato rispetto all'obiettivo di garantire la copertura delle abitazioni, entro i cinque minuti di accessibilità pedonale, verso i rifugi climatici.

4.7.3 Esempio di implementazione

Per concludere la trattazione con un caso concreto, è stata selezionata una delle aree aggiuntive precedentemente individuate come potenzialmente idonee all'implementazione di soluzioni basate sulla natura (NBS) finalizzate alla creazione di un rifugio climatico e, per tale area, è stata elaborata una

proposta preliminare che illustra, attraverso una simulazione progettuale, come potrebbe configurarsi una volta riqualificata, indicando le possibili sistemazioni vegetazionali e le attrezzature utili a garantire comfort e fruibilità della popolazione.

L'area individuata è quella presente nella zona a Nord dell'Ospedale San Paolo.



Figura 83_ Individuazione dell'area target
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS

Tale area, situata in via Francesco Eugenio Silvestri, si configura come un lotto di ampie dimensioni inserito all'interno del tessuto edificato. Presenta la peculiarità di ospitare una rete di sentieri informali, già utilizzati dalla popolazione per spostarsi all'interno del quartiere e, in particolare, per raggiungere agevolmente l'Ospedale San Paolo. Questa caratteristica evidenzia una funzione di connessione pedonale spontanea, che ne accresce

il valore strategico ai fini di un intervento volto a potenziarne la fruibilità e a trasformarla in un rifugio climatico accessibile.



Figura 84_Area target
Fonte: Elaborazione tramite software QGIS



Figura 85_Area target e sentieri informali
Fonte: Google Earth Pro

Considerando che, secondo i dati sulla popolazione precedentemente analizzati, l'insieme delle residenze circostanti presenta una densità particolarmente elevata di residenti nelle fasce d'età 0-5 e 5-9 anni, nettamente superiore a quella della popolazione anziana, si è deciso di integrare, oltre all'installazione di alberature e panchine in zone ombreggiate accessibili e fruibili da tutta la comunità, anche la realizzazione di un'area attrezzata dedicata a parco giochi per bambini.

Questo intervento è finalizzato a garantire uno spazio di fruizione diretto, sicuro e adeguato alle esigenze della popolazione infantile del quartiere, rispondendo così in modo mirato alla composizione demografica locale.

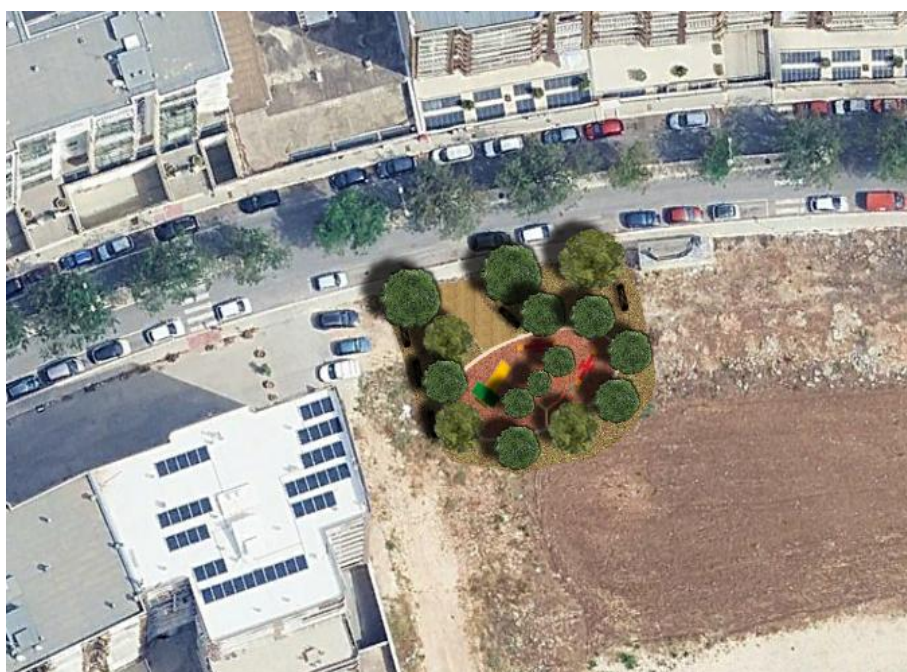


Figura 86 _Proposta di rigenerazione area target
Fonte: Elaborazione tramite software Photoshop

Per la pavimentazione del parco giochi si potrebbe prediligere l'utilizzo di superfici drenanti in gomma porosa. Queste superfici sono realizzate con granuli di gomma riciclata legati da resine elastiche permeabili, che consentono il passaggio dell'acqua, prevenendo così ristagni e favorendo il

drenaggio naturale. Oltre a garantire un'elevata permeabilità, offrono un'ottima ammortizzazione e resistenza agli urti, aumentando la sicurezza delle aree gioco per bambini e riducendo il rischio di infortuni.

