

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
SEDE DI BOLOGNA

Corso di Laurea Magistrale in Didattica e comunicazione delle Scienze Naturali
Curriculum Didattica e Sviluppo Sostenibile

**I PROGETTI STRATEGICI
COME OCCASIONE PER
L'ADATTAMENTO E LA RESILIENZA
DEL TERRITORIO**

CANDIDATA

Chiara Nannini

RELATORE

Prof.re Michele Casini

CORRELATORE

Ing. Pierre Passarella

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche, Ambientali
Anno Accademico 2024 - 2025

Indice

PREMESSA	4
OBIETTIVO DELLA TESI	5
L'AMBIENTE	7
LINGUA CHE SCEGLI, DEFINIZIONE SFUMATA CHE TROVI	7
LA LEGGE DELL'AMBIENTE	8
PAESAGGIO - AMBIENTE - TERRITORIO: TRIEDRO DELLA REALTÀ	16
ANIMALI, PIANTE E INQUINANTI	19
GAIA? Pianta p̄t	19
INGEGNERIA NATURALE	22
IL RUOLO DEL PROGETTISTA	28
<i>Insetti</i>	31
<i>Uccelli</i>	37
<i>Microbi</i>	39
<i>Funghi</i>	40
<i>Piante</i>	41
CITTÀ E AMBIENTE	43
LA STORIA DELLA CITTÀ	43
URBAN SPRAWL E SVILUPPO SOSTENIBILE	49
PROBLEMI DELLA CITTÀ	55
<i>Inquinamento</i>	55
<i>Mobilità</i>	62
<i>Opere trascurate, rigoglio sfiorito, acqua sublimata e diversità ristretta</i>	65
<i>Impatti sociali</i>	67
LA MITIGAZIONE COME POSSIBILE SOLUZIONE	74
<i>Lo sviluppo della questione urbana</i>	75
<i>Tra cesio e smeraldo</i>	81
<i>La tutela del buio</i>	103
RAPPORTO UOMO - SVILUPPO SOSTENIBILE	105
LCA E MARCHI DI QUALITÀ	105
FITORISANAMENTO E BIORISANAMENTO	107
SERVIZI ECOSISTEMICI E CAPITALE NATURALE	109
RAPPORTO UOMO - AMBIENTE	113
VIS MEDICATRIX NATURAE - RICONNETTERE UOMO E AMBIENTE	116
L'IMPORTANZA DELLA COMUNICAZIONE	122
IDEE E PUNTI DI VISTA	124
ANALISI DI PROGETTI STRATEGICI SIGNIFICATIVI	130
MADRID	132
BOSTON	135
BARCELONA	138
IL PROGETTO DELLA NUOVA PORRETTANA	145
INQUADRAMENTO	145
IL PROGETTO	146

POSSIBILI CAMBIAMENTI.....	153
<i>Confronto tra progetti.....</i>	<i>153</i>
<i>Vegetazione, acqua, terra e aria.....</i>	<i>156</i>
<i>Pavimentazioni e illuminazione.....</i>	<i>170</i>
<i>La galleria.....</i>	<i>172</i>
<i>Monitoraggio.....</i>	<i>174</i>
<i>Cittadini al centro.....</i>	<i>176</i>
CONCLUSIONI.....	180
APPENDICE.....	182
TABELLE.....	182
IMMAGINI.....	216
REFERENZE.....	228
BIBLIOGRAFIA.....	228
SITOGRAFIA.....	256

PREMESSA

Come comportarsi in uno scenario in continua evoluzione? Se si affermasse che è molto più semplice progettare e proporre idee in un contesto laboratoriale nel quale ogni variabile può essere quasi completamente controllata e stressata, sarebbe corretto. I progetti strategici, seguendo tale ragionamento, sarebbero di elementare realizzazione e progettazione.

Così non è

Ci troviamo in un ambiente in continua evoluzione, positiva o negativa che può essere indipendentemente dal nostro punto di vista come una tra le tante specie che popolano il pianeta, e solamente per questa ragione, non indifferente considerando ora il nostro punto di vista, per progettare soluzioni nuove bisogna prendere spunto dalla famiglia dei Chamaeleonidae¹. Queste creature sono maestre nell'adattarsi allo sfondo, nell'essere resilienti di fronte ai cambiamenti; i progetti strategici, quindi, devono essere capaci di rispondere alle molteplici esigenze ed essere pronti a subire modificazioni per adattarsi ai diversi punti di vista, alle critiche, per integrarsi e fondersi diventando un tutt'uno con ciò che li circonda senza essere motivi di frattura sia sociale sia ambientale.

¹ Con tale termine si fa riferimento alla famiglia, un livello di classificazione tassonomica, cui appartengono i camaleonti
Treccani Enciclopedia, Camaleonti,
<https://www.treccani.it/enciclopedia/camaleonte/?search=camaleonte%2F>

OBIETTIVO DELLA TESI

L'ambiente e la città sono spesso in conflitto per diversi motivi ad esempio la qualità dell'ambiente, delle sue componenti, la capacità di penetrazione dell'acqua nel suolo, la qualità del suolo, la presenza di vegetazione e degli animali selvatici. L'obiettivo della presente tesi, quindi, è quello di indagare se i grandi progetti possano essere delle opportunità per equilibrare gli aspetti ambientali, le diverse matrici e la situazione sociale all'interno delle città. L'aggettivo grande² descrive un intervento prolungato nel tempo, che interessa un'altrettanto vasta area nella quale si svolgono i lavori, con ingenti investimenti; tuttavia una definizione precisa non è stata creata.

Pari diritti sulla carta, pari diritti nella realtà; pari giustizia sulla carta, pari giustizia nella realtà.

Per potere esplorare questo tema è necessario considerare i diversi portatori d'interesse, le diverse voci e opinioni, dando anche la possibilità a chi non ha voce umana di portare le proprie ragioni all'interno dei progetti strategici. Considerando dunque la vasta platea è necessario comprendere come comunicare, essere efficaci, non preponderanti e intuire quando e come lasciare spazio per altri contributi incentivando così la partecipazione dal basso, dai cittadini così da ridurre o addirittura eliminare inutili attriti che possono ledere la fiducia nel progetto portando le persone ad avanzare una risposta negativa che non mostra la volontà di ascoltare ragioni. I mezzi per comunicare risulteranno quindi essere importanti per cercare di raggiungere il maggior numero di cittadini possibile.

Puntare e investire sulla componente ambientale come bilanciamento economico per la salute non è un azzardo che non porterà a concreti risultati ma è un alleato fondamentale per cambiare il mondo che verrà, il futuro, consegnando ai posteri una realtà, auspicabilmente, migliore rispetto lo stato attuale.

² P.O.In. Attrattori culturali naturali e turismo, Grandi progetti, <http://www.poinattrattori.it/programma/grandi-progetti.html>
Regione campania, Grandi progetti, <https://porfesr.regione.campania.it/it/por/grandi-progetti-ubd8>
Parlamento Europeo, Consiglio dell'Unione Europea, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, Regolamento (UE) n. 1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1303&from=IT>

Ora ci si potrebbe chiedere come sia possibile ridurre o, nel migliore dei casi, eliminare il conflitto tra città e ambiente, tra uomo e natura. Vi sono diverse possibilità come: applicare i principi Do Not Significant Harm, sfruttare immagini satellitari che indagano la superficie del pianeta attraverso lunghezze spettrali differenti, avvalersi delle Nature Based Solutions e molti altri stratagemmi, o per meglio definirli, accortezze.

Per potere apprezzare le soluzioni che possono essere adottate al fine di cambiare la realtà cittadina ed ambientale sono stati selezionati tre progetti, Madrid con il progetto del Calle 30 ha creato nuovi collegamenti, Boston con il progetto Big Dig tra i diversi cambiamenti ha introdotto un nuovo sistema stradale con tunnel e ponti, Barcellona con il progetto della Plaça de les Glòries Catalanes ha realizzato un'imponente rotatoria su più livelli, per poterli poi analizzare e confrontare con il progetto locale della Nuova Porrettana di Casalecchio di Reno. Il confronto sarà effettuato considerando diverse matrici ambientali. Tale indagine ha lo scopo di poter comprendere se le azioni intraprese localmente possano essere state svolte al meglio delle attuali disponibilità oppure se possano essere migliorate rispetto le altre realtà esaminate. Dopo lo studio e il confronto si procederà con le proposte che intendo avanzare al fine di creare uno spazio del quale la cittadinanza possa godere tutto l'anno caratterizzato da un alto tenore qualitativo delle componenti ambientali; non sarà l'unica area che verrà considerata anche altre saranno oggetto di un potenziale intervento poiché un'opera diffusa e non solo localizzata può avere maggiori possibilità di successo.

L'AMBIENTE

Lingua che scegli, definizione sfumata che trovi

Prima di porre l'attenzione sui progetti, più o meno costosi, bisogna considerare un attore non trascurabile negli stessi progetti, l'ambiente. Per approfondire quanto appena scritto, occorre riportare il termine anglosassone per ambiente: *environment* che traducendolo letteralmente significa «ciò che circonda»; il termine è ancora esplicito nella lingua francese, *environnement*, nella tedesca, *Umwelt*. Nonostante discendano da un'unica lingua madre, l'Indoeuropeo³, si sono differenziate in due tra le tante famiglie, le lingue neolatine e germaniche che considerando solamente questo termine sono molto diverse. 環境, *kankyō*: 環 ideogramma traducibile come cerchio e 境 invece come confine, simile al greco *περιβάλλον*; si potrebbero esplorare anche altre lingue ma il concetto sarebbe sempre più o meno evidente. Nel corso della storia dell'uomo, l'ambiente è stato prima la sua casa poi è stato sempre più confinato all'esterno della sua esistenza, confinandolo ai margini del proprio abitato; si sono viste, anzi sono state sperimentate le conseguenze⁴ di tale scelta.

³ Wikipedia, Lingue indoeuropee, https://it.wikipedia.org/wiki/Lingue_indoeuropee

⁴ Lewis S. L., Maslin M. A., 2018, Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi
Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO Strategie e politiche, 2023, Il Mulino

Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna

Gentile A., Quanto è diventata calda la città, in «Le Scienze», n. 640, 2021, p. 22

Spano D., Mereu V., Che clima farà in città, in «Le Scienze», n. 639, 2021, p. 50 – 65

Toensmeier E., Garrity D., Il problema della biomassa, in «Le Scienze», n. 626, 2020, p. 80 – 87

Mercogliano P., Scenari italiani, in «Le Scienze», n. 639, 2021, p. 42 – 49

Valentini R., Un mondo sempre più caldo, in «Le Scienze», n. 639, 2021, p. 38 – 41

Bugliosi R., Biodiversità: una ricchezza che stiamo perdendo, in «Almanacco della scienza CNR», n. 4 - 17 aprile, 2025, <https://almanacco.cnr.it/articolo/13355/biodiversita-una-ricchezza-che-stiamo-perdendo>

Genovalli K., Cambiamento climatico: la situazione è critica, in «Almanacco della scienza CNR», n. 4 - 17 aprile, 2025, <https://almanacco.cnr.it/articolo/13375/cambiamento-climatico-la-situazione-e-critica>)

Probabilmente per tali risultati i progetti, le leggi, la classe politica, i cittadini hanno iniziato a interessarsi dell'impatto dell'umano operare sull'ambiente e sulle altre forme di vita che assieme a noi popolano questo granello, tra i tanti dell'Universo, che noi chiamiamo casa.

La legge dell'ambiente

Come poter definire formalmente l'ambiente può essere non molto semplice perché può cambiare la sensibilità di chi definisce e recepisce tale definizione. Nonostante tale incognita, l'ecologia⁵ definisce ambiente come «*tutto ciò che circonda e con cui interagisce un organismo. Il concetto di ambiente è quindi relativo e comprende tutte le variabili o descrittori biotici e abiotici in cui un organismo vive e con cui interagisce nel corso della sua esistenza*». Nonostante tale definizione, non esiste una definizione di ambiente generalizzata a livello giuridico; si può confrontare la definizione in ambito internazionale e in quello europeo, derivando quello nazionale dalle sentenze e dal codice ambientale Dlgs 152/2006.

Per il diritto internazionale⁶ la considerazione e la protezione dell'ambiente è nuova materia ed è attuata attraverso la dichiarazione di principi e trattati. I suoi albori sono dovuti principalmente a due dinamiche: l'inquinamento transfrontaliero; i problemi di natura globale, come incidenti nucleari, inquinamento marino, oppure derivanti da disastri, come incidenti industriali, affondamenti di petroliere. La prima fase che porta all'odierno diritto internazionale dell'ambiente deriva dal caso *Trail Smelter*⁷ del 1941;

⁵ Treccani Enciclopedia on line, Ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente/?search=ambiente%2F>

⁶ Treccani Enciclopedia on line, Ambiente. Diritto internazionale, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente-diritto-internazionale/?search=ambiente%2F>

⁷ Nazioni Unite, Trail smelter case (United States, Canada), volume III, 1941, pp. 1905-1982, https://legal.un.org/riaa/cases/vol_iii/1905-1982.pdf

Wikipedia, Trail Smelter dispute, https://en.wikipedia.org/wiki/Trail_Smelter_dispute Britannica, Levels of environmental law, autori Cheever F., Campbell-Mohn C., controllo Editori dell'Enciclopedia Britannica, 2017, <https://www.britannica.com/topic/environmental-law/Levels-of-environmental-law>

la seconda fase vede diversi organismi a livello mondiale che vengono costituiti dal 1945 al 1972 come nel caso dell'ONU e al loro interno vi sono obiettivi che interessano l'ambiente. La terza fase inizia con il 1972, stesso anno nel quale l'ONU⁸ organizzò la Conferenza di Stoccolma sull'ambiente umano che portò all'adozione della Dichiarazione sull'ambiente umano che conteneva dei principi cardine per l'ambiente ovvero:

- ◆ la configurazione dell'ambiente come bene giuridico
- ◆ la tutela dell'ambiente è slegata dagli interessi statali
- ◆ la tutela dell'ambiente è estesa anche oltre i confini della sovranità statale
- ◆ si ha cooperazione internazionale per salvaguardare l'ambiente

Infine la quarta ed ultima fase⁹ va dal 1992, in cui si ebbe la Conferenza di Rio de Janeiro su ambiente e sviluppo, ad oggi che raccoglie e continua l'eredità di Rio concentrandosi sullo sviluppo sostenibile inteso come, secondo quanto scritto nel rapporto *Our Common Future* pubblicato dalla Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente¹⁰, «*uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri*». Nel diritto internazionale le dichiarazioni dei principi hanno un ruolo particolare poiché sono affermazioni politiche fino a che non sono riprese nelle norme del diritto internazionale e in genere affermano che:

- ◆ esista l'esigenza di tutelare le risorse
- ◆ ci sia la necessità di un rapporto bilanciato tra ambiente, economia e industria

⁸ Treccani Enciclopedia on line, Ambiente. Diritto internazionale, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente-diritto-internazionale/?search=ambiente%2F>

⁹ Treccani Enciclopedia on line, Ambiente. Diritto internazionale, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente-diritto-internazionale/?search=ambiente%2F>

¹⁰ Treccani Enciclopedia on line, Sviluppo sostenibile, <https://www.treccani.it/enciclopedia/sviluppo-sostenibile/>

- ♦ debba essere posta attenzione sugli altri stati e alle generazioni future
- ♦ si debba prestare attenzione ai rapporti tra stati sviluppati e in via di sviluppo poiché nel primo caso l'ambiente è un bene da tutelare mentre nel secondo si hanno rischi ambientali rilevanti.

Per il diritto europeo la protezione dell'ambiente non fu, come diversamente è oggi, una priorità, infatti, con il trattato istitutivo della Comunità Economica Europea¹¹ del 1957 l'ambiente veniva solamente considerato, emanando i relativi regolamenti e direttive, come tutela della concorrenza. Dagli anni Settanta l'Unione Europea iniziò ad adottare dei programmi d'azione in materia ambientale. La protezione dell'ambiente¹² fu introdotta dalla giurisprudenza della Corte di giustizia dell'Unione Europea, formalmente con l'Atto unico europeo del 1986 entrato in vigore l'anno successivo che definì principi e finalità dell'azione dell'Unione per la parte ambientale. In particolare, tutt'oggi, l'ambiente è disciplinato dal trattato sul funzionamento dell'Unione Europea il cui articolo 4 stabilisce che per l'ambiente lavora in parallelo con gli altri Stati membri. In seguito nel 1987 si ebbe l'Atto Unico Europeo che introdusse un insieme di norme sull'ambiente che individuarono una competenza chiara della CEE in campo ambientale¹³. Il 1993 fu l'anno nel quale fu siglato il trattato di Maastricht¹⁴, nel 1999 fu sottoscritto il Trattato di Amsterdam¹⁵;

¹¹ Parlamento Europeo, Trattati di Roma, <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-rome> Parlamento Europeo, TRATTATO che istituisce la Comunità Economica Europea e documenti allegati, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:11957E/TXT>

¹² Treccani Enciclopedia on line, Ambiente. Diritto dell'Unione Europea, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente-diritto-dell-unione-europea/?search=ambiente%2F>

¹³ Parlamento Europeo, Atto unico europeo (AUE), <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/single-european-act>

¹⁴ Parlamento Europeo, Trattato sull'Unione Europea (TUE) / trattato di Maastricht, https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/maastricht-treaty?&at_campaign=2024-AboutParliament&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=DSA&at_goal=TR_G&at_advertiser=Webcomm&at_topic=Maastricht&at_location=IT&qad_source=1&qad_campaignid=21726011278&qclid=Cj0KCQjw2tHABhCiARIsANZzDWqAgXBz1rBoB28VRCHv6RhYA9FWjTU_hS44LaVddxGkGjEjQVj2EZYaAnV3EALw_wcB

consideravano rispettivamente la denominazione della CEE aggiornandola in CE con la conseguente valorizzazione dei profili non economici tra i quali l'ambiente mentre il successivo afferma i principi di sviluppo sostenibile e d'integrazione. Agli albori del nuovo secolo fu creata la Carta dei Diritti Fondamentali dell'Unione Europea¹⁶ che comprende i principi dello sviluppo sostenibile e d'integrazione.