Per i percorsi attualmente esistenti sarebbe auspicabile una riqualificazione e valorizzazione per poter renderli completamente pianeggianti e agevoli da utilizzare; a tal fine, lì dove necessario, si potrebbe prevedere l'utilizzo di pavimentazioni naturali in sabbia e pietrisco compattati, materiali economici, facilmente ripristinabili e permeabili. La permeabilità consente il passaggio dell'acqua attraverso la superficie, favorendo il drenaggio naturale del terreno sottostante.



Figura 87_Proposta di rigenerazione
Fonte: Elaborazione tramite software Photoshop

Gli alberi destinati alla creazione del micro-parco e alla formazione di un percorso alberato, che possa offrire ombra lungo i sentieri, andrebbero selezionati in base alle caratteristiche climatiche mediterranee. In particolare, si potrebbero prediligere specie a foglia caduca, capaci di fornire ombra

durante i mesi estivi e permettere l'irraggiamento solare nei periodi invernali, migliorando il comfort climatico durante tutto l'anno.

L'implementazione di alberature e sedute lungo i sentieri rappresenta un intervento autonomo rispetto all'area target individuata e si discosta dai criteri di progettazione classici di micro-parco, in quanto la superficie del lotto risulterebbe superiore alle soglie generalmente ammesse per tali configurazioni.

Tuttavia, questa soluzione consentirebbe di ampliare in modo sostanziale l'estensione delle aree di rifugio climatico, generando percorsi ombreggiati e spazi di sosta confortevoli a beneficio dell'utenza. Parallelamente, la creazione di una rete vegetazionale lineare assolverebbe alla funzione di corridoio ecologico, promuovendo la continuità degli habitat e facilitando la mobilità delle specie, con effetti positivi sulla biodiversità e sulla resilienza ecosistemica del quartiere.

Inoltre, poiché le aree incolte di notevole estensione risultano essere le più vulnerabili all'aumento delle temperature superficiali, come evidenziato dalla rappresentazione della LST, l'implementazione di vegetazione in tali zone potrebbe portare a un significativo abbassamento delle temperature.

Tuttavia, studi scientifici (Schwaab J. et al., 2021) dimostrano che non è possibile stabilire valori standard di riduzione della temperatura superficiale: l'effetto potenziale di raffrescamento derivante dalla presenza di alberature è infatti strettamente influenzato dalle condizioni climatiche locali. I risultati possono quindi variare notevolmente a seconda che: la soluzione venga implementata in una città situata a una certa latitudine piuttosto che in un'altra, in funzione della disponibilità di nutrienti nel suolo, a seconda delle temperature medie della zona e dei livelli di irrigazione che possono incrementare il potere evapotraspirativo e, di conseguenza, il raffrescamento.

Sarebbe quindi opportuno effettuare analisi mirate su ciascuna area, considerando in modo dettagliato tutte le sue caratteristiche, inclusi i materiali impiegati nelle abitazioni e nelle infrastrutture circostanti; infatti, laddove tali materiali siano scuri e ad alta capacità di assorbimento del calore, il potenziale di raffreddamento offerto dalle NBS risulterebbe amplificato mentre, in contesti con superfici chiare o riflettenti, pur restando importante, l'effetto combinato di ombreggiamento ed evapotraspirazione tende a essere meno marcato.

CONCLUSIONI

Il lavoro di tesi ha permesso di approfondire gli effetti dei cambiamenti climatici, in particolare nelle aree urbane, che richiedono risposte integrate e multidisciplinari.

Dopo aver analizzato le dinamiche climatiche globali, le strategie normative e gli scenari futuri, l'attenzione si è concentrata sul fenomeno dell'isola di calore urbana, una delle manifestazioni più tangibili degli effetti locali del riscaldamento globale, aggravata dall'intensa antropizzazione delle città e dalla crescente impermeabilizzazione dei suoli.