Tra il 1800 ed il 2000 nel territorio italiano si iniziarono ad intraprendere dei significativi passi avanti per l'inclusione dell'ambiente; la legge¹⁷ del 22 dicembre 1888 si concentrava sulla salute dei cittadini ed al suo interno veniva considerato l'abitato come parte che poteva influenzarla. Nel 1991 venne creata la prima legge¹⁸ quadro che interessava le aree protette, l'anno successivo fu istituito il primo parco nazionale¹⁹, quello del Gran Paradiso. Procedendo nel tempo si sono raggiunte altre leggi²⁰ per la tutela ambientale che hanno interessato, ad esempio, le bellezze naturali, i rifiuti, la qualità dell'aria, l'inquinamento dell'acqua. Il 3 aprile del 2006 attraverso il d.lgs. numero 152 venne creato il TUA²¹, il Testo unico in materia ambientale detto anche Codice dell'ambiente che costituiva una riforma per la

¹⁵ Parlamento Europeo, Trattato di Amsterdam, <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-amsterdam>

¹⁶ Parlamento Europeo, Carta dei Diritti Fondamentali dell'Unione Europea, https://www.europarl.europa.eu/charter/pdf/text_it.pdf

¹⁷ Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, LEGGE 22 dicembre 1888, n. 5849 <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1888-12-22:5849!vig=1891-11-18>

¹⁸ MASE, Legge 6 dicembre 1991 n. 394, Legge quadro sulle aree protette, https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/legge_06_12_1991_394-pdf

¹⁹ Parco Nazionale Gran Paradiso, Il primo parco nazionale italiano, <https://www.pngp.it/visita-il-parco/storia>

²⁰ Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Legge 29 giugno 1939, n. 1497, <https://www.normattiva.it/atto/caricaDettaglioAtto?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1939-10-14&atto.codiceRedazionale=039U1497&tipoDettaglio=originario&qId=>

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Legge 8 luglio 1986, n. 349, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1986-07-08:349!vig=>

Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, Legge 10 maggio 1976, n. 319, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1976/05/29/076U0319/sq>

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Legge 13 luglio 1966, n. 615, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1966-07-13:615>

Camera dei Deputati, Legge 20 marzo 1941, n. 366, https://legislature.camera.it/chiosco.asp?source=/altre_sezionism/9499/10031/10032/documentotesto.asp&content=/_dati/leg03/lavori/schedela/trovaschedacamera.asp?pdf=2612

²¹ Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03:152>

gestione e bonifica dei siti contaminati, tutelava e gestiva le acque e le risorse idriche, difendeva il suolo e s'impegnava contro la desertificazione, gestiva le aree protette oltre ad utilizzare in modo sostenibile e conservare le specie protette, introduceva delle valutazioni della qualità ambientale, tutelava l'aria e prevedeva la riduzione delle emissioni in atmosfera.

Si può proporre una terza definizione di ambiente coniata dalla Corte Costituzionale all'interno di una tra le tante sentenze interessate, la 378/2007²², *«l'ambiente come bene della vita materiale e complesso, oggetto di un interesse pubblico di valore costituzionale primario e assoluto e di una potestà legislativa trasversale «(...) sovente l'ambiente è stato considerato come "bene immateriale". Sennonché, quando si guarda all'ambiente come ad una "materia" di riparto della competenza legislativa tra Stato e Regioni, è necessario tener presente che si tratta di un bene della vita, materiale e complesso, la cui disciplina comprende anche la tutela e la salvaguardia delle qualità e degli equilibri delle sue singole componenti. (...) Oggetto di tutela, come si evince anche dalla Dichiarazione di Stoccolma del 1972, è la biosfera, che viene presa in considerazione, non solo per le sue varie componenti, ma anche per le interazioni fra queste ultime, i loro equilibri, la loro qualità, la circolazione dei loro elementi, e così via. Occorre, in altri termini, guardare all'ambiente come "sistema", considerato cioè nel suo aspetto dinamico, quale realmente è, e non soltanto da un punto di vista statico ed astratto»* inoltre continua dicendo che *«non è da trascurare che la norma costituzionale pone accanto alla parola "ambiente" la parola "ecosistema". Ne consegue che spetta allo Stato disciplinare l'ambiente come una entità organica, dettare cioè delle norme di tutela*

²² Corte Costituzionale, SENTENZA N. 378 ANNO 2007, <https://www.cortecostituzionale.it/actionSchedaPronuncia.do?anno=2007&numero=378>
Corte Costituzionale, La tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali nei giudizi di legittimità costituzionale in via principale, 2015, https://www.cortecostituzionale.it/documenti/convegni_seminari/stu_279.pdf

che hanno ad oggetto il tutto e le singole componenti considerate come parti del tutto» conclude dicendo che «si parla, in proposito, dell'ambiente come "materia trasversale", nel senso che sullo stesso oggetto insistono interessi diversi: quello alla conservazione dell'ambiente e quelli inerenti alle sue utilizzazioni. In questi casi, la disciplina unitaria del bene complessivo ambiente, rimessa in via esclusiva allo Stato, viene a prevalere su quella dettata dalle Regioni o dalle Province autonome, in materie di competenza propria, ed in riferimento ad altri interessi». La Costituzione, già nel 1974, considera il paesaggio²³ poi in una sua revisione comprende esplicitamente anche l'ambiente dal 2022 tantoché sancisce all'interno dell'articolo 9²⁴ che *«La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione. Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali».* Vista la presenza continua e apparentemente inscindibile del termine ambiente da quello di paesaggio, sembra opportuno indagare.

Nonostante ciò, la parte che norma gli interventi che interessano l'ambiente e i diversi progetti che vengono realizzati è fondamentale; senza le seguenti valutazioni e tutele non è possibile procedere.

²³ Normattiva, Costituzione della Repubblica Italiana, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:costituzione:1947-12-27~art9>
Zanichelli, L'ambiente entra a far parte dei principi fondamentali della Costituzione, 2022, <https://ultimora.zanichelli.it/diritto/materie-diritto/diritto-pubblico-e-amministrativo/lambiente-entra-a-far-parte-dei-principi-fondamentali-della-costituzione/>

²⁴ Senato della Repubblica, La Costituzione Principi fondamentali, <https://www.senato.it/istituzione/la-costituzione/principi-fondamentali/articolo-9>

VIA²⁵, Valutazione di Impatto Ambientale, inizialmente ha visto gli albori negli Stati Uniti grazie al *National Environmental Policy Act* del 1969; è stato il precursore del principio fondatore dello Sviluppo Sostenibile, enunciato dalla World Commission on Environment and Development, *Our Common Future* nel 1987. Lo scopo di tale valutazione è di assicurare che le attività da noi svolte siano compatibili per uno sviluppo sostenibile quindi con la capacità rigenerativa delle risorse naturali, salvaguardando la biodiversità e distribuendo i vantaggi collegati alle attività economiche. Il principio che la guida è legato alla prevenzione degli effetti negativi derivanti dai progetti.

VAS²⁶, Valutazione Ambientale Strategica, è un programma che gestisce, valuta, monitora i progetti; secondo la Direttiva 2001/42/CE è *«la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente naturale»*. Secondo l'articolo 4 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. *«ha la finalità di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione, dell'adozione e approvazione di detti piani e programmi assicurando che siano coerenti e contribuiscano alle condizioni per uno sviluppo sostenibile»*.

Valsat²⁷, Valutazione della Sostenibilità Ambientale e Territoriale, è sia un rapporto territoriale sia ambientale che valuta gli effetti significativi su ambiente e territorio

²⁵ ISPRA, Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/autorizzazioni-e-valutazioni-ambientali/valutazione-di-impatto-ambientale-via>

²⁶ ISPRA, Valutazione Ambientale Strategica (VAS), <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/autorizzazioni-e-valutazioni-ambientali/valutazione-ambientale-strategica-vas>

²⁷ Provincia di Rimini - ptav piano territoriale d'area vasta, valsat, <https://ptav-rimini.it/cose-il-ptav/valsat/>

potenzialmente derivanti dall'attuazione di un piano. Inoltre individua le misure di pianificazione che impediscono, mitigano o compensano l'incremento delle eventuali criticità già presenti oltre agli impatti negativi delle scelte operate. È stata introdotta dalla Legge 20/2000, comprende i contenuti procedurali e sostanziali della VAS però specifica e aggiunge ulteriori criteri d'analisi per le pianificazioni urbana e territoriale. VInca²⁸, Valutazione di Incidenza, può essere chiamata in causa qualora i progetti che s'intendono realizzare interessino Siti appartenenti alla rete Natura 2000; l'articolo 6 della Direttiva 92/43/CEE, detta *Habitat*, stabilisce il quadro generale per gestione e conservazione di tali aree. È un procedimento preventivo cui qualsiasi piano può essere sottoposto.

BAT²⁹, Best Available Techniques, sono rappresentate da tecniche impiantistiche, di controllo e di gestione che garantiscono bassi livelli d'inquinamento, un'ottimizzazione delle materie prime usate ma anche prodotti, acqua, una prevenzione degli incidenti; nel loro insieme sono tecnicamente realizzabili ed economicamente sostenibili.

Città metropolitana di Bologna, Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale (VALSAT) - prima valutazione preventiva del documento preliminare - relazione,
https://cartografia.cittametropolitana.bo.it/ptcp/conf_pian/Valsat/VAL_A.pdf

Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna

²⁸ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, La Valutazione di Incidenza (VInca),
<https://www.mase.gov.it/portale/web/quest/la-valutazione-di-incidenza-vinca>

²⁹ Certifico S.r.l., Best Available Techniques (BAT): quadro normativo, 2021,
<https://www.certifico.com/ambiente/documenti-ambiente/257-documenti-riservati-ambiente/12124-best-available-techniques-bat-quadro-normativo>

European Environment Agency, Best available techniques (BAT) to cut the use and impact of hazardous chemicals (Signals), 2024, <https://www.eea.europa.eu/en/european-zero-pollution-dashboards/indicators/best-available-techniques-bat-to-cut-the-use-and-impact-of-hazardous-chemicals>

CAM³⁰, Criteri Ambientali Minimi, sono dei requisiti ambientali definiti per diverse fasi di un processo d'acquisto per individuare la soluzione progettuale o prodotto o servizio migliore per l'ambiente interpellando l'intero ciclo di vita e la disponibilità del mercato. Sono stati delineati all'interno del Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione e adottati con il Decreto del Ministro. Applicandoli in modo sistemico ed omogeneo permettono la diffusione di prodotti ambientalmente sostenibili innescando una leva nel mercato. Tra questi ve ne è una tipologia che si occupa del verde pubblico adottati con il Decreto del Ministro n. 63 del 10 marzo 2020; hanno l'obiettivo di valorizzare e incrementare il patrimonio del verde pubblico.

Le opportunità degli strumenti precedentemente riportati riguardano la tutela del territorio per diversi aspetti quale integrità ambientale, salute sia dell'ecosistema urbano sia dei cittadini.

Paesaggio - ambiente - territorio: triedro della realtà

Spesso nel linguaggio comune, ma alcune volte anche nella comunicazione tecnica e professionale, vengono utilizzati come sinonimi le parole *paesaggio*, *ambiente* e *territorio*. Quindi i tre precedenti termini sono sinonimi oppure presentano sostanziali differenze?

³⁰ Certifico S.r.l. Criteri Ambientali Minimi (CAM), 2025, <https://intercenter.regione.emilia-romagna.it/aree/acquisti-sostenibili/come-fare-gpp/cam>
Regione Emilia-Romagna, Agenzia per lo sviluppo dei mercati telematici, I CAM - Criteri Ambientali Minimi, telematici <https://intercenter.regione.emilia-romagna.it/acquisti-sostenibili/come-fare-gpp/cam>
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, CAM vigenti, <https://www.mase.gov.it/portale/cam-vigenti>
ISPRA, Criteri ambientali minimi (CAM) per il verde pubblico, 2020, <https://www.isprambiente.gov.it/it/archivio/notizie-e-novita-normative/notizie-ispra/2020/04/criteri-ambientali-minimi-cam-per-il-verde-pubblico>
Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Anno 161°, numero 90, [https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/guri dm 63 del 2020 verde 002-pdf](https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/guri_dm_63_del_2020_verde_002-pdf)

Il paesaggio, secondo l'Enciclopedia Treccani³¹, è la «*parte di territorio che si abbraccia con lo sguardo da un punto determinato. Il termine è usato in particolare con riferimento a panorami caratteristici per le loro bellezze naturali, o a località di interesse storico e artistico, ma anche, più in generale, a tutto il complesso dei beni naturali che sono parte fondamentale dell'ambiente ecologico da difendere e conservare*». Tale definizione sottolinea l'importanza del punto di osservazione che contempla vedute particolari, beni naturali e antropici tipici che richiedono la necessità di essere tutelati per il valore intrinseco posseduto. Il significato è ben rappresentato nelle arti come «*una visualizzazione di quella realtà concreta che è appunto il paese*» infatti paesaggio³² deriva dalla consonanza tra il francese *paysage* e l'italiano *paese*. Nuovamente la lingua anglosassone viene in nostro soccorso per poter capire il motivo per il quale il paesaggio possa essere un sinonimo degli altri due termini³³: *landscape* che si contrappone allo *inscape* non traducibile nella nostra lingua che rappresenta il paesaggio interiore di una persona o di una collettività. Si è citato questo aspetto poiché il passato culturale di un determinato gruppo di persone incide sulla percezione della natura, sulla necessità di tutela e valorizzazione ma anche su quello che si vuole lasciare in eredità ai posteri. L'uomo plasma il paesaggio, il paesaggio plasma l'uomo; l'essenza palindroma di tale frase rappresenta la realtà delle città attuali e passate infatti si è osservata una sensibilità crescente rispetto i temi ambientali che porta alla volontà di cambiare l'impatto

³¹ Treccani, Paesaggio, <https://www.treccani.it/enciclopedia/paesaggio/>

³² Regione Emilia-Romagna Direzione generale cura del territorio e dell'ambiente, Che cos'è il paesaggio, <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/sito-paesaggio/il-paesaggio/il-paesaggio>

³³ Ibid.

antropico, della città, rendendola resiliente e pronta a rispondere al meglio delle proprie possibilità ai cambiamenti³⁴.

L'ambiente³⁵ è «*tutto ciò che circonda e con cui interagisce un organismo*» ed è suddiviso in biotico e abiotico a seconda se viene considerata la parte vivente, tutti i regni della vita con le relative interazioni, o quella non vivente, come il clima, i parametri quale il pH. In questo caso si richiama l'etimologia latina, *ambiens* che è traducibile³⁶ come l'andare intorno o il circondare; come nel caso precedente il termine può essere declinato in molti modi affiancando un aggettivo, un esempio può essere l'ambiente naturale contrapposto all'ambiente cittadino³⁷. L'ambiente è una parte fondamentale per ogni individuo³⁸ tantoché l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel 1972 attraverso la risoluzione A/RES/2994 (XXVII) istituì la giornata mondiale dell'ambiente dopo la prima conferenza delle Nazioni Unite sulla protezione dell'ambiente naturale tenutasi a Stoccolma. Tale ricorrenza fu celebrata dal 1974 con lo scopo di fare aumentare la consapevolezza riguardo gli impatti delle attività antropiche sull'equilibrio degli ecosistemi ma anche per elaborare delle strategie per tutelare la biomassa. Nelle edizioni successive furono adottate e proposte raccomandazioni, linee guida, progetti di convenzioni ambientali, politiche ambientali globali.

³⁴Regione Emilia-Romagna Direzione generale cura del territorio e dell'ambiente, La nostra idea di paesaggio, <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/sito-paesaggio/il-paesaggio/la-nostra-idea-di-paesaggio>

³⁵Treccani Enciclopedia online, Ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente/?search=ambiente%2F>

³⁶Eniscuola, Ambiente Scopri gli elementi della biosfera, <https://eniscuola.eni.com/it-IT/ambiente.html>

³⁷Treccani Enciclopedia dei ragazzi (2005) Cogliati Dezza V., Ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente/?search=ambiente%2F>
IL GIORNALE Dell'Ambiente, Ambiente: definizione, criticità e salvaguardia, <https://ilgiornaledellambiente.it/ambiente-definizione-salvaguardia/>

³⁸Treccani Enciclopedia online, Giornata mondiale dell'ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/giornata-mondiale-dell-ambiente/?search=ambiente%2F>

«Il territorio è un elemento costitutivo essenziale dello Stato. E' sul territorio che si manifesta l'autorità di un governo nel realizzare determinati fini, dalla difesa dei propri confini all'ordine pubblico, all'assistenza sociale, alla cura dei propri cittadini fino alla giustizia»³⁹. Inoltre è definito territorio di uno Stato⁴⁰ «non solo la terra, comprensiva dei laghi, fiumi e golfi che vi si trovano (acque interne), ma anche il mare territoriale e lo spazio sovrastante il t. terrestre e quello marittimo» quindi la parte che considera anche gli elementi naturali non viene mai tralasciata proprio perché ne rappresenta l'essenza.

ANIMALI, PIANTE E INQUINANTI

Gaia? Πάντα ρεί

Una microbiologa⁴¹ verso la metà degli anni Settanta, studiando dei microrganismi di struttura primordiale iniziò ad ipotizzare che esistesse una relazione tra gli stessi microrganismi e l'ambiente che li ospitava tanto da essere interdipendenti e in coevoluzione; la vita diventa così capace di plasmare le condizioni planetarie ovvero regolare e mantenere equilibrato l'ecosistema. Per tale motivo fu coniato il termine *endosimbiosi* fondamentale per capire gli albori della vita su questo pianeta con la conseguente evoluzione delle cellule eucariotiche e procariotiche. La scienziata era Lynn Margulis; intuì che l'atmosfera ha un ruolo non trascurabile in questo ciclo, si appoggiò ad un esperto della chimica dell'atmosfera, James Lovelock. Grazie alla loro collaborazione, venne prodotto da Lovelock nel 1979 un articolo intitolato *Gaia. A New Look at Life on Earth* nel quale Gaia veniva descritta⁴² come «un'entità

³⁹ Ministero dell'interno, Territorio, <https://www.interno.gov.it/it/temi/territorio>

⁴⁰ Treccani Enciclopedia on line, Territorio, <https://www.treccani.it/enciclopedia/territorio/>

⁴¹ Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

⁴² Ibid.

Lovelock J., GAIA A NEW LOOK AT LIFE ON EARTH, 1979, Oxford University Press

complessa comprendente la biosfera della terra, l'atmosfera, gli oceani e il suolo, l'insieme costituendo una retroazione (feedback) o un sistema cibernetico che cerca un ambiente fisico e chimico ottimale per la vita su questo pianeta. Il mantenimento di condizioni relativamente costanti mediante una regolazione attiva può essere adeguatamente descritto con il termine "omeostasi"».

La prima evidenza che testimonia la potenza e la capacità della vita nel modificare il pianeta è rintracciabile nel Precambriano intorno a 2,4 miliardi di anni fa, un tempo relativamente veloce per la comparsa della vita se si considera che la Terra ha un'età di circa 4567 miliardi di anni, la prima fase del pianeta ricade nell'Adeano sempre facente parte del Precambriano, secondo un minerale e il pezzo di crosta più antichi⁴³.

L'evento responsabile della comparsa della vita è noto come GOE, *Great Oxidation Event*, nel quale si ebbe per la prima volta la comparsa stabile dell'ossigeno libero nell'atmosfera e nelle acque, per avere un riferimento temporale in quel momento la Terra era nel Sideriano, all'interno Precambriano. Il phylum che fu la base per l'aumento delle concentrazioni di questo importante gas è rappresentato dai cyanobacteria, batteri fotosintetici che come scarto producono ossigeno elemento fondamentale per cambiare la chimica del Sistema Terra⁴⁴; come testimonianza⁴⁵ del

⁴³ Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204, Chronostratigraphic Chart v 2024/12 <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2024-12.pdf>
Vergano D., Earth's Oldest Crust Dates to 4.4 Billion Years Ago, National Geographic, 2014, <https://www.nationalgeographic.com/science/article/140224-oldest-crust-australia-zircon-science>
American Museum of Natural History, Zircon crystals, <https://www.amnh.org/exhibitions/permanent/planet-earth/how-has-the-earth-evolved/the-earths-crust/the-oldest-rocks-and-minerals-on-earth/zircon-crystals>

⁴⁴ AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY Aiyer K., The Great Oxidation Event: How Cyanobacteria Changed Life, 2022, <https://asm.org/articles/2022/february/the-great-oxidation-event-how-cyanobacteria-change>

⁴⁵ Olejarz J., Iwasa Y., Knoll A. H., Nowak M. A., The Great Oxygenation Event as a consequence of ecological dynamics modulated by planetary change, Nature communications, 2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23286-7>

loro lavoro possiamo osservare delle formazioni note con il nome di stromatoliti, tutt'oggi ancora presenti e vive seppur diverse dalle primordiali situate all'interno della riserva Hamelin Pool meglio nota come Shark Bay oppure fossili come a Pilbara nel Strelley Pool Chert entrambi in Australia, le Red Beds e le BIF, Banded Iron Formation, presenti a Isukasia in Groenlandia le quali sono le più antiche presenti sul pianeta datate a circa 3,8 miliardi di anni fa.

Se un cambiamento così profondo ha innescato per la vita una nuova era, dei cambiamenti relativamente minori come possono cambiarla?

Chi Fru E., Ivarsson M., Kiliyas S. P., Bengtson S., Belivanova V., Marone F., Fortin D., Broman C., Stampanoni M., Fossilized bacteria reveal a pathway to the biological origin of banded iron formation, *Nature communications*, 2013, <https://www.nature.com/articles/ncomms3050>

Allowood A. C., Walter M. R., Kamber B. S., Marshall C. P., Burch I. W., Stromatolite reef from the Early Archean era of Australia, *Nature*, 2006, <https://www.nature.com/articles/nature04764>

Ferroni E., Vita sulla terraferma 3,5 miliardi di anni fa, *Media Inaf* 2017, <https://www.media.inaf.it/2017/05/09/vita-stromatoliti/>

Quattro miliardi di anni fa c'era vita sulla Terra?, in *Le Scienze*, 2017, https://www.lescienze.it/news/2017/12/19/news/fossili_batteri_archea_3_5_miliardi_di_anni_fa-3795724/

Iori D., La complessità delle forme di vita di 3,5 miliardi di anni fa, *Pikaia Il portale dell'evoluzione*, 2018, <https://pikaia.eu/la-complessita-delle-forme-di-vita-di-35-miliardi-di-anni-fa/>

Awramik S. M., Riding R., Role of algal eukaryotes in subtidal columnar stromatolite formation, *PNAS*, 1988, <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.85.5.1327>

Suosaari E. P., Reid R. P., Playford P. E., Foster J. S., Stolz J. F., Casaburi G., Hagan P. D., Chirayath V., Macintyre I. G., Planavsky N. J., Eberli G. P., New multi-scale perspectives on the stromatolites of Shark Bay, Western Australia, *Nature*, 2016, <https://www.nature.com/articles/srep20557>

Jeltsch A., Oxygen, epigenetic signaling, and the evolution of early life, *ScienceDirect, Trends in Biochemical Sciences*, Volume 38, Issue 4, 2013, p. 172-176, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968000413000224>

McGuinness, Stromatolites: The Earth's oldest living lifeforms, *BBC*, 2021, <https://www.bbc.com/travel/article/20210117-stromatolites-the-earths-oldest-living-lifeforms>

Shawwa N. A., McLoughlin-Coleman T. R., Babechuk M. G., Shahabi Far M., Mungall J. E., Rainbird R. H., Earth's oldest terrestrial red beds as direct evidence for the Great Oxidation Event ca. 2.3Ga, *ScienceDirect, Precambrian Research*, Volume 409, 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926824001360>

GEUS Geological Survey of Denmark and Greenland, Stendal H., Thomassen B., Banded iron formation' (BIF) deposits, *EXPLORATION AND MINING IN GREENLAND Greenland Mineral Resources*, n.16, 2008, [https://eng.geus.dk/media/13373/go_fs16.pdf#:~:text=The%20Isukasia%20\(Isua\)%20iron%20deposit%20is%20C%20with,oldest%20banded%20iron%20formation%20in%20the%20world.&text=Iron%20in%20the%20form%20of%20magnetite%20and,of%20the%20Lauge%20Koch%20Kyst%20supracrustal%20complex.](https://eng.geus.dk/media/13373/go_fs16.pdf#:~:text=The%20Isukasia%20(Isua)%20iron%20deposit%20is%20C%20with,oldest%20banded%20iron%20formation%20in%20the%20world.&text=Iron%20in%20the%20form%20of%20magnetite%20and,of%20the%20Lauge%20Koch%20Kyst%20supracrustal%20complex.)

Ingegneria naturale

L'autore latino Appio Claudio Cieco parlando della capacità dell'uomo di potere dirigere il proprio destino e gli eventi ad esso correlati coniò questa frase: *homo faber fortunae suae*; anche gli altri regni ne sono capaci. I comportamenti delle singole specie e la genetica hanno un ruolo nel cambiare le sorti dell'esistenza o della sopravvivenza.

Per la componente biologica si può chiamare in causa la plasticità del fenotipo⁴⁶; i biologi evuzionisti stanno ponendo l'attenzione in modo sempre maggiore sulle variazioni fenotipiche come apripista dell'adattamento degli organismi innescate dall'ambiente. Nonostante questo, non è ancora ben chiaro quale possa essere il ruolo generale della plasticità come fattore evolutivo. In genere per giustificare un adattamento si sfrutta il fattore genetico ovvero se compare casualmente una mutazione favorevole, questa viene conservata e tramandata innescando il cambiamento evolutivo. Recentemente si è ipotizzata la plasticità fenotipica⁴⁷ intesa come «*la capacità di un organismo di alterare il suo comportamento, la sua morfologia o anche la sua fisiologia in risposta ai cambiamenti ambientali*» inoltre «*da lungo tempo è riconosciuto che l'espressione dei tratti è plastica: lo stesso genotipo può produrre una gamma di fenotipi in risposta a diversi segnali ambientali*». Lo stress ambientale può essere un fattore che rende difficile l'esistenza ma allo stesso tempo può essere il motivo per il quale la variabilità fenotipica e genetica esplodano

⁴⁶ Plasticità: un nuovo fattore nell'evoluzione?, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2018, <https://pikaia.eu/plasticita-un-nuovo-fattore-nellevoluzione/>
West-Eberhard M. J., Phenotypic Plasticity, Encyclopedia of Ecology, 2008, p. 2701-2707, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780080454054008375>
Nürnberg B., Ecological Genetics, Encyclopedia of Biodiversity (Third Edition), 2013, vol. 7, p. 436-455, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128225622002188>
Pigliucci M., Treccani Enciclopedia della Scienza e della Tecnica 2007, Evoluzione. Plasticità del fenotipo, [https://www.treccani.it/enciclopedia/evoluzione-plasticita-del-fenotipo_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/evoluzione-plasticita-del-fenotipo_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)

⁴⁷ Parravicini A., Plasticità: un nuovo fattore nell'evoluzione?, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2018, <https://pikaia.eu/plasticita-un-nuovo-fattore-nellevoluzione/>

rispetto la normale cornice nella quale vive un organismo. Alcuni esempi⁴⁸ di tale capacità sono riscontrabili nelle lucertole californiane di Pisgah Lava Flow, la *Uta stansburiana*, nei pesci d'acqua dolce africani del genere *Polypterus*, nella *Colias eriphyle* una farfalla montana americana. Gli attuali modelli suggeriscono che gli ambienti siano capaci di indurre dei modelli di plasticità prevedibili di due tipologie: adattativo e non adattativo riferendosi cioè al fenotipo ottimale, aspetto indagato dall'evoluzionista Ivan Schmalhausen⁴⁹. Nonostante i vantaggi è probabile, secondo diversi studi⁵⁰, che esistano dei costi o dei limiti per tale poliedricità.

Ora, per la parte etologica, anzi per essere più chiari si potrebbe parlare di relazioni tra specie e per questo in modo indiretto del comportamento che si può osservare, bisogna trovare degli altri pilastri per reggere il peso della frase dell'Autore posta all'inizio del presente capitolo. Ne esistono diversi. Un'altra colonna che può essere citata, non secondo un ordine preciso poiché a seconda di cosa si pone come fulcro del ragionamento la successione può variare, è rappresentata dalla megafauna che modella attivamente gli ecosistemi⁵¹ poiché *«modificano la vegetazione spezzandola e calpestandola e consumandola in grandi quantità. Ciò favorisce la crescita di prati. Studi recenti sugli elefanti della savana africana mostrano che in certe regioni possono arrivare a ridurre del 95 per cento la presenza di specie legnose. La presenza di megafauna erbivora di solito impedisce che predominino le foreste o le zone densamente boschive e apre il paesaggio, producendo un aumento*

⁴⁸ Ibid.

⁴⁹ Campanella S., Cambiamenti ambientali e attività genica: la plasticità che non ti aspetti, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2015, <https://pikaia.eu/cambiamenti-ambientali-e-attivita-genica-la-plasticita-che-non-ti-aspetti/>

⁵⁰ Tarantino R., Demoni darwiniani e nematodi cannibali: il costo della plasticità fenotipica, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2023, <https://pikaia.eu/demoni-darwiniani-e-nematodi-cannibali-il-coste-della-plasticita-fenotipica/>

Oostra V., Saastamoinen M., Zwaan B. J., Wheat C. W., Strong phenotypic plasticity limits potential for evolutionary responses to climate change, Nature Communications, 2018, <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03384-9#ref-CR24>

⁵¹ Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino

complessivo della biodiversità locale e regionale». A latitudini a noi più vicine, un esempio fossile è rappresentato dalla steppa dei mammut capace di sostenere una fauna costituita da cavalli, bisonti e dagli stessi mammut che una volta scomparsi hanno permesso l'avanzata di specie arboree e in generale vegetali cariche d'acqua e meno produttive. Oggi quelle aree sono dominate dalla tundra a muschio, arbustiva e dalle foreste; questo porta alla conseguente ristrutturazione⁵² degli ecosistemi attraverso diversi meccanismi. Tali meccanismi sono tre⁵³:

- *bottom-up*, secondo il quale cambiamenti alla base della catena trofica apportano modifiche ai livelli successivi ovvero la comunità viene controllata dalla disponibilità delle risorse
- *top-down*, sono l'esatto opposto del precedente nel quale la comunità viene controllata dalla predazione
- *wasp waist*, in questo caso si ha qualche cosa che cambia al centro della catena trofica vale a dire che la comunità è controllata sia dalla predazione sia dalla disponibilità di risorse.

Questi effetti però non sono sempre facili da studiare poiché non è eticamente possibile fare esperimenti; un esempio involontario è rappresentato da alcune isole al largo dell'Alaska sulle quali veniva praticata la caccia alle lontre per il commercio delle pellicce che ha eliminato questi animali permettendo alle loro prede, dei ricci di mare, di crescere cibandosi in modo indisturbato del kelp che a sua volta, scomparendo ha portato al crollo dei molluschi filtratori e dei pesci che si nutrono di

⁵² Ibid.

⁵³ Hunt Jr. G. L., McKinnell S., Interplay between top-down, bottom-up and wasp waist control in marine ecosystems, *Progress in Oceanography*, 2006, volume 68, issues 2-4, p. 115-124 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079661106000139>
Montefalcone M., Parravicini V., Bianchi C. N., 10.03 - Quantification of Coastal Ecosystem Resilience, *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, 2011, volume 10, p. 49-70 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123747112010032>
Keystone species, 2024, *Encyclopedia of Biodiversity (Third Edition)* <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/keystone-species>
Elementi di Ecologia, 2017, TM Smith, RL Smith., Pearson Education

kelp. Risalendo fino all'apice della catena alimentare il predatore apicale ha a sua volta cambiato le proprie abitudini alimentari restringendo il menù. Risultato più drammatico è stato il suo contributo all'estinzione della Ritina di Steller. Grandi cambiamenti per una piccola lontra⁵⁴. Da non sottovalutare è il tipo di riproduzione preferito dalle specie: la *strategia R* è la prima dinamica di popolazione che si basa sul potenziale riproduttivo cioè molta prole con minime cure parentali, crescita esponenziale della popolazione fino al momento in cui le condizioni ambientali sono favorevoli come nel caso degli anfibi mentre la seconda, detta *strategia K*, è l'opposto quindi le specie che si affideranno a questa modalità avranno una prole ristretta ed elevate cure parentali come per i rapaci ma anche per l'uomo.

Prima di continuare nella dissertazione, sembra opportuno fermarsi per chiarire diversi concetti per permettere una miglior comprensione.

La comunità, detta anche biocenosi, è definita⁵⁵ «*in ecologia, complesso di popolazioni animali e vegetali che vivono e interagiscono fra loro in uno stesso ambiente, o biotopo, con il quale formano un ecosistema. L'entità delle interazioni tra le specie che compongono una b. è più forte nelle comunità mature, dove i molti rapporti di interdipendenza ne accrescono la stabilità*» quindi è un insieme di specie che occupano ed insistono su una determinata area e che interagiscono tra loro. L'ecosistema invece, secondo la definizione di Odum⁵⁶, è una qualsiasi area che include organismi viventi e sostanze non viventi che interagiscono per produrre uno scambio di materiali tra parte vivente e non vivente; i fattori biotici sono rappresentati

⁵⁴ Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino

⁵⁵ Treccani Enciclopedia online, Biocenosi, <https://www.treccani.it/enciclopedia/biocenosi/>

⁵⁶ FAO BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF WATER BODIES, 1987, 2.Ecosystem, <https://www.fao.org/4/ac176e/AC176E02.htm>

dalle interazioni biologiche come predazione e competizione mentre quelli abiotici dalle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente, la disponibilità delle risorse, l'eterogeneità. Da non trascurare sono le specie chiave, le *Keystone species* come la lontra del caso precedente, ovvero quelle specie che rispetto la propria abbondanza relativa esercitano un impatto molto maggiore con un conseguente ruolo ecologico fondamentale sulla dinamica della comunità. Il cambiamento nella comunità porta ai *regime shifts* definiti come dei cambiamenti più o meno rapidi nella struttura di una comunità o di un ecosistema su più livelli coinvolgendo anche le specie chiave⁵⁷; queste variazioni possono avere una durata diversa a seconda del meccanismo di mantenimento, dei feedback.

I mammut e le lontre sono un esempio relativamente lontano nel tempo; un avvenimento più contemporaneo che ha dettato una modificazione fondamentale e molto più conosciuta è avvenuto all'interno del parco dello Yellowstone nel quale i lupi hanno fatto sentire la propria mancanza testimoniata sia dal profondo cambiamento ambientale sia dalle specie che erano riuscite a proliferare cambiando il paesaggio; in seguito la loro ricomparsa ha corretto in modo abbastanza veloce le modificazioni apportate dai cervidi, risanando la salute dell'ecosistema⁵⁸. Gli insetti possono fungere sia da giardinieri involontari, poiché cibandosi delle sostanze zuccherine inevitabilmente si imbattono nei semi che vengono prontamente dispersi, come rifiuti prodotti nel formicaio, perché inutili alla colonia e questo porta alla nascita di grandi giardini guidati da altri animali da noi diversi, sia da veri e propri agricoltori tanto da averci battuto reclamando il primato in quell'attività da parte delle termiti, dei coleotteri della corteccia e ancora dalle stesse formiche che coltivano funghi per

⁵⁷ Elementi di Ecologia, 2017, TM Smith, RL Smith., Pearson Education

⁵⁸ Wohlleben P., 2020, La rete invisibile della natura, Garzanti., Trebaseleghe (PD)

prosperare o impedire al proprio contrariato ospite vegetale di espellere gli indesiderati inquilini⁵⁹. Nelle aree boschive anche i topi diventano paesaggisti poiché disperdono una miriade di semi tra i quali quelli della quercia che vengono portati in luoghi inaccessibili per la pianta madre⁶⁰.

Fino ad ora sono stati citati solamente esempi animali, le piante non sono da meno, visto anche i precedenti esempi; possono attuare strategie chimiche per potere sopravvivere, prosperare, competere e proteggersi attivamente. *Ailanthus altissima* è una specie invasiva che per prosperare elimina la rivalità con altre specie limitando la loro crescita attraverso il rilascio di alianthone, un composto chimico allelopatico che inibisce la germinazione, quindi la crescita. Allo stesso modo *Salvia officinalis* rilasciando alcuni terpeni attira gli impollinatori ma allo stesso tempo crea un ambiente tossico per le altre piante limitando o impedendo lo sviluppo. Diversamente dai due casi precedenti, la *Robinia pseudoacacia* non si avvale di stratagemmi chimici ma sfrutta la sua potenzialità come pianta pioniera cioè avendo una crescita rapida e fissando l'azoto nel terreno modifica le condizioni a contorno creando un ambiente più favorevole per se stessa. Tra le altre strategie, si avvalgono di diverse tecniche per la dispersione del polline e dei semi, che influenza quindi le quantità prodotte, la tipologia di popolazione, che può essere più o meno eterogenea, la modalità con la quale superano la stagione avversa ed infine come tattica a parte ma anche in sinergia con le altre si ha la risposta all'ambiente e l'interazione con ciò che le circonda. Le tempistiche sia per noi umani sia per le piante sono importanti e possono fare la differenza: scegliere quando fiorire può garantire molti vantaggi

⁵⁹ Ibid.

Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino

⁶⁰ Mortelliti A., Come i topi coraggiosi tutelano il bosco, in «Le Scienze», 679, 2025, p. 2

poiché, preferendo la notte invece del dì, si può eliminare la maggior parte dei competitori che possono attrarre i pronubi per profumi e colori. Il favore delle tenebre inoltre protegge gli impollinatori stessi dalla vista dei predatori e le piante dagli stress idrici⁶¹.

Molto probabilmente tutti abbiamo fatto almeno una volta l'esperienza di una forma di vita che è insospettabile per potere essere in grado di scegliere come propagarsi, per questo crediamo che non sia nelle sue capacità il comprendere come raggiungere due punti e invece un fungo, un mixomiceto per essere più precisi, può farlo. Il *Physarum Polycephalum*⁶² ha fatto sfoggio delle proprie, incredibili, capacità nel riprogettare una complessa rete ferroviaria giapponese in sole 28 ore contro gli svariati anni impiegati dagli umani per raggiungere una forma ottimale; è altrettanto capace di districarsi senza sprecare una minima parte delle risorse all'interno di labirinti.

Il ruolo del progettista

Sia noi sia le altre specie possiamo sperimentare i cambiamenti ambientali ed ecosistemici; per esempio⁶³ John Evelyn nel 1661 descrisse Londra⁶⁴ come «*avvolta in una tale nube da somigliare a un inferno in terra [...]. Questo fumo pestilenziale*

⁶¹ Wohlleben P., 2020, La rete invisibile della natura, Garzanti., Trebaseleghe (PD)

⁶² Totaro R., Una muffa ha riprogettato in sole 28 ore la rete metropolitana di Tokyo, 2024, https://www.domusweb.it/citta-sostenibili/2024/12/04/muffa-riprogetta-rete-metropolitana-tokyo.html?_gl=1*1s18fqc*_up*MQ..*_qa*MTYxMTc4OTkxLjE3NDYwMDE5NzA.*_qa_1B6D1YS5ZT*MTc0NjAwMTk3MC4xLjEuMTc0NjAwMjA5Ni4wLjAuNTA5MTA3NiQ2

Wogan T., Ride the Slime mold Express!, Science, 2010, <https://www.science.org/content/article/ride-slime-mold-express>

CNR, Ottimizzazione di rete in un organismo unicellulare, <https://www.cnr.it/it/focus/003-1/ottimizzazione-di-rete-in-un-organismo-unicellulare>

⁶³ Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino

⁶⁴ Evelyn J., Fumifugium, or The Inconvenience of the Aer and Smoak of London, His Majesties' Command, London, 1661

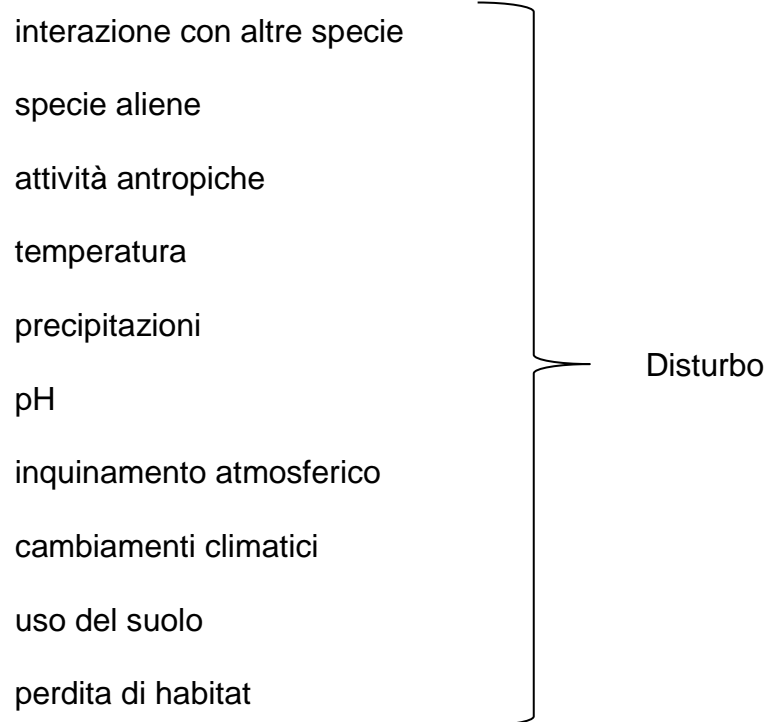
corrode perfino il ferro e rovina tutti i mobili, e lascia fuliggine su tutto quanto ricopre, e così si impadronisce fatalmente dei polmoni degli abitanti, in modo tale che tosse e consunzione non risparmiano nessuno». Lo scrittore suggeriva al monarca di porre rimedio a quella situazione piantando alberi al fine di ridurre l'inquinamento dell'aria. In seguito nel 1727 Stephen Hales, chimico e botanico, riuscì a mostrare la correlazione tra la presenza di piante e la qualità dell'atmosfera in particolare dimostrò che la deforestazione era responsabile di un locale cambiamento climatico all'interno dell'opera *Vegetable Staticks*⁶⁵.

Ora concentrandosi solamente sulle specie che cosa si può evincere? Nel tempo possono verificarsi diversi cambiamenti che possono rimanere registrati, per esempio nel record fossile, nell'abbondanza di pollini; nel 1769 William Smith se ne accorse e ipotizzò il *Principio della successione faunistica* poiché studiando le rocce derivanti da alcuni scavi per l'estrazione del carbone nel Somerset osservò diversi strati che presentavano la stessa sequenza di fossili, procedendo dal basso verso l'alto, come i trilobiti che dopo essere comparsi non lasciavano più loro traccia da un certo strato in poi. Il loro posto veniva occupato da altre creature simili a pesci la cui forma variava in funzione dell'avvicinarsi alla superficie. Studiando altre sequenze notò lo stesso andamento e da questo capì che diversi strati rocciosi potevano essere correlati indipendentemente dalla provenienza quindi doveva essere avvenuto qualcosa sulla grande scala per giustificare tale cambiamento⁶⁶. Il loro declino non fu isolato infatti si stima che l'81% delle specie marine e il 70% di quelle terrestri scomparve probabilmente a causa di eventi catastrofici.

⁶⁵ Hales S., *Vegetable staticks, or, An account of some statical experiments on the sap in vegetables*, London, 1727, <https://library.si.edu/digital-library/book/vegetablestatick00hale>

⁶⁶ Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., *Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene*, Einaudi editore s.p.a., Torino

La minaccia ambientale deriva da una serie di fattori⁶⁷, biotici e abiotici come:



Per riassumere tutte le possibili voci si può parlare di *disturbo* inteso come evento di origine naturale o antropica che altera un processo ecologico su uno o più piani dell'ecosistema. Ponendo l'attenzione sugli inquinanti è possibile osservare il loro impatto sull'ecosistema attraverso il bioaccumulo e la biomagnificazione; il bioaccumulo⁶⁸ è definito come «*processo tramite il quale gli xenobiotici, sostanze estranee all'organismo, si accumulano all'interno dello stesso a concentrazioni superiori rispetto a quelle dell'ambiente in cui vive*» mentre la biomagnificazione⁶⁹ «è il processo attraverso il quale queste sostanze bioaccumulabili aumentano la loro concentrazione nel tempo passando da un livello della rete trofica (catena alimentare) a quello successivo. Questo porta ad un aumento della loro

⁶⁷ Pusceddu A., Sarà G., Viaroli P., Ecologia, 2020, UTET

Smith T. M., Smith R. L., Elementi di Ecologia, 2017, Pearson Education

⁶⁸ Raimondi F., 2023, BIOMAGNIFICAZIONE: LA MIGRAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI, MICROBIOLOGIA ITALIA, <https://www.microbiologiaitalia.it/ecologia/biomagnificazione/>

⁶⁹ Ibid.

concentrazione (amplificazione) da preda a predatore nel corso della salita lungo la piramide ecologica». In genere le sostanze accumulabili dall'organismo sono rappresentate, per esempio, da farmaci, metalli pesanti, pesticidi e fertilizzanti, sostanze chimiche che ricadono all'interno dei *Persistent Organic Pollutants*⁷⁰, POP; tali sostanze possono essere trasportate non solo dagli esseri viventi ma anche da aerosol, acqua.

Le specie rispondono a tali inquinanti mostrando dei declini nelle popolazioni, malattie, irregolarità nel numero delle specie selvatiche, nel comportamento, nelle anomalie congenite.

Insetti

La classe degli insetti è un'ottima sentinella ambientale⁷¹; la loro popolazione ha subito un calo nel tempo tantoché, tra i tanti, i dati forniti dai ricercatori della Società entomologica di Krenfeld⁷² in Germania riferiti ai campionamenti effettuati nella riserva naturale di Orboicher Bruch hanno mostrato in un ventennio un calo del 78%, nel 1989 sono stati campionati 17.291 sirfidi mentre nel 2014 2.737; dato tristemente interessante dato che i dati sono riferiti a una porzione di territorio tutelata ma anche per il fatto che siano state sfruttate le medesime tecniche di campionamento. L'entomofauna mostra una sostanziale differenza nella contrazione e nell'espansione: il numero totale degli esemplari nelle popolazioni terrestri diminuisce

⁷⁰ ECHA EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, UNDERSTANDING POPs, <https://echa.europa.eu/understanding-pops>
EPA U.S. Environmental Protection Agency, Persistent Organic Pollutants: A Global Issue, A Global Response, 2025, <https://www.epa.gov/international-cooperation/persistent-organic-pollutants-global-issue-global-response>

⁷¹ Da Rocha J. R. M., Ribeiro Almeida J., Aveiro Lins G., Durval A., INSECTS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL CHANGING AND POLLUTION: A REVIEW OF APPROPRIATE SPECIES AND THEIR MONITORING, HOLOS Environment, 2010, volume 10, n. 2, p. 250, <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/2996/3759>

⁷² Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino

dello 0,92% l'anno che equivale ad un 24% in 30 anni mentre la popolazione degli insetti d'acqua cresce dell'1,08% l'anno, la differenza tra ambiente terrestre e acquatico probabilmente è dovuta alla diversa attenzione per i diversi habitat. Nonostante⁷³ tali tendenze globali, a livello locale non è sempre così sia per siti lontani sia per quelli tra loro vicini a causa della presenza dell'uomo. Il team di ricercatori del German Centre for Investigative Biodiversity Research dell'Università di Lipsia e della Martin Luther University Halle-Wittenberg analizzando i dati sull'abbondanza degli insetti, quindi il solo numero di esemplari, di diversi siti per il pianeta ha riportato un calo del 9% nell'abbondanza di insetti che hanno uno stretto rapporto con il suolo come formiche e farfalle, la tendenza dal 2005 è più accentuata nell'ovest; negli Stati d'America medio occidentali e in diversi paesi europei. Gli insetti che vivono a contatto con l'acqua sono cresciuti del 38% in 30 anni. Altre analisi⁷⁴ giungono a risultati simili. In generale la biomassa degli insetti negli ultimi 25-30 anni è diminuita del 2,5% l'anno, nei decenni che verranno il 40% circa delle specie sarà collocata nella lista delle specie a rischio d'estinzione; i colpevoli sono patogeni, specie invasive, cambiamenti climatici, intensificazione dell'agricoltura, inquinamento, deforestazione, distruzione degli habitat, pesticidi e fertilizzanti.

«Sono andata lì qualche volta: oltre le foreste, sulle montagne di notte. Ho visto il mondo cadere via e la luce bianca dell'eternità riempire l'aria»

⁷³ Focus, Animali Apocalisse degli insetti: una questione complessa, <https://www.focus.it/ambiente/animali/apocalisse-degli-insetti-ipotesi-complesse>

⁷⁴ Focus, Ecologia I nuovi dati sull'ecatombe mondiale di insetti, <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/insetti-ecatombe-mondiale-scomparsa-specie>

Focus, Animali Insetti: siamo vicini a un'apocalisse ecologica, <https://www.focus.it/ambiente/animali/insetti-volanti-apocalisse-ecologica>

Dietro questa frase tratta da *Lo Hobbit - La desolazione di Smaug*, si cela l'altra responsabile del declino della longeva classe degli insetti, la luce artificiale che colpisce⁷⁵ le proprie vittime soprattutto durante la notte interferendo con la ricerca del partner, rendendo gli insetti vulnerabili ai predatori, ma anche attirando gli insetti verso le diverse fonti luminose facendo trovare la morte.

In questa rassegna c'è chi ne trae vantaggio, le zanzare, in particolare *A. aegypti*, ringraziano per il crescente inquinamento luminoso infatti hanno raddoppiato le possibilità di pungere⁷⁶ dal 29% al 59%.

L'insetto simbolo dell'operosità e ricamato sul mantello di Napoleone, diversamente dagli altri, ha trovato un ambiente più che favorevole per prosperare, se viene considerata la loro salute, le nostre città⁷⁷.

I fiori che si trovano nelle città sono visitati maggiormente da api e bombi per l'elevata diversità di cibo che viene loro offerto ma anche per il fatto che vi siano più possibilità di costruire il nido; nonostante questo dato la biodiversità al di fuori delle

⁷⁵ Focus Natura, Estinzione degli insetti: colpa (anche) dell'inquinamento luminoso <https://www.focus.it/ambiente/natura/estinzione-insetti-inquinamento-luminoso>

Owens A. C. S., Cochard P., Durrant J., Farnworth B., Perkin E. K., Seymoure B., Light pollution is a driver of insect declines, *Biological Conservation*, 2020, volume 241, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320719307797>

Briolat E. S., Gaston K. J., Bennie J., Rosenfeld E. J., Troscianko J., Artificial nighttime lighting impacts visual ecology links between flowers, pollinators and predators, *Nature communications*, 2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-24394-0>

Focus, Animali La luce artificiale sta cambiando il comportamento degli insetti notturni, <https://www.focus.it/ambiente/animali/la-luce-artificiale-sta-cambiando-il-modo-in-cui-vedono-gli-insetti>

Focus, Ecologia Insetti e inquinamento luminoso, <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/insetti-e-inquinamento-luminoso>

Focus, Animali L'illuminazione notturna impedisce agli animali di mimetizzarsi, <https://www.focus.it/ambiente/animali/illuminazione-notturna-problemi-mimetizzazione>

Wohlleben P., 2020, *La rete invisibile della natura*, Garzanti., Trebaseleghe (PD)

⁷⁶ Focus, Animali Troppa luce? Le zanzare pungono più spesso, <https://www.focus.it/ambiente/animali/troppa-luce-le-zanzare-pungono-piu-spesso>

Rund S. S. C., Labb L. F., Benefiel O. M., Duffield G. E., Artificial Light at Night Increases *Aedes aegypti* Mosquito Biting Behavior with Implications for Arboviral Disease Transmission, *THE AMERICAN JOURNAL OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE*, <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/103/6/article-p2450.xml>

⁷⁷ Focus, Animali Le api stanno meglio in città che in campagna <https://www.focus.it/ambiente/animali/le-api-stanno-meglio-in-citta-che-in-campagna>

Theodorou P., Radzevičiūtė R., Lentendu G., Kahnt B., Husemann M., Bleidun C., Settele J., Schweiger O., Grosse I., Wubet T., Murray T.E., Paxton R. J., Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects, *Nature communications*, 2020, <https://www.nature.com/articles/s41467-020-14496-6>

città è maggiore rispetto quella che si trova al loro interno poiché la città è caratterizzata da un alto tasso di cambiamenti e un maggior numero di punti di riferimento rispetto, per esempio, la campagna.

Il cambiamento climatico, termine che ricorrerà anche più avanti, costituisce un problema⁷⁸ per diversi insetti come in generale l'inquinamento di diversa natura.

Prima è stato detto che le città rappresentano un ambiente favorevole per gli impollinatori rispetto la campagna; a seconda dell'inquinante che viene considerato le città si posizionano sul podio per la concentrazione d'inquinanti⁷⁹. La concentrazione influenza negativamente il profumo dei fiori che viene mascherato e rende difficile il riconoscimento del fiore; i ricercatori dell'Università di Reading⁸⁰ hanno cosparso di ozono e ossidi di azoto, stessi inquinanti presenti nei fumi derivanti da motori diesel ma anche in parte dal riscaldamento domestico, degli esemplari di *Brassica nigra* rimanendo in concentrazioni di molto inferiori a quelle considerate nocive e come risultato hanno ottenuto un sensibile calo nelle visite tra il 62% e il 70%. Le temperature possono velocizzare o rallentare il normale sviluppo delle larve portando a degli squilibri nella nutrizione dei nuovi esemplari dovuti alla scarsità o assenza di cibo; l'aumento delle temperature porta ad una riduzione delle dimensioni del corpo che è propedeutico per la rapida dispersione del calore arginando la mortalità. Se da una parte può essere un vantaggio dall'altra è uno svantaggio poiché si traduce

⁷⁸ Fraccari E., Gli effetti del cambiamento climatico sugli impollinatori, 3Bee, 2023, <https://blog.3bee.com/gli-effetti-del-cambiamento-climatico-sugli-impollinatori/>

MaSa, Inquinamento e impollinatori, ancora brutte notizie, in «Le Scienze», 644, 2022, p. 25

Coallier N., Perez L., Fraser Franco M., Cuellar Y, Vadnais J., Poor air quality raises mortality in honey bees, a concern for all pollinators, Communications Earth & Environment, 2025, <https://www.nature.com/articles/s43247-025-02082-x>

⁷⁹ MaSa, Inquinamento e impollinatori, ancora brutte notizie, in «Le Scienze», 644, 2022, p. 25

⁸⁰ University of Reading, Air pollution reduces pollination by confusing bees, 2022, <https://www.reading.ac.uk/news/2022/Research-News/Pollution-and-pollination>

Ryalls J. M. W., Langford B., Mullinger N. J., Bromfield L. M., Nemitz E., Pfrang C., Girling R., Anthropogenic air pollutants reduce insect-mediated pollination services, in Environmental Pollution, Vol. 297, 2022, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122000616?via%3Dihub>

nell'accorciamento dell'apparato buccale, modificando la stretta relazione tra fiore e pronubo. Per noi umani camminare con temperature elevate non è piacevole, proviamo una forte spossatezza rispetto condizioni più fresche, lo stesso per gli insetti la cui temperatura ottimale per il volo è di 25°C così temperature più alte portano a voli più brevi e ad una riduzione dei decolli portando ad un ridotto numero di visite ai fiori e alla predilezione per habitat più confortevoli con migrazioni verso le montagne, verso aree più fresche occupate da altre specie trasformando gli impollinatori in migrazione in competitori.

I cicli biogeochimici sono diversi però non hanno mai contemplato la plastica, eppure l'uomo è stato capace di creare un ciclo della plastica⁸¹ che interessa, proprio come per quelli naturali, la sfera dell'acqua, della terra e dell'aria; l'atmosfera è il compartimento che favorisce il ciclo anche sulle lunghe distanze. Esistono diverse tipologie di microplastiche: le primarie a grana più grossa la cui fonte spesso è rappresentata dai centri urbani in condizioni convettive; le secondarie a grana più fine derivante dalla decomposizione delle precedenti sono deposte durante condizioni di bel tempo; infine la porzione più fine delle microplastiche, con taglia granulometrica al di sotto di 1µm è ancora più insidiosa poiché è la parte inalabile e capace di raggiungere le basse vie aeree. Gli insetti non sono risparmiati⁸². Le microplastiche possono fungere anche da trasportatori di altre sostanze, dette xenobiotiche, come pesticidi, metalli pesanti, inquinanti ambientali di diversa natura influenzando negativamente l'impollinazione e rendendo vulnerabili gli insetti a virus e patogeni. Le microplastiche incidono sulle dimensioni del corpo e sulla crescita portando ad un

⁸¹ Pasini A., La plastica che arriva dall'aria, in «Le Scienze», 624, 2020, p. 22

⁸² Vivarelli L., Effetti delle microplastiche sull'impollinazione, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/effetti-delle-microplastiche-sull-impollinazione/>
Rossi L., Gli effetti (silenziosi) delle microplastiche sulla biodiversità, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/gli-effetti-silenziosi-delle-microplastiche-sulla-biodiversita/>

calo del 91,67% in taglia e peso probabilmente dovuto a problemi nell'apparato digerente. Anche il microbiota degli impollinatori ne risente alterando di conseguenza sia il comportamento alimentare degli impollinatori sia la composizione e la diversità del microbiota stesso inoltre è possibile che causino lesioni intestinali e che inducano uno stato infiammatorio. Ancora più grave è la possibilità di alterare l'espressione di geni che regolano la disintossicazione di sostanze estranee o il sistema immunitario. Buona cosa è cercare di porre rimedio⁸³ ai propri errori; si sta cercando un modo per invertire la tendenza.

Unendo le forze è possibile creare un cambiamento su larga scala ed è proprio quello che diversi scienziati stanno facendo attraverso un piano d'azione globale strutturato in più fasi sia sul breve, come migliorare i programmi di conservazione; interrompere l'uso di pesticidi, sia sul lungo periodo come effettuare nuove ricerche; coinvolgere maggiormente istituzioni e società civile. L'Unione Europea a gennaio 2023 ha presentato un Nuovo patto per gli impollinatori rivedendo la proposta che era stata avanzata cinque anni prima che si prefigge di raggiungere entro il 2030 diversi obiettivi che contemplano:

- ♣ studio e conservazione degli impollinatori
- ♣ ripristino degli habitat nei paesaggi agricoli
- ♣ riduzione nell'uso spropositato dei pesticidi

⁸³ Focus Animali Un piano per salvare gli insetti dall'estinzione, <https://www.focus.it/ambiente/animali/il-piano-per-salvare-gli-insetti-dall-estinzione>
Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K. A. G., Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers, *Biological Conservation*, 2019, volume 232, p. 8-27, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718313636>
MoVITo, 6 passi per aiutare gli impollinatori, <https://www.movito.unito.it/6-passi-per-aiutare-gli-impollinatori/>
Cereda M., Orto da coltivare, Insetti impollinatori: come attrarre api, bombi e altri pronubi, <https://www.ortodacoltivare.it/insetti/impollinatori.html>
Pertile C., Alla ricerca di nuove piante amiche degli impollinatori, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/alla-ricerca-di-nuove-piante-amiche-degli-impollinatori/#paragraph-26011>
Commissione Europea, Revisione dell'iniziativa dell'UE a favore degli impollinatori: un nuovo patto per gli impollinatori, 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023DC0035&from=EN>
Sandal M., Salvare gli insetti dall'estinzione, in «Le Scienze», 676, 2024, p. 66-73

- ♣ implementazione degli habitat urbani
- ♣ gestione delle minacce climatiche e ambientali
- ♣ creazione di siti di nidificazione
- ♣ piantumare specie vegetali per supportare e ristorare le popolazioni dei pronubi preferendo quelle che hanno una finestra di fioritura più lunga possibile e anche quelle che anticipano o seguono le fioriture di altre specie così da garantire sostentamento anche per gli impollinatori precoci come bombi e api selvatiche.
- ♣ Altre strategie che possono essere adottate sono: l'eliminazione di specie aliene e lo sfruttamento di specie ombrello ovvero tutte quelle che possono offrire protezione ad altre specie non esplicitamente protette.

Uccelli

Il comportamento degli uccelli può rivelare diverse informazioni sulla qualità dell'ambiente; un esempio noto è rappresentato dai canarini che venivano impiegati nelle miniere per la sicurezza dei minatori per via della loro maggior suscettibilità ai gas velenosi rispetto noi umani. Per tale motivo sono degli indicatori⁸⁴ della qualità ambientale a tal punto da essere degli avvertimenti preventivi che possono aiutarci a correggere quanto fino ad ora fatto uscendo dal *business as usual*. I custodi ottimali devono essere caratterizzati da un'eccezionale resilienza, una risposta prevedibile per permettere una maggior interpretazione delle cause ambientali del cambiamento; non devono essere specie rare per rendere maggiormente possibile lo studio e la

⁸⁴ Hill J., Birds as Environmental Indicators, Environmental SCIENCE, https://www.environmentalscience.org/birds-environmental-indicators#_ENREF_3
 Forest and Rangeland Ecosystem Science Center, Birds as Indicators of Ecosystem Health, 2022, <https://www.usgs.gov/centers/forest-and-rangeland-ecosystem-science-center/science/birds-indicators-ecosystem-health#overview>
 Maznikova V. N., Ormerod S. J., Gómez-Serrano m. A., Birds as bioindicators of river pollution and beyond: specific and general lessons from an apex predator, ecological Indicators, 2024, volume 158, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X2301508X>

produzione di dati affidabili; infine dovrebbe essere semplice raccogliere e interpretare i dati raccolti al fine di informare al meglio i decisori politici. Non sono solamente i singoli individui ad essere importanti per decifrare la salute dell'ecosistema ma anche le sinergie che intercorrono tra le varie specie di uccelli; uno studio⁸⁵ condotto all'interno dei monti Appalachi centrali ha dimostrato come foreste degradate portano a una diversa popolazione in modo prevedibile; il *Leuconotopicus borealis*, per esempio, per nidificare necessita di pini che abbiano un diametro notevole che si traduce in un esemplare di almeno 80 anni; le foreste di nuovo impianto non possono quindi garantire un luogo a loro idoneo. Carson nella celebre opera *Primavera Silenziosa* riporta il declino delle specie di uccelli causata dall'uso del DDT, caratterizzato dalla natura idrofobica si accumula all'interno dei tessuti adiposi provocando una conseguente e crescente tossicità, poiché portava all'assottigliamento del guscio delle uova tanto da non garantire il supporto per la cova⁸⁶. Non solo le api ma anche gli uccelli subiscono delle modificazioni corporee a causa della temperatura in accordo con la regola di Allen, un esempio è rappresentato dai *Callocephalon fimbriatum* oppure anche dai *Psephotus haematonotus* i cui becchi si sono allungati⁸⁷. Nelle città, indipendentemente da quella che casualmente potremmo scegliere facendo girare un mappamondo, troveremo i piccioni⁸⁸; quale miglior indicatore della qualità potremmo trovare? Nei Paesi Bassi sono stati catturati dei piccioni rappresentativi di aree di alta, moderata e bassa presenza di traffico, rispettivamente provenienti da Amsterdam alta, media,

⁸⁵ O'Connell, T.J., L.E. Jackson, and R.P. Brooks, *Bird guilds as indicators of ecological condition in the central Appalachians*. Ecological Applications, 2000. 10 (6): p. 1706-1721 <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761%282000%29010%5B1706%3ABGAI0E%5D2.0.CO%3B2>

⁸⁶ Carson R., 1962, Silent Spring, Houghton Mifflin Company

⁸⁷ Saporiti M., Il clima allunga gli animali, in «Le Scienze», 639, 2021, p. 23

⁸⁸ Schilderman P. A., Hoogewerff J. A., van Schooten F. J., Maas L. M., Moonen E. J., van Os B. J., van Wijnen J.H., Kleinjans J.C., Possible relevance of pigeons as an indicator species for monitoring air pollution, Environmental Health Perspectives, 1997, volume 105, Issue 3, p. 322-330, <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/abs/10.1289/ehp.97105322>

Maastricht e Assen. Lo studio si concentra sugli idrocarburi policiclici aromatici come responsabili dei danni al DNA come DNA ossidativo e alterato, residui di metalli pesanti all'interno di reni, polmoni, fegato e sangue. Come atteso, livelli maggiori di piombo e cadmio, per esempio, potevano essere rinvenuti negli esemplari provenienti da zone a traffico intenso.

Microbi

I microorganismi, termine che raggruppa una grande quantità di esseri viventi che nel loro insieme provengono da diversi regni, virus, batteri e archeobatteri sono dei campioni di longevità tanto da essere stati capaci di resistere a condizioni estreme e a continui cambiamenti per più di 3 miliardi di anni; il loro punto di forza sta nel piccolo genoma unito al rapido ciclo riproduttivo. Alcuni microbi possono essere benefici poiché rallentano il cambiamento climatico fungendo da fattori trainanti per i cicli del carbonio, dell'azoto, del fosforo oppure consumando metano, anidride carbonica e altri gas serra. Non sono solo positivi per l'ambiente ma anche negativi poiché possono liberare gas climalteranti, possono fungere da patogeni ed essere problematici tanto quanto funghi e virus, grazie al diverso regime delle temperature. Le diverse possibilità che si prefigurano a seconda degli scenari climatici possono cambiare tra paesi, regioni e perfino città poiché ogni città è dotata di una propria impronta microbica; le api domestiche⁸⁹ potrebbero confermarlo.

A seconda delle popolazioni di batteri possiamo indirettamente esplorare la composizione del suolo come nel caso del carbonio labile correlato alla presenza di

⁸⁹ Dockrill P., Cities have Unique Microbial "Fingerprints", First Study of Its Kind Reveals, Science alert, 2021, <https://www.sciencealert.com/cities-are-teeming-with-thousands-of-species-of-unknown-microbes-scientists-find>
National Geographic, What bacteria and fungi lurk in your city? Bees may have the answer, 2023, <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/honeybees-reveal-city-microbiome-bacteria-fungi-viruses>

Actinobacteridae; qualora i cicli vengano alterati dai cambiamenti ambientali i batteri sarebbero i primi che riporterebbero⁹⁰ la variazione.

Funghi

Funghi, non sono spesso considerati quando si parla di ecosistemi, svolgono importanti funzioni e sono fondamentali per rimettere in circolo tutti gli elementi. Per ricordarci la loro importanza cercano di rimanere impressi nella roccia diventando fossili⁹¹ scampando alla propria natura effimera, attualmente il più antico rinvenuto è il *Gondwanagaricites magnificus* risalente a 115 milioni di anni. I funghi possono essere, tra le diverse funzioni che svolgono, anche dei bioindicatori⁹².

Sono stati individuati come perfetti bioindicatori poiché attraverso le ife, una fitta rete intricata, sono capaci di esplorare una vasta area fungendo da sentinelle della qualità ambientale; per esempio i metalli pesanti assorbiti possono inibire la crescita fungina, causare cambiamenti morfologici e fisiologici; oppure la presenza e abbondanza dei basidiomi può indicare uno stato di notevole sofferenza ecosistemica conseguente all'eccesso di necromassa che modifica il pH, il *Megacollybia platyphylla* (Pers.) Kotl. & Pouzar indica grandi quantità di sostanze azotate nella lettiera e processi di degrado boschivo già in atto. I cambiamenti ecosistemici⁹³ sono stati così severi

⁹⁰ Gupta A. Gupta R. Lakhan Singh R., *Microbes and Environment, Principles and Applications of Environmental Biochemistry for a Sustainable Future*, National Library of Medicine, 2016, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7189961/>

⁹¹ Focus, *Natura Il fungo fossile più antico del mondo*, <https://www.focus.it/ambiente/natura/il-fungo-fossile-piu-antico-del-mondo>

⁹² Sinibaldi M., *I funghi come bioindicatori della qualità ambientale*, Nuova Micologia Associazione di Studi Micologici ONLUS, <http://www.nuovamicologia.eu/i-funghi-come-bioindicatori-della-qualita-dellambiente/>

Falandysz J., *Fungi and environmental pollution*, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 2017, volume 52, issue 3: *Fungi in the Environmental Sciences*

⁹³ Giannace D., *Funghi a rischio estinzione: cosa sta cambiando negli ecosistemi*, Lega Nerd, https://leganerd.com/2025/03/30/funghi-a-rischio-estinzione-cosa-sta-cambiando-negli-ecosistemi/?utm_source=firefox-newtab-it-it

tanto da permettere ad almeno 411 specie fungine di entrare nella Lista Rossa della IUCN poiché a rischio estinzione.

Piante

Le piante risentono dell'inquinamento come gli altri esseri viventi che sono stati citati in precedenza; per esempio nel campo agricolo le produzioni sarebbero state maggiori se non si avessero avuti gli effetti del cambiamento climatico nonostante questo aspetto in Occidente, grazie alle leggi ambientali per limitare i danni alla salute, hanno portato anche a dei benefici per le piante.

Condizioni ambientali migliori⁹⁴ si traducono in rese maggiori perché i vegetali non sono intossicati come si è visto all'interno dei campi lontano dalle centrali a carbone rispetto quelli nelle loro vicinanze.

Anche le microplastiche infatti incidono sulla qualità della vita del regno delle Plantae poiché vengono alterati i profili metabolico, ormonale, la crescita viene ritardata con la conseguente insorgenza di anomalie morfologiche nei diversi tessuti vegetali. Gli effetti negativi continuano⁹⁵ sugli apparati fiorali alterando profumo, colori e motivo; inoltre la chimica del nettare può risultare alterata ma anche la quantità prodotta. Gli esiti funesti delle microplastiche alterano la crescita delle radici e le comunità microbiche simbiotiche. I periodi di siccità⁹⁶ portano ad una minore produzione di polline, di peggior qualità poiché sono ridotte le sostanze zuccherine presenti; i segnali odorosi vengono coperti e ridotti dall'innalzamento delle temperature che

⁹⁴ AnPa, Un'aria più pulita fa bene anche alla produzione agricola, in «Le Scienze», 637, 2021, p. 26

AnPa, Un brutto clima per la produttività agricola, in «Le Scienze», 634, 2021, p. 24

⁹⁵ Vivarelli L., Effetti delle microplastiche sull'impollinazione, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/effetti-delle-microplastiche-sull-impollinazione/>

⁹⁶ Fraccari E., Gli effetti del cambiamento climatico sugli impollinatori, 3Bee, 2023, <https://blog.3bee.com/gli-effetti-del-cambiamento-climatico-sugli-impollinatori/>

provocano anche una precoce fioritura influenzando negativamente gli insetti pronubi. I metaboliti⁹⁷ quali terpeni, composti fenolici hanno funzione attrattiva per i pronubi e difesa contro tutti i fitofagi; gli oli essenziali contenuti nei tricomi ghiandolari hanno diverse funzioni che però non risultano più essere efficaci con l'aumento della temperatura poiché la loro volatilità è strettamente connessa al calore ambientale. Le condizioni ambientali tormentano anche un altro insospettabile organismo, il polline che in generale se sottoposto a stress diventa meno vitale; la pianta stessa ne produce meno e di peggior qualità per questo si potrebbe affermare che i soggetti allergici possono essere alleviati dalla loro condizione clinica. Una pianta fa eccezione: *Ambrosia artemisiifolia*⁹⁸ si comporta in modo opposto poiché produce ancora più polline, specialmente se le concentrazioni di CO_2 sono elevate, è ancora più allergenico perché per tenere testa alle condizioni avverse concentra quante più energie possibili per produrre maggiori quantità di polline con tutte le caratteristiche per poter sopravvivere, incanalando anche i metaboliti problematici per l'uomo.

Le emissioni derivanti dalle attività industriali, i cui effetti erano stati già descritti da Evelin nel *Fumifugium*, in tempi più recenti hanno nuovamente dato prova della loro forza portando ad un peggioramento nella salute delle foreste tedesche⁹⁹ a confine

⁹⁷ Redazione Microbiologia Italia, I METABOLITI SECONDARI VEGETALI: FUNZIONI E DIFESA DELLE PIANTE, 2021, <https://www.microbiologiaitalia.it/didattica/i-metaboliti-secondari-vegetali-funzioni-e-difesa-delle-piante/>

⁹⁸ Hrabovský M., Kubalová S., Kanka R., The impact of changing climate on the spread of the widely expanding species *Ambrosia artemisiifolia* in Slovakia, Theoretical and Applied Climatology, 2024, volume 155, p. 6137-6150, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-024-05006-5>
Rasmussen K., Thyrring J., Muscarella R., Borchsenius F., Climate-change-induced range shifts of three allergenic ragweeds (*Ambrosia L.*) in Europe and their potential impact on human health, PeerJ Life & Environment, 2017, <https://peerj.com/articles/3104/>
Stoian I. M., Pârnu S., Minca D. G., Relationship between Climate Change, Air Pollution and Allergic Diseases Caused by *Ambrosia artemisiifolia* (Common Ragweed), MEDICA - a Journal of Clinical Medicine, 2024, p. 94-105, [https://www.maedica.ro/articles/2024/1/2024_19\(22\)_No1_pg94-105.pdf](https://www.maedica.ro/articles/2024/1/2024_19(22)_No1_pg94-105.pdf)

⁹⁹ Kandler O., The air pollution/forest decline connection: The "Waldstreiben" theory refuted, <https://www.fao.org/4/v0290e/v0290e07.htm>

tra Germania e Repubblica Ceca. Alcune¹⁰⁰ per la particolare sensibilità dimostrata per l'inquinamento atmosferico sono state prese come bioindicatori: le graminacee come il loglio, il tabacco, una solanacea, l'erba medica, una leguminosa; come per i funghi anche i licheni non sono comunemente considerati quando si pensa agli effetti negativi dell'inquinamento. In realtà i licheni¹⁰¹ sono dei bioindicatori perfetti poiché diversamente da una roverella, per esempio, presentano nell'atmosfera il serbatoio di riserva per gli elementi nutritivi dato che non hanno delle radici sviluppate, praticamente assenti con la sola funzione di ancoraggio al sostrato.

La luce è fondamentale per le specie vegetali ma nel momento in cui viene somministrata dall'uomo in modo involontario può essere dannosa tanto da alterare la vita stessa delle piante¹⁰² negli Stati Uniti la luce umana anticipa la fenologia primaverile di nove giorni e ritarda quella autunnale di sei.

CITTÀ E AMBIENTE

La storia della città

Una prima urbanizzazione si ebbe nel momento in cui alcuni gruppi umani abbandonarono uno stile di vita nomade alla continua ricerca di risorse, dopo avere

¹⁰⁰ Area di progetto specializzazione CHIMICA ITI L. da Vinci Firenze - Anno 2000, Gli effetti dell'inquinamento sulle piante, <https://www.andytonini.com/area-progetto-aria/effingveg.htm>

¹⁰¹ Lichens as Bioindicators (U.S. National Park Service), <https://www.nps.gov/articles/lichens-as-bioindicators.htm>

Thakur M., Bhardwaj S., Kumar V., Rodrigo-Comino J., Lichens as effective bioindicators from monitoring environmental changes: A comprehensive review, Total Environment Advances, 2024, volume 9, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950395723000012>

¹⁰² Focus Ecologia, Le luci delle città allungano la stagione dei pollini, <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/luci-citta-allungano-stagione-pollini>

Meng L., Zhou Y., O Román M., C Stokes E., Wang Z, R Asrar G., Mao J., D Richardson A., Gu L., Wang Y., Artificial light at night: an underappreciated effect on phenology of deciduous woody plants, PNAS Nexus, volume 1, Issue 2, 2022, <https://academic.oup.com/pnasnexus/article/1/2/pgac046/6569705?login=false>

terminato quelle di una zona, per adottarne uno che garantiva maggior stabilità sia dal punto di vista di cibo e altri beni per dedicarsi ad attività che richiedevano una presenza continua nel tempo, l'agricoltura e l'allevamento. Lo scenario in cui si sviluppò tale transizione è la Mesopotamia meridionale attorno alla metà del IV millennio a.C.. I primi insediamenti neolitici sono stati costruiti nelle zone pedemontane dei Monti Zagros nel VI millennio a.C.. Per capire come siano sorti gli insediamenti possono essere studiati i ritrovamenti di ossa animali e cariossidi delle specie coltivate poiché sono il riflesso delle migrazioni umane e dei primi agglomerati abitativi¹⁰³.

Per le intere Età del Bronzo e del Ferro l'organizzazione degli assembramenti di Egitto e Vicino Oriente è caratterizzata da una città che progressivamente si fortifica e spazi produttivi agro-pastorali. Il processo di allargamento delle dimensioni degli abitati e la diversificazione delle mansioni che venivano svolte all'interno e all'esterno degli stessi porta ad una crescente necessità di realizzare anche una rete di collegamenti efficaci e veloci tra le diverse città; dal percorso sterrato alle celebri e durature strade romane fino alle nostre in asfalto. Le ultime versioni delle città¹⁰⁴ sono rappresentate da metropoli e megalopoli che raccolgono sempre più cittadini intensificando il loro impatto sull'ambiente.

¹⁰³ Treccani, Maiocchi M., L'origine della città, Storia della civiltà europea a cura di Umberto Eco (2014), [https://www.treccani.it/enciclopedia/l-origine-della-citta_\(Storia-della-civilt%C3%A0-europea-a-cura-di-Umberto-Eco\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/l-origine-della-citta_(Storia-della-civilt%C3%A0-europea-a-cura-di-Umberto-Eco)/)

Treccani, Liverani M., Marzocchella A., Uggeri G., Volpe G., Romana Stasolla F., Feller L., Strika V., Hamarneh B., Lala Comneno M. A., Lo Muzio C., Salviati F., Fattovich R., E. Smith M., Petrocchi M. C., Cofini G., Dai primi insediamenti al fenomeno urbano. Aspetti e forme dell'organizzazione del territorio, Il mondo dell'Archeologia (2002), [https://www.treccani.it/enciclopedia/dai-primi-insediamenti-al-fenomeno-urbano-aspetti-e-forme-dell-organizzazione-del-territorio_\(Il-Mondo-dell%27Archeologia\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/dai-primi-insediamenti-al-fenomeno-urbano-aspetti-e-forme-dell-organizzazione-del-territorio_(Il-Mondo-dell%27Archeologia)/) Santini L., Storia della città e dell'urbanistica Dal villaggio alla città, Università di Pisa - Facoltà di Ingegneria, <https://docenti.ing.unipi.it/l.santini/edilearchitettura/AA2017-2018/lezio%201%20dal%20villaggio%20alle%20citta.pdf>

¹⁰⁴ Gottmann J., Megalopoli. Funzioni e relazioni di una pluri-città (1960), 2004, <https://eddyburg.it/archivio/megalopoli-funzioni-e-relazioni-di-una-pluri-citta-1960/>

Ponendo ora l'attenzione sulle strade¹⁰⁵, durante l'Età del Bronzo ma soprattutto durante quella del Ferro, le principali direttrici viarie vengono fissate sul terreno per favorire il passaggio di mezzi e beni in modo più agevole.

Facendo un salto in avanti nel tessuto dello spazio-tempo, in epoca rinascimentale attraverso la *renovatio urbis* le città furono restaurate in chiave artistica ampliando i complessi residenziali, religiosi e le residenze fortificate; in parallelo, anche se non sono il principale oggetto, le reti viarie subiscono una variazione puramente estetica infatti Palladio¹⁰⁶ afferma che «*le vie fuori della città si devono fare ampie, commode e con arbori d'ambidue le parti, da' quali i viandanti l'estate siano difesi dall'ardor del sole, e prendano gli occhi loro qualche ricreazione per la verdura*».

Durante il XVIII secolo detto anche Secolo dei Lumi, il pensiero diviene razionalizzato grazie anche alle Encyclopédie. Nello stesso frangente attraverso l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées nasce l'ingegneria stradale moderna. Nel 1920 l'ingegnere Piero Puricelli creò il tratto Milano-Laghi, il primo sistema autostradale¹⁰⁷; in Germania le Autobahn si ispirarono al tratto italiano.

Come riportato da Capsoni e Carraro, l'Italia è stata teatro di un incremento esponenziale del traffico veicolare tanto da superare le capacità di ricezione delle città e del territorio; per questo è necessario riconsiderare e modificare le

¹⁰⁵ Cillis M., Ventura P., Tracciati storici e città in estensione Temi di paesaggio, 2021, Maggioli S.p.A., Santarcangelo di Romagna (RN)

¹⁰⁶ Capsoni M, Carraro G., L'uomo e la strada Emozioni sotto i nostri piedi, Rassegna del bitume 62/09, SITEB, https://www.siteb.it/wp-content/uploads/rassegna_del_bitume/articoli/6209_1.pdf

¹⁰⁷ Ibid.

infrastrutture già esistenti senza considerare la rete stradale come¹⁰⁸ «una complessa condotta spesso ingorgata nella quale scorre il flusso del traffico».

Il materiale stesso di cui sono fatte, il conglomerato bituminoso comunemente detto asfalto, in primo luogo ha permesso di risolvere diversi problemi quali le polveri sollevate durante una passeggiata fino al fango; allo stesso tempo però ha anche avuto un ruolo nel formare l'isola di calore urbana grazie alla bassa albedo dovuta al colore, che può anche essere inferiore al 5%¹⁰⁹.

Le strade sono state favorite e allo stesso tempo osteggiate¹¹⁰ anche dalle necessità militari poiché con l'avanzamento dei nuovi armamenti con ruote richiedeva delle vie di comunicazione non ostili come nel caso degli itinerari naturali ma allo stesso tempo potevano favorire il nemico. Le strade permettono un controllo capillare del territorio amministrandolo al meglio; tale efficienza è ben visibile anche nell'impianto delle strade a raggiera che si diramano dal centro verso la periferia.

La griglia stradale¹¹¹ non è cambiata in modo sostanziale nel tempo, come le sezioni poiché i lotti sono stati standardizzati; diversamente sono mutati i tratti ferroviari in itinerari più rapidi. Per raggiungere i sobborghi gli automobilisti si avvalgono ancora

¹⁰⁸ Ibid.

¹⁰⁹ Petralli M., Prokopp A., Morabito M., Bartolini G., Torrigiani T., Orlandini S., ruolo delle aree verdi nella mitigazione delle aree verdi nella mitigazione dell'isola di calore urbana: uno studio nella città di Firenze, *Rivista italiana di Agrometeorologia* 51-58, 2006, <https://www.researchgate.net/publication/237595856> RUOLO DELLE AREE VERDI NELLA MITIGAZIONE DELL'ISOLA DI CALORE URBANA UNO STUDIO NELLA CITTA DI FIRENZE ROLE OF GREEN AREAS IN URBAN HEAT ISLAND MITIGATION A CASE STUDY IN FLORENCE ITALY

¹¹⁰ *Storia Economica*, Edizioni Scientifiche Italiane, Anno VII (2004), n. 2-3, <https://www.storiaeconomica.it/pdf/2004.2-3.599.pdf>

¹¹¹ Bottini F., Robinson C. M., Royal Institute of British Architects, Town Planning Conference - London - 1910, Cities of the present as representative of a transition period in urban development - The evidence of standardised streets, <https://www.cittaconquistatrice.it/il-sistema-delle-strade-nella-citta-in-transizione-1910/>

delle stesse strade anche se sono divenute più larghe nelle zone più recenti delle città. Al fine di mutare la realtà stradale è necessario apportare delle modifiche riassumibili in due gruppi: il primo gruppo riguarda la realizzazione di vie radiali rettilinee, lunghe, larghe, con pendenze ridotte; queste caratteristiche sono gli attributi ideali delle grandi arterie stradali che accorciano i tempi di percorrenza e le distanze semplificando gli spostamenti su gomma permettendo anche di vivere lontano dai centri cittadini. Il secondo insieme pone l'attenzione sulla riorganizzazione delle vie minori in funzione di ciò che servono. A seconda del punto della città nel quale ci si trova si possono avere strade identiche, ovvero stessa dimensione e tipologia di struttura, diversificate dal flusso che occupa tali spazi. Inoltre in buona parte delle città la superficie dedicata alla strada oscilla dal 25% al 40%. I progettisti tendono a realizzare strade più ampie spinti dall'ipotetico aumento dei flussi del traffico. I tratti di strada attigui a zone residenziali, possono mantenere una larghezza uguale a quella sulla quale si ha un'intensa percorrenza alla sola condizione che lo spazio in eccesso non necessario alla percorrenza venga impiegato per ospitare erba, fiori, spazio dedicato al respiro degli edifici.

Dal contesto inglese¹¹² deriva la visione della strada come «*somma armonica di componenti in dialogo con il contesto, a tal punto che la strada è essa stessa paesaggio*». Secondo la visione di Jellicoe la strada diviene il soggetto di un approccio artistico solitamente attribuito al giardino, in questo modo la strada non è più una striscia aliena rispetto al paesaggio circostante ma è un oggetto che passa attraverso il paesaggio stesso senza dividerlo. Il crescente uso dell'automobile spinse il Ministero dei trasporti britannico a condurre un'indagine riguardante i

¹¹² Cillis M., Ventura P., *Tracciati storici e città in estensione Temi di paesaggio*, 2021, Maggioli S.p.A., Santarcangelo di Romagna (RN)

potenziali danni derivanti dal traffico e sulle possibili mitigazioni; nel 1963 tale ricerca produsse *Traffic in Towns*, anche noto come *Rapporto Buchanan*, all'interno del quale era stata fatta una proiezione temporale che stimava un aumento di quattro volte il numero di veicoli circolanti al 2010 facendo anche emergere delle priorità per le città inglesi: inserire delle limitazioni d'accesso ai veicoli in alcune aree urbane, limitare il rumore, la presenza visiva, le emissioni dei gas di scarico ed infine aumentare la sicurezza stradale. Qualche anno prima, 1960, la paesaggista Sylvia Crowe si interessò del binomio strada - paesaggio all'interno dell'opera *The Landscape of Roads*, nella quale sottolinea il punto di vista privilegiato che si ha dalla strada di quello che si ha attorno. In tempi abbastanza recenti è sorta la Road Ecology che si occupa dell'interazione tra il tracciato viario e l'ambiente; tale disciplina finalizza i propri studi alla riduzione e al controllo degli effetti provocati dalla presenza della strada su flora, fauna, qualità delle altre componenti ambientali come acqua e aria ma anche sulla popolazione umana.

La pellicola di Fritz Lang¹¹³, *Metropolis*, rappresenta la città del futuro come dominata dagli spazi geometrici, grattacieli che svettano sulla città operaia, sulla fabbrica, sulle strade a più corsie stracolme di veicoli, sulla rete ferroviaria; l'intera scena è sovrastata da un cielo grigio e da diversi velivoli. Al momento tale realtà non sembra avere un futuro poiché ci si impegna ad aumentare la presenza di vegetazione nelle nostre città attraverso diverse strategie che contemplano anche lo sviluppo sostenibile contrapposto allo sfruttamento del suolo anche se i rapporti non sono sempre distesi.

¹¹³ Capsoni M, Carraro G., L'uomo e la strada Emozioni sotto i nostri piedi, Rassegna del bitume 62/09, SITEB, https://www.siteb.it/wp-content/uploads/rassegna_del_bitume/articoli/6209_1.pdf

Urban sprawl e sviluppo sostenibile

Lo sprawl urbano e lo sviluppo sostenibile sono spesso in conflitto. La città con il tempo si espande in funzione delle richieste e delle necessità dei suoi abitanti; tale tendenza può subire una distorsione attraverso la città diffusa, l'*Urban Sprawl*, la rapida e incontrollata crescita nelle dimensioni dell'abitato. In seguito all'avvicinamento delle persone alla città per necessità lavorative, oggi si assiste alla volontà opposta, l'allontanarsi dal centro rumoroso e affollato prediligendo soluzioni più indipendenti e isolate che inevitabilmente portano alla pianificazione disorganizzata del tessuto cittadino. Un'altra forza trainante la città diffusa è la volontà di aumentare lo spazio cittadino ad uso residenziale unito ad altri servizi. Lo Sprawl tende ad essere maggiormente presente nelle aree scarsamente abitate. Come risultato si ottengono maggior consumo di suolo, maggior domanda di energia, più inquinamento, congestione del traffico, frammentazione degli habitat, perdita di biotopi, inquinamento di diversa specie, scarsa permeabilità delle superfici, isole di calore ed infine, non per importanza, minor coesione della comunità¹¹⁴. Il primo paese caratterizzato da questo aspetto furono gli Stati Uniti poiché legato alla diffusione dei mezzi di trasporto privati; tale modello fu apprezzato largamente tanto da essere un problema nella maggior parte dei paesi¹¹⁵.

Un documento¹¹⁶ redatto dall'ISTAT nel 2017 riporta l'andamento delle città da allora al 2030 secondo il quale il numero delle megalopoli crescerà e il 64% delle persone vivrà nelle aree urbane nel 2050; nonostante questo viene riportato un chiarimento

¹¹⁴ Garosi I., Il fenomeno urban sprawl: cause e conseguenze, IARI Istituto Analisi Relazioni Internazionali, 2022, <https://iari.site/2022/01/08/il-fenomeno-urban-sprawl-cause-e-conseguenze/>
Mino Caggiula Architects, Urban Sprawl: significato, sfide sociali, soluzioni, <https://www.minocaggiula.com/urban-sprawl/>

¹¹⁵ Treccani Lessico del XXI Secolo (2013), Sprawl, [https://www.treccani.it/enciclopedia/sprawl_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/sprawl_(Lessico-del-XXI-Secolo)/)

¹¹⁶ Gibelli e Salzano 2006
ISTAT, Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia, 2017
<https://www.istat.it/it/files/2017/05/Urbanizzazione.pdf>

ovvero l'inesatta formulazione di una correlazione tra espansione delle aree urbane e crescita demografica in particolare per i contesti italiano ed europeo dato che le città si sono espanse anche nei momenti in cui la popolazione residente è rimasta stabile o è addirittura diminuita. L'espansione urbana disordinata e incontrollata interessa molte città nel mondo, porta tra i tanti effetti ad un calo della densità abitativa e ad un aumento dell'uso del suolo. Come detto da Gibelli e Salzano¹¹⁷, *«la città non è più caratterizzata da confini definiti, ma si sdraia sguaiatamente sul territorio, in modo spesso disordinato e caotico»*; questa realtà è testimoniata dalle diverse teorie dell'urbanizzazione che si sono sviluppate dal XVIII al XIX secolo, nel tempo però non sono stati sempre considerati i flussi intensificati, gli spazi urbani che hanno accerchiato e inglobato gli spazi vocati all'agricoltura; questa tendenza ha evidenziato in diversi studi che le gerarchie dei diversi livelli territoriali abbiano una certa aleatorietà e che non siano immutabili. Secondo Schirru¹¹⁸, il quale ha considerato solamente il panorama europeo, le città sono caratterizzate da una forma tendenzialmente compatta con dimensioni che vanno dalle medie alle piccole, sono longeve e poco inclini a trasformazioni radicali tantoché possono essere ripensate in un unico contesto o su di un continuum con gli insediamenti diffusi e con gli spazi vuoti; come si potrà apprezzare in seguito gli spazi vuoti non sono da considerare come vuoti ed inutili ma possono diventare punti strategici. Ora, osservando le reti di trasporto, cosa può essere notato? Una crescita incontrollata porta anche ad una scarsità di collegamenti, ad un'inadeguatezza delle reti infrastrutturali come quelle di drenaggio, un'incapacità della nuova estensione dell'abitato di potere essere ad alta densità abitativa, di contribuire in modo positivo

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ Schirru 2012

ISTAT, Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia, 2017
<https://www.istat.it/it/files/2017/05/Urbanizzazione.pdf>

al cambiamento climatico, riducendone cioè gli effetti, l'occupazione di siti potenzialmente o effettivamente suscettibili e/o pericolosi, la scarsità o l'assenza di spazi pubblici aperti, una scarsa o assente protezione dei beni ecologici, tra i diversi effetti negativi¹¹⁹. A seconda della geometria della strada può essere privilegiata o scoraggiata una certa mobilità in particolare la griglia favorisce la fruibilità di pedoni e biciclette, la cosiddetta mobilità dolce, unite anche al trasporto pubblico garantendo di raggiungere una data destinazione in un certo periodo di tempo mentre le reti discontinue sono caratterizzate da un reticolo dendritico e da strade chiuse che favoriscono il mezzo privato¹²⁰.

Lo sviluppo sostenibile può essere un mezzo per risolvere o arginare alcuni dei problemi precedentemente citati perché pone nuovamente al centro le questioni ambientali anche se non bisogna cadere nella possibilità di voler realizzare nuove realtà sostenibili al di fuori della città poiché si potrebbe incentivare indirettamente o inconsapevolmente lo sprawl urbano; in tal senso è preferibile recuperare e riprogettare ciò che già esiste¹²¹. In Europa¹²² diversi paesi hanno adottato delle

¹¹⁹ Buildings & Cities, Shlomo A., Urban expansion: theory, evidence and practice, ubiquity press open scholarship, 2023, volume 4, issue 1, p. 124-138, <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.348>

European Environment Agency, La sovraccrescita urbana - La sfida ambientale ignorata dall'Europa, 2006, <https://www.eea.europa.eu/it/pressroom/newsreleases/la-sovraccrescita-urbana-la-sfida-ambientale-ignorata-dell2019europa>

Monnier J., Thompson A., Reducing street Sprawl Could Help Combat Climate Change, 2020, Scientific American, <https://www.scientificamerican.com/article/reducing-street-sprawl-could-help-combat-climate-change/>

Rosati R. M., Urban Sprawl and Routing: A Comparative Study on 156 European Cities, Landscape and Urban Planning, 2025, volume 253, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204624002044>

¹²⁰ Barrington-Leigh C., Millard-Ball A., Hanson S., Global trends toward urban street-network sprawl, PNAS, 2020, <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1905232116>

¹²¹ Carpentieri G., Cremascoli F., Drigo E., "Eco-villaggi"? è sprawl urbano! ,2017, <https://peppercarpentieri.wordpress.com/2017/05/25/eco-villaggi-e-sprawl-urbano/>

¹²² Ciabò S., Il futuro del paesaggio tra urban sprawling e sviluppo sostenibile, 2008, https://www.researchgate.net/profile/Serena-Ciabo/publication/263163185_Il_futuro_del_paesaggio_tra_urban_sprawling_e_sviluppo_sostenibile/links/02e7e53a12a211c74a000000/Il-futuro-del-paesaggio-tra-urban-sprawling-e-sviluppo-sostenibile.pdf

politiche mirate a ridurre il consumo di suolo mentre altri stanno interagendo gradualmente con il problema. Nel Regno Unito già dal 1935 sono state introdotte le *green belt* per fermare l'espansione lineare di Londra, le prime sperimentazioni degli spazi aperti furono fatte attorno Londra, Birmingham e Sheffield; tali aree furono e sono specificatamente vincolate. Nel 1985 la Germania diventò sensibile alla necessità di invertire la tendenza del consumo di suolo naturale e rurale tanto da arrivare a formulare dei principi di tutela del suolo mentre in Francia nel 2000 fu approvato il testo di riforma di legge urbanistica francese che sottolineava la necessità di ridurre sia il consumo sia l'occupazione del suolo densificando lo spazio urbanizzato¹²³. Attualmente in Italia non si ha una legge che normi il consumo e il degrado del suolo o la rigenerazione urbana, ci sono state delle proposte di legge, anche se spesso viene fatto riferimento a tali ambiti, che non hanno mai portato ad alcun risultato legislativo simile a quello degli altri paesi¹²⁴.

Spesso si parla di sviluppo sostenibile legandolo al concetto di resilienza, di seguito si indaga la relazione.

Sviluppo sostenibile, termine¹²⁵ nato in seguito e in concomitanza alla definizione proposta nel rapporto *Our Common Future* del 1987 dalla Commissione Brundtland all'interno del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente che lo intende come «il

¹²³ Ibid.

¹²⁴ De Tommasi A, FOCUS. Contro il consumo dei suoli la legge in Italia e i nuovi modelli produttivi, ASVIS, 2024, <https://asvis.it/notizie/2-19899/focus-contro-il-consumo-dei-suoli-una-legge-in-italia-e-nuovi-modelli-produttivi>

Camera dei deputati Servizio Studi XIX Legislatura, Disposizioni per il contenimento del consumo di suolo e la rigenerazione urbana A.C. 1179, Dossier n°176 - Schede di lettura, 2 ottobre 2023, <https://documenti.camera.it/leg19/dossier/pdf/Am0040.pdf>

¹²⁵ Treccani Enciclopedia, Sviluppo sostenibile, <https://www.treccani.it/enciclopedia/sviluppo-sostenibile/>

Report of the World Commission on Environment and Development: *Our Common Future*, 1987, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di relazionarsi i propri»; tale definizione è stata coniata tenendo presente la compatibilità tra lo sviluppo delle attività economiche e la salvaguardia dell'ambiente. Per le città significa adottare un modello organizzativo che miri a rendere gli spazi disponibili più efficienti, interconnessi, digitalizzati e abitabili; l'esatto opposto dell'urban sprawl. Spesso gli aggettivi che in tale ottica vengono affiancati al sostantivo città sono sostenibile e circolare proprio per soddisfare i criteri richiesti dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile¹²⁶. Le città sono interessate dalla Nuova Agenda Urbana, adottata dalla Conferenza delle Nazioni Unite su abitazioni e Sviluppo Urbano Sostenibile (Habitat III) tenutosi a Quito in Ecuador nel 2016¹²⁷. L'Agenda 2030 ha riservato un obiettivo per le città, il numero 11, *Città e comunità sostenibili*¹²⁸ I cui sotto obiettivi si prefiggono anche di assicurare ai cittadini un accesso sicuro, conveniente, sostenibile ai mezzi di trasporto pubblici migliorando anche la sicurezza delle strade tenendo sempre al centro i soggetti vulnerabili; avere un accesso universale a spazi verdi pubblici sicuri e inclusivi.

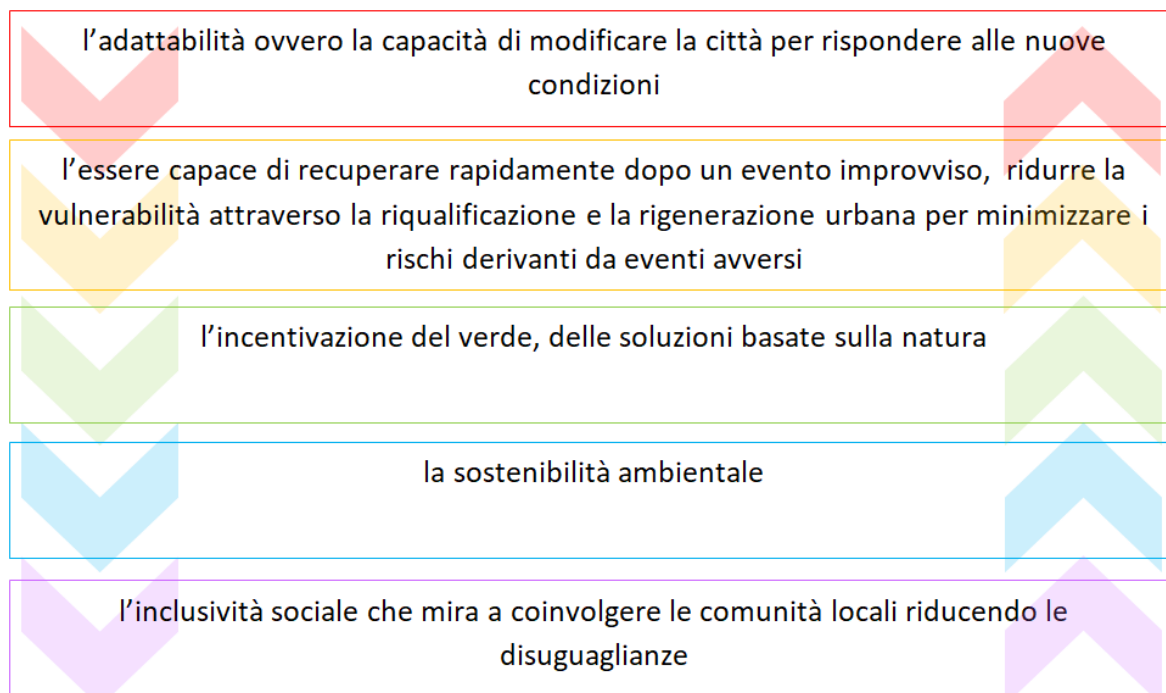
La resilienza continua nella direzione della città sostenibile poiché, come nel contesto naturale riferito ad un ecosistema, deve essere capace di adattarsi, sopravvivere e svilupparsi anche se si dovessero presentare degli eventi avversi, come nel caso del

¹²⁶ Enel, Città sostenibile: significato e progetti, 2023, <https://www.enelx.com/it/it/storie/2021/10/cosa-significa-citta-sostenibile>

¹²⁷ Commissione Europea, New Urban Agenda, https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/themes/urban-development/new-urban-agenda_en Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, Città per lo sviluppo sostenibile, <https://www.mase.gov.it/portale/citt%C3%A0-per-lo-sviluppo-sostenibile> Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, Linee guida nazionali per l'Agenda Urbana Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, <https://www.mase.gov.it/portale/web/guest/linee-guida-nazionali-per-l-agenda-urbana-nazionale-per-lo-sviluppo-sostenibile>

¹²⁸ Nazioni Unite, Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili, <https://unric.org/it/obiettivo-11-rendere-le-citta-e-gli-insediamenti-umani-inclusivi-sicuri-duraturi-e-sostenibili/>

clima. È basata su cinque punti chiave¹²⁹:



Entrambi i termini si collocano all'interno del *Piano Nazionale di Transizione Energetica*, PTE, in accordo con il PNRR, *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*, prevede il raggiungimento di diversi obiettivi entro il 2050¹³⁰:

- ✓ *Decarbonizzazione*
- ✓ *Miglioramento delle risorse idriche e delle relative infrastrutture*
- ✓ *Mobilità sostenibile*
- ✓ *Ripristino e rafforzamento della biodiversità*
- ✓ *Miglioramento della qualità dell'aria*
- ✓ *Tutela del mare*
- ✓ *Contrasto al consumo di suolo e al dissesto idrogeologico*
- ✓ *Promozione dell'economia circolare, della bioeconomia e dell'agricoltura sostenibile*

¹²⁹ Vozzola M., 2025, *Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno*, FrancoAngeli s.r.l.
Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., 2018, *Valutare la rigenerazione urbana*, centro stampa regione Emilia Romagna

¹³⁰ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, *Piano per la Transizione Energetica*, <https://www.mase.gov.it/portale/piano-per-la-transizione-ecologica-pte->

Problemi della città

La città è soggetta a diversi problemi¹³¹ come ogni cittadino può constatare a seconda della propria sensibilità.

Inquinamento

L'inquinamento può essere particolarmente severo¹³² perché interessa l'aria, a causa del riscaldamento e dei veicoli, l'acqua, il suolo ma può derivare anche dalla scorretta gestione dei rifiuti, dalle diverse fonti luminose presenti e dal rumore.

Questa problematica può essere anche aggravata dalla morfologia della città e del territorio dato che può essere più o meno presente un continuo flusso d'aria che permette il rimescolamento degli strati d'aria. La concentrazione degli inquinanti aerodispersi varia anche nel tempo sia per la concentrazione di quanto emesso sia per il comportamento stesso dell'atmosfera che varia a seconda della stagione poiché caratterizzata da una diversa densità dell'aria. Gli strati possono essere compressi nella stagione fredda aumentando così la concentrazione degli inquinanti oppure l'opposto in quella estiva. Gli inquinanti hanno diversa natura e tali differenze possono essere osservate all'interno delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria: frammenti vegetali e animali, particelle inorganiche, allergeni quali pollini, composti chimici.

Le specie gassose come gli aerosol possono essere rimossi dall'atmosfera attraverso deposizioni secche o umide¹³³ ovvero, la deposizione secca si verifica

¹³¹ RICHMOND VALE ACADEMY, 13 Effetti dell'urbanizzazione che ti faranno riflettere!, 2022, <https://richmondvale.org/it/13-effetti-dellurbanizzazione-che-ti-faranno-riflettere/#>
National Geographic, Urban Threats, <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/urban-threats>

¹³² Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., 2023, Le città a impatto climatico zero strategie e politiche, Il Mulino, LegoDigit s.r.l - Lavis (TN)

quando l'aerosol è direttamente trasferito sulla superficie terrestre senza che le precipitazioni siano intervenute mentre quella umida si avvale della fase acquosa; i due meccanismi si spartiscono la deposizione verticale poiché vicino al suolo prevale la deposizione secca mentre per le altezze superiori la deposizione umida regna incontrastata. Fanno parte dell'aerosol pollini, batteri, virus, funghi, alghe, residui vegetali, particelle di origine antropica. La rimozione delle sostanze organiche risulta semplificata nel caso in cui siano ossidate in sostanze più solubili e meno volatili; le specie ossidanti atmosferiche maggiormente importanti sono HO , NO_3 , O_3 , HO_2 ; queste specie chimiche sono radicali e per loro natura sono particolarmente instabili a causa di almeno un elettrone spaiato. Chimicamente significa che sono altamente reattive, questo concetto si traduce in una vita breve in atmosfera. Per esempio, il metano ha un tempo di reazione in atmosfera di circa una decina di giorni, l'acetilene e l'etano invece persistono maggiormente, il radicale idrossile ha un tempo di vita medio al di sotto del secondo, altri composti più complessi caratterizzati da più doppi legami, quindi maggiormente attaccabili e meno resistenti permangono ancora per un tempo diverso in atmosfera.

Nelle città ci sono diverse emissioni derivanti sia da fonti naturali sia antropiche. CO deriva dalla degradazione della clorofilla nei mesi autunnali che apporta fino ad un 20% del carico annuale ma anche dall'uso dei combustibili fossili, arginato dall'uso della marmitta catalitica nei veicoli con motore a scoppio.

SO_x , gli ossidi di zolfo, sono favoriti negli agglomerati urbani soprattutto per il debole ricambio delle masse d'aria, derivano da combustibili solidi e liquidi. NO_x , gli ossidi di azoto, sono tipici di aree ad elevato traffico veicolare e a scarso ricambio d'aria,

¹³³ Xearpro, 2018, Aerosol, Inquinante Atmosferico, <https://xearpro.it/aerosol/aerosol-inquinante-atmosferico/>

derivano da ogni combustione che va dai motori delle vetture alle centrali termoelettriche fino al riscaldamento domestico.

O_3 diversamente dal caso precedente si concentra maggiormente nelle aree rurali lontano dalle fonti d'emissione degli ossidi di azoto ed è generato dalle reazioni fotochimiche a carico degli inquinanti precursori prodotti dalla combustione.

NH_3 , l'ammoniaca, viene prodotta dal deterioramento dei rifiuti, dal trattamento di liquami, dalla lavorazione del carbone e da perdite nei sistemi di refrigerazione.

PM, particulate matter, è costituito da un insieme eterogeneo di particelle di origine primaria, quelle emesse così come sono, oppure secondaria, derivanti da reazioni chimico-fisiche; nel campo antropico sono generati da combustione della biomassa per il riscaldamento domestico, dal traffico veicolare, dalle attività agricole.

Il benzene è prodotto dai mezzi di trasporto, dalla combustione della biomassa, dalle attività industriali; i livelli sono alti durante il periodo invernale, il momento in cui gli inquinanti ristagnano più facilmente.

IPA, gli idrocarburi policiclici aromatici, sono generati dalla combustione incompleta del materiale organico, dalla combustione di biomassa per il riscaldamento delle abitazioni, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori.

Infine sono presenti anche metalli pesanti ed elementi in tracce quali arsenico, cadmio, nichel e piombo, gli stessi elementi ritrovati all'interno dei Columbidi esaminati come indicatori ambientali.

Un'altra forma d'inquinamento deriva dalle piogge acide che rispetto al passato sono diminuite grazie alla rimozione a partire dagli anni '90 degli ossidi di azoto e di zolfo anche se allo stato attuale la CO_2 sembra avere un ruolo predominante.

Quando si tratta l'inquinamento molto probabilmente si associa il termine *Smog* facendo riferimento a quello atmosferico in cui la visibilità è parzialmente oscurata o dal solo particolato o dal particolato associato all'aerosol liquido. Si suddivide in smog classico del tipo Londra, formato da una miscela omogenea di fumo e nebbia carichi di SO_2 e smog fotochimico, detto anche ossidante, originato dall'azione della componente UV della radiazione solare su ossidi di azoto e idrocarburi; per questo è più frequente nelle giornate caratterizzate da condizioni di stabilità meteorologica e di forte insolazione ed è facilmente individuabile dal caratteristico colore che vira dal giallo-arancione al marrone derivante dall'abbondanza di ossidi d'azoto.

Le chiusure dovute al lockdown del 2020 hanno portato ad un significativo calo degli inquinanti in particolare il PM_{10} si è ridotto del 20%, una diminuzione dal 40% fino al 60% per NO_2 derivante dall'assenza di circolazione veicolare e di qualsiasi, o quasi, attività industriale¹³⁴.

¹³⁴ Seinfeld J. H., Pandis S. N., 2016, Atmospheric chemistry and physics From Air Pollution to Climate Change Third Edition, Wiley
Connell D. W., 2013, Basic Concepts of Environmental Chemistry Second Edition, Taylor & Francis Inc
Taurino A., Bernetti A., Caputo A., Cordella M., De Laurentis R., D'Elia I., Di Cristofaro E., Gagna A., Gonella B., Moricci F., Pellis G., Peschi E., Romano D., Vitullo M., 2024, Italian Emission Inventory 1990 - 2022 Informative Inventory Report 2024, ISPRA
Arpa Veneto, Inquinanti Atmosferici, <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/approfondimenti/inquinanti-atmosferici>
Dati ambientali Emilia-Romagna, Emissioni di CO, COV, NOx, SOx, PM10, NH3, CH4, CO2, N2O e loro distribuzione percentuale per macrosettore, <https://webbook.arpae.it/indicatore/Emissioni-di-CO-COV-NOx-SOx-PM10-NH3-CH4-CO2-N2O-e-loro-distribuzione-percentuale-per-macrosettore-00001/?espandi=grafici>
Seitron, Inquinamento nelle città: cause e settori più inquinanti, 2021, <https://seitron.com/it/come-composto-inquinamento-della-citta>
Minutolo A., Laurenti M., Poggio A., Scaramucci L., Conte J., Urbano M., Bonfanti A., 2021, Mal d'Aria di Città, Legambiente, https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/01/Rapporto_Malaria_2021.pdf

Diversi rapporti¹³⁵ indicano che ancora oggi i livelli d'inquinamento dell'aria rimangono consistenti tanto che gli ultimi dati disponibili riferiti al 2024 attestano che su 98 città italiane, 25 hanno superato i limiti imposti per PM_{10} anche se nel loro insieme rimangono all'interno delle medie annuali. Nonostante questi dati l'inquinamento nelle città italiane rimane stabile per il biossido d'azoto. A seconda della regione e della città possono essere riscontrati dei lievi cali percentuali che vanno dal 3% al 12% nel caso dell' NO_2 . Per affrontare il problema dell'inquinamento è stata pubblicata la *Direttiva europea sulla Qualità dell'Aria n. 2024/2881* che stabilisce i nuovi limiti che dovranno essere rispettati e che entreranno in vigore a partire dal primo gennaio 2030¹³⁶.

Anche l'inquinamento acustico non è da sottovalutare infatti già dal 2002 in Europa esistono delle leggi volte a tutelare i cittadini dagli effetti del rumore attraverso la *END, Environmental Noise Directive*, la direttiva che impone ai Membri di elaborare delle mappe acustiche per studiare l'esposizione al rumore della popolazione. In

¹³⁵ Legambiente, Mal'Aria di città, <https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/malaria-di-citta/>
Minutolo A., Di Simine D., Laurenti M., Fazzalari L., Mal'Aria di città Luci e ombre dell'inquinamento atmosferico nelle città italiane, 2025, <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/MalAria-2025.pdf>

Legambiente, Mal'Aria di città 2024: i nuovi dati sull'inquinamento atmosferico nelle città italiane, 2024, <https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/i-dati-di-malaria-di-citta-2024/>

Minutolo A., Scarafoni S., Laurenti M., Nuglio S., Poggio A., Di Simine D., Eroe K., Bonfanti A., Querzoli G., Fazzalari L., Mal'Aria di città Luci e ombre dell'inquinamento atmosferico nelle città italiane, 2024, https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Report_Malaria-2024.pdf

ASVIS Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, Rapporto MobilitAria 2024: l'inquinamento nelle città italiane rimane stabile, 2024, <https://asvis.it/notizie/2-20715/rapporto-mobilitaria-2024-linquinamento-nelle-citta-italiane-rimane-stabile>

Donati A., Petracchini F., Gasparini C., Tomassetti L., Montiroli C., Talluri M., Pavoncello V., Leonardi C., 2024, Qualità dell'aria sicurezza stradale e città 30 per spazi sicuri la giusta transizione nelle grandi città italiane, KYOTO CLUB - CNR - IIA, https://www.kyotoclub.org/wp-content/uploads/rapporto_mobilitaria2024.pdf

¹³⁶ Kyoto Club, Inquinamento atmosferico nelle città italiane: è sempre emergenza, 2025, <https://www.kyotoclub.org/it/media-e-documenti/comunicati/2025/04/30/inquinamento-atmosferico-nelle-citta-italiane-e-sempre-emergenza-2/>

Direttiva (UE) 2024/2881 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2024 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402881

Tanta luce significa¹⁴⁰ disturbo sia per noi sia per le altre specie e dispendio inutile di energia. Per fare fronte al dispendio energetico¹⁴¹, ci si è spostati dalle lampade tradizionali ai LED, *Light Emitting Diodes*, che risultano essere più efficienti per l'energia richiesta ma emettendo prevalentemente nella parte blu dello spettro luminoso creano maggiori problemi agli ecosistemi e anche ai cittadini. Esistono cinque tipologie d'inquinamento luminoso:

- ✦ *Glare*: luminosità eccessiva che provoca disagio visivo oppure una riduzione nella capacità di distinguere gli oggetti
- ✦ *Skyglow*: luminosità del cielo al di sopra delle aree abitate provocata dalla riflessione della luce diffusa da parte dell'atmosfera
- ✦ *Clutter*: luce intensa con un raggruppamento confuso ed eccessivo di sorgenti luminose
- ✦ *Luce riflessa*, luce che viene riflessa dalle vicine superfici e diffusa in diverse direzioni attorno l'installazione luminosa
- ✦ *Spill light*: luce emessa al di fuori dell'area di un'installazione luminosa progettata per illuminare anche al di sopra di aree per le quali non era stata progettata

Tra i tanti casi d'inquinamento luminoso prima e in seguito all'installazione dell'illuminazione led possiamo chiamare in causa Loiano¹⁴² alle porte del Capoluogo emiliano sede anche del secondo telescopio più grande d'Italia il *G. D. Cassini* un telescopio riflettore e un sistema di telescopi multipli *Tandem*, Telescope Array

¹⁴⁰ National Geographic, Light Pollution, <https://education.nationalgeographic.org/resource/light-pollution/>

¹⁴¹ Commissione europea, Direzione generale dell'Ambiente, *Light pollution : mitigation measures for environmental protection*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/906521>

¹⁴² Carbognani A., L'inquinamento luminoso a Loiano, 2025, Media INAF, <https://www.media.inaf.it/2025/05/02/inquinamento-luminoso-a-loiano/#:~:text=Il%20risultato%20%C3%A8%20che%20ora,output%20luminoso%20verso%20l%27os servatorio>

eNabling DEbris Monitoring, al primo posto invece si ha quello di Asiago. La principale motivazione che ha portato alla sostituzione del vecchio impianto d'illuminazione è stata l'abbattimento dell'inquinamento luminoso; secondo le misurazioni effettuate in diversi periodi dell'anno prima e dopo l'opera risulta che la situazione dell'illuminazione basata sulle lampade al sodio era migliore.

Mobilità

La mobilità è un'altra criticità particolarmente sentita da cittadini e pendolari per il traffico che insiste su alcune vie paralizzando delle parti della città, per la qualità dei mezzi; sia nel caso in cui la città si espanda sia quando rimanga delle stesse dimensioni è possibile riprogettare le vie di comunicazione all'interno di progetti che hanno la capacità di rinnovare o peggiorare il volto della città. Quello che incide maggiormente per l'inquinamento dell'aria è la tipologia di alimentazione dei mezzi di trasporto di tutte le categorie, dal pubblico al privato. Sono attualmente commercializzati¹⁴³ mezzi con motori alimentati da carburanti tradizionali, benzina, diesel, metano, GPL, ibridi ed elettrici anche se già da diverso tempo esistono anche motori alimentati ad idrogeno sia per il trasporto privato sia per quello pubblico. Ogni alimentazione¹⁴⁴ però ha pro e contro; il primo che può essere citato è il rendimento

¹⁴³ Angi N., Motori delle auto: le principali tipologie, Al Volante, 2024, https://www.alvolante.it/da_sapere/tecnica/motori-auto-tutte-le-tipologie-395281

Quattroruote, Motori auto: tutto quello che c'è da sapere, <https://www.quattroruote.it/guide/scuola-guida/motore-auto.html>

Leasys, Tutti i tipi di alimentazione dell'auto e come scegliere, https://www.leasys.com/it/italiano/leasys-world/news_alimentazione_auto_tipi_e_come_sceglierla

Gruppo Marino Concessionarie, La guida definitiva ai diversi tipi di carburante: benzina, diesel, GPL, elettrico, 2024, <https://www.gruppomarino.it/la-guida-definitiva-ai-diversi-tipi-di-carburante-benzina-diesel-gpl-elettrico/>

QN Motori, Tipi di carburante: quanti e quali sono, 2022, <https://motori.quotidiano.net/comefare/tipi-carburante-quanti-quali.htm>

¹⁴⁴ Comunicato stampa, Com'è fatta e come funziona l'Elettra H2 fuel cell, (2001) https://www.media.stellantis.com/it-it/fiat/press/com-egrave-fatta-e-come-funziona-l-elettra-h2-fuel-cell?adobe_mc_ref=&adobe_mc_ref=

nel caso del gasolio ha un funzionamento efficace per la rapidità della combustione, per l'alta resa e i bassi consumi però la combustione porta alla produzione di fuliggine, particolato e ossidi di azoto che richiedono la presenza di sistemi per trattare i gas di scarico. Nei motori a benzina invece la combustione non avviene direttamente all'interno della camera di combustione ma l'accensione si ha a partire dalle candele per poi propagarsi al resto della camera, un processo meno energetico, meno efficiente termodinamicamente, maggior consumo di carburante ed emissioni rispetto le altre alimentazioni nonostante questa differenza sono ancora necessari dispositivi di pulizia dei gas di scarico. Metano e GPL sono capaci di percorrere grandi distanze come nel caso dei diesel, presentano un minor impatto ambientale per le basse emissioni anche se non sono sempre presenti i punti in cui fare rifornimento. I motori ibridi, come suggerisce il nome, sono caratterizzati da due tipologie di alimentazione di cui una elettrica; presentano un vantaggio nei consumi che risultano essere minori rispetto ad un motore completamente termico poiché permettono di recuperare l'energia durante la fase di frenata. I motori elettrici portano ad emissioni nulle durante il loro utilizzo, una grande coppia sempre disponibile ed

Fiat panda Hydrogen, https://it.wikipedia.org/wiki/Fiat_Panda_Hydrogen
Fiat "Panda Hydrogen" UN GIOIELLINO PULITO, (2006)
https://www.quattroruote.it/news/nuove_tecnologie/2006/02/13/un_gioiellino_pulito.html
Valente C., Ambiente e sicurezza: Fiat Panda Hydrogen, (2006)
https://www.infomotori.com/auto/ambiente-e-sicurezza-fiat-panda-hydrogen_10806/
Padin M, Storia: La prima auto alimentata ad idrogeno, 2016,
<https://www.electricmotornews.com/gb/energie-alternative/storia-prima-auto-idrogeno/>
BMW, Auto a idrogeno: tutto quello che c'è da sapere, <https://www.bmw.com/it/innovation/come-funzionano-le-auto-a-idrogeno.html>
Pirelli, Idrogeno come combustibile: i pro e i contro, <https://www.pirelli.com/global/it-it/road/auto/idrogeno-come-combustibile-i-pro-e-i-contro-49365/>
Nationalgrid, The hydrogen colour spectrum, <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/hydrogen-colour-spectrum>
Carbeck J., Idrogeno verde Energia a zero anidride carbonica, in aggiunta all'eolico e al solare, in «Le Scienze», 629, 2021, p. 72
Singh V., Singh Arora K., Mahajan D., Investigation into Hydrogen-Induced Blister Cracking and Mechanical Failure in Pipeline Steels, Advances in Structural Integrity, 2022, p. 267-274,
https://www.researchgate.net/publication/359169687_Investigation_into_Hydrogen-Induced_Blister_Cracking_and_Mechanical_Failure_in_Pipeline_Steels
Rathnayaka R.I.A., Ranjith P.G., Hydrogen storage in unlined rock caverns: An insight on opportunities and challenges, International Journal of Hydrogen Energy, volume 72, 2024, p. 1023-1037, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924021578>

un'efficienza energetica elevata rispetto gli altri motori anche se le batterie sono sensibili alle temperature esterne e le ricariche possono rivelarsi problematiche, la rapida obsolescenza del mezzo, l'autonomia e l'infrastruttura per garantire le ricariche. Il motore ad idrogeno è stato montato sul primo prototipo a quattro ruote svizzero risalente ai primi anni del 1800; sono stati ulteriormente sviluppati fino ad oggi. I vantaggi sono il tempo di rifornimento che è minore rispetto ad un veicolo elettrico ed è paragonabile a quello per i motori tradizionali, le emissioni poiché viene emesso solamente vapore acqueo, maggior efficienza del motore come cella a combustibile. Come svantaggio si ha la trasformazione dell'idrogeno in energia elettrica che porta ad una dispersione energetica del 40% che secondo alcuni studi sembra poter essere migliorabile, riducendola; a seconda del metodo di produzione dell'idrogeno tale carburante può essere o meno sostenibile, bisogna considerare il cosiddetto arcobaleno dell'idrogeno dove, ad esempio, il grigio è uno delle tipologie inquinanti poiché basato sui fossili per produrre idrogeno, il verde invece è basato sulle rinnovabili e il bianco è quello prelevato così come è da giacimenti naturali. Per le proprie caratteristiche intrinseche è un gas difficile da maneggiare e da trasportare, per esempio i tradizionali metanodotti non sono adeguati per tale gas perché rispetto quest'ultimo ha un diametro minore che lo porterebbe a sfuggire dalle pipeline. L'idrogeno è molto aggressivo con i materiali tantoché vi sono due principali processi critici per le proprietà meccaniche dei sistemi di contenimento di tale gas: *hydrogen embrittlement* cioè un indebolimento progressivo al livello microscopico del materiale mentre il secondo è lo *stress corrosion cracking* che interessa le proprietà meccaniche, come suggerisce il nome è guidato dal cracking e porta a delle aperture e delle fratture per corrosione del materiale.

Molte città stanno puntando a potenziare