L'analisi condotta sul quartiere San Paolo di Bari ha consentito di individuare le criticità specifiche di un contesto urbano caratterizzato da vaste aree incolte e prive di ombreggiamento, da una distribuzione disomogenea dei servizi e da una significativa presenza di superfici impermeabili.

Lo studio delle diverse tipologie di aree verdi presenti ha fornito un quadro conoscitivo omogeneo, utile per elaborare soluzioni mirate e specifiche per ciascuna area.

La proposta di intervento elaborata mira a definire una rete di micro-parchi in grado di mitigare l'effetto isola di calore urbana, migliorare la qualità della vita e incrementare la resilienza del quartiere ai fenomeni climatici estremi.

Attraverso l'analisi della temperatura superficiale (LST) e l'individuazione di aree residuali strategiche in cui collocare i pocket parks, sono stati pianificati interventi basati su Nature Based Solutions, calibrati sulle caratteristiche dei siti, capaci di creare corridoi ecologici che connettano differenti aree naturali, favorendo lo spostamento di flora e fauna tra habitat altrimenti frammentati dall'espansione delle infrastrutture antropiche. Allo stesso tempo, tali connessioni possono agevolare i collegamenti pedonali, riducendo i tempi di

percorrenza e offrendo percorsi ombreggiati e protetti dal calore durante i mesi estivi.

Successivamente, dopo aver analizzato le aree e definito possibili strategie di implementazione delle NBS per renderle idonee a fornire benefici durante la stagione calda, è stata delineata una rete di rifugi climatici che, oltre a considerare gli spazi verdi, integra anche la presenza di servizi nel quartiere che possano offrire riparo dal calore nei giorni più critici dell'anno.

Un riferimento significativo è stato lo studio dell'esperienza di Barcellona, che ha evidenziato come, una rete capillare di rifugi climatici, possa costituire non solo una misura efficace di adattamento, ma anche un'opportunità per ripensare lo spazio pubblico in termini di maggiore inclusività e fruibilità, con uno sguardo intersezionale sulle vulnerabilità.

L'esempio di implementazione finale si configura come un modello di riferimento, in grado di fornire un contributo concreto alla definizione di interventi replicabili e adattabili sia in altre aree del quartiere, sia in contesti urbani differenti, estendendo così la portata e l'efficacia delle strategie di mitigazione climatica e di miglioramento della qualità urbana.

Ulteriori sviluppi di questo lavoro potranno concentrarsi su una modellazione più avanzata dei benefici ecosistemici generati dalle nuove aree verdi, in termini di assorbimento di CO₂, incremento della biodiversità, miglioramento della salute pubblica e percezione di inclusività.

In conclusione, la trattazione dimostra come, anche in quartieri complessi dal punto di vista sociale e infrastrutturale, sia possibile avviare una trasformazione climatica e ambientale capace di produrre benefici duraturi, delineando scenari urbani più sostenibili, resilienti e attenti alla qualità della vita dei cittadini.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Abbasciano A., Cito M.G., Nuzzo F., Spiru A. (2023). La Città dei 15 Minuti: un modello di sostenibilità urbana. Alcuni spunti per Bari e Taranto, *Iconocrazia*, 1(23), pp. 75-91
- Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (2017). A proposito di Cambiamenti climatici [online]. Disponibile da:
<https://www.arpa.veneto.it/api/arpavinforma/pubblicazioni/a-proposito-di-...-cambiamenti-climatici-seconda-edizione/@@download/file>
[consultato il 26 maggio 2025]
- Ajuntament de Barcelona (2017). Mesura de govern Urbanisme amb perspectiva de gènere [online]. Disponibile da:
https://ajuntament.barcelona.cat/dones/sites/default/files/documentacio/mesuradegovernurbanismeigenere_220317.pdf [consultato il 07 luglio 2025]
- Alharthi M.A., Lenzholzer S., Cortesão J. (2025). Climate responsive design in urban open spaces in hot arid climates: a systematic literature review, *Discover Cities*, 2(38)
- Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (2022). *Position Paper 2022, Gruppo di Lavoro sul Goal 11, Infrastrutture verdi urbane e periurbane*. Roma: ASviS - Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile
- Amorin-Maia A.T., Anguelovski I., Chu E., Connolly J. (2022). Intersectional climate justice: A conceptual pathway for bridging adaptation planning, transformative action, and social equity, *Urban Climate*, 41, 101053
- Amorin-Maia A.T., Anguelovski I., Chu E., Connolly J. (2023). Seeking refuge? The potential of urban climate shelters to address intersecting vulnerabilities, *Landscape and Urban Planning*, 238, 104836

- Bari Today (2024). Riqualificazione 'green' del Parco 'Giovanni Paolo II', terminati i lavori: “Installati anche attrezzi ginnici e tavoli per il gioco” [online]. Disponibile da: <https://www.baritoday.it/attualita/riqualificazione-parco-giovanni-paolo-ii-bari-terminati-lavori.html> [consultato il 05 giugno 2025]
- Boluda-Verdú I., Senent-Valero M., Casas-Ecolano M., Matijasevich A., Pastor-Valero M. (2022). Fear for the future: Eco-anxiety and health implications, a systematic review, *Journal of Environmental Psychology*, 84, pp. 101904
- Città metropolitana di Milano (2020). Schede tecniche Life Metro Adapt soluzioni naturalistiche (NBS) per la città metropolitana di Milano [online]. Disponibile da: https://www.cittametropolitana.mi.it/Life_Metro_Adapt/documenti/DOCUMENTI-TECNICI [consultato il 20 maggio 2025]
- Clayton S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change, *Journal of Anxiety Disorders*, 74, pp. 102263
- Climate ADAPT (2022). Enhancing social justice in actions to adapt to climate change in the city of Barcelona [online]. Disponibile da: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/barcelona-trees-tempering-the-mediterranean-city-climate> [consultato il 03 luglio 2025]
- Comitato per lo sviluppo del verde pubblico (2017). Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano [online]. Disponibile da: https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/linee_guida_finale_25_maggio_17-pdf [consultato il 04 giugno 2025]
- Comune di Bari (1996). Programma di riqualificazione urbana, legge 17 febbraio 1992 n°179, S. Paolo – Lama Balice, Relazione Tecnica e Allegati. Disponibile da: <https://www.comune.bari.it/web/edilizia-e-territorio/priu-san-paolo-lama-balice> [consultato il 21 maggio 2025]

- Comune di Bari (2020). Rigenerazioni Creative: approvato e finanziato il progetto “Verde incontro” per dar vita a un’area boschiva nel quartiere San Paolo [online]. Disponibile da: <https://www.comune.bari.it/-/rigenerazioni-creative-approvato-e-finanziato-il-progetto-verde-incontro-per-dar-vita-a-un-area-boschiva-nel-quartiere-san-paolo> [consultato il 05 giugno 2025]
- Comune di Bari (2021). Documento Programmatico Preliminare (DPP) [online]. Disponibile da: <https://www.comune.bari.it/web/edilizia-e-territorio/documento-programmatico-preliminare-dpp> [consultato il 05 luglio 2025]
- Comune di Bari (2025). Mobilità ciclistica e ciclovie urbane: partiti i lavori per la pista ciclabile di via Fanelli, presto cantieri a San Paolo e Loseto [online]. Disponibile da: https://www.comune.bari.it/-/mobilita-ciclistica-e-ciclovie-urbane-partiti-i-lavori-per-la-pista-ciclabile-di-via-fanelli-presto-cantieri-a-san-paolo-e-loseto?redirect=https%3A%2F%2Fwww.comune.bari.it%2Fhome%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dmobilita%25C3%25A0%2Be%2Bciclovie%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch&inheritRedirect=true [consultato il 01 luglio 2025]
- Comune di Milano (2025). Erba alta in città? Tutti i benefici dello sfalcio ridotto [online]. Disponibile da: <https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/verde/manutenzione-progettazione/sfalci-ridotti> [consultato il 12 giugno 2025]
- Copernicus Climate Change Service (C3S) and the World Meteorological Organization (WMO) (2024). ESOTC 2024: Your guide to Europe’s changing climate [online]. Disponibile da: <https://climate.copernicus.eu/esotc-2024-your-guide-europes-changing-climate> [consultato il 14 giugno 2025]

- Del Fico S. (2023). Le fermate degli autobus con i tetti ricoperti di piante e fiori sono un regalo per le api mellifere. *greenMe* [online]. Disponibile da: <https://www.greenme.it/animali/animali-selvatici/pensiline-verdi-regno-unito/> [consultato il 04 luglio 2025]
- Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T. (2018). *Rigenerare la città con la natura*. Seconda edizione. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.
- Djoudi H., Locatelli B., Chloe V., Asher K., Brockhaus M., Sijapati B. B. (2016). Beyond dichotomies: Gender and intersecting inequalities in climate change studies, *Ambio*, 45(3), 248-262
- European Economic and Social Committee (2022). UN Framework Convention on Climate Change [online]. Disponibile da: <https://www.eesc.europa.eu/it/initiatives/un-framework-convention-climate-change> [consultato il 26 maggio 2025]
- Frank L.D., Sallis J.F., Conway T.L., Chapman J., Saelens B.E., Bachman W. (2010). Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighborhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality, *Journal of the American Planning Association*, 72(1), pp. 75-87
- International Energy Agency (2018). The Future of Cooling, Opportunities for energy-efficient air conditioning [online]. Disponibile da: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling> [consultato il 16 giugno 2025]
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). *Climate Change 2023, AR6 Synthesis Report (SYR)*, Geneva, Switzerland
- Jeevalakshmi D., Narayana Reddy S., Manikiam B. (2017). Land surface temperature retrieval from LANDSAT data using emissivity estimation, *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(20), pp. 9679-9687

- Junkes L., Nardi A.E. (2024). Perspectives on mental health amid the crisis of climate refugees, *Trends Psychiatry Psychother*
- Klein R.J.T., Huq S., Denton F., Downing T.E., Richels R.G., Robinson J.B., Toth F.L. (2007). *Inter-relationships between adaptation and mitigation. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 745-777
- Lauria A. (2017). *Piccoli Spazi Urbani, Valorizzazione degli spazi residuali in contesti storici e qualità sociale*. Napoli: Liguori Editore.
- Leone A., Balena P. (2019). L'isola urbana di calore e l'adattamento al cambiamento climatico della città, nuovo cimento per il pianificatore. In: *La Greca P., Sgobbo A., Moccia F. D. CeNSU International Annual Symposium 2019, Densità e Sostenibilità*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore. 215 -230
- Pihkala P. (2020). Anxiety and the Ecological Crisis: An Analysis of Eco-Anxiety and Climate Anxiety, *Sustainability*, 12(19), pp.7836
- Puglia Planet (2025). G124- San Paolo: domani l'inaugurazione della corte Don Bosco con una festa di quartiere [online]. Disponibile da: <https://www.pugliaplanet.com/2025/03/21/g124-san-paolo-domani-linaugurazione-della-corte-don-bosco-con-una-festa-di-quartiere/> [consultato il 05 giugno 2025]
- Redazione Tecnica BibLus (2025). Piani urbanistici: cosa sono e come funzionano? [online]. Disponibile da: https://biblus.acca.it/piani-urbanistici-comunali/#Tipologia_di_piani_urbanistici [consultato il 01 luglio 2025]
- Schwaab J., Meier R., Mussetti G., Seneviratne S., Bürgi C., Davin E.L. (2021), The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities, *Nature Communications*, 6763

- UIA Urban Innovative Actions (2020). Barcelona's Climate Shelters project. The challenge of communicating unwelcome messages on climate change [online]. Disponibile da: <https://www.uia-initiative.eu/en/news/barcelonas-climate-shelters-project-challenge-communicating-unwelcome-messages-climate-change> [consultato il 05 luglio 2025]
- United Nations (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York: United Nations.
- United Nations, Framework Convention on Climate Change (1997). *Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change*, Kyoto, Japan
- United Nations Climate Change. What is the Kyoto Protocol? [online]. Disponibile da: https://unfccc.int/kyoto_protocol [consultato il 26 maggio 2025]
- United Nations Climate Change. The Paris Agreement [online]. Disponibile da: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> [consultato il 26 maggio 2025]
- U.S. Environmental Protection Agency (2025). What Are Heat Islands? [online]. Disponibile da: <https://www.epa.gov/heatislands/what-are-heat-islands#reduce> [consultato il 05 giugno 2025]
- Wadanambi R.T., Wandana L.S., Chathumini K.K.G.L., Dassanayake N.P., Preethika D.D.P., Arachchige U.S.P.R (2020). The effects of industrialization on climate change, *Journal of Research Technology and Engineering*, 1(4)
- Zhu S., Causone F., Gao N., Ye Y., Jin X., Zhou X., Shi X. (2023). Numerical simulation to assess the impact of urban green infrastructure on building energy use: A review, *Building and Environment*, 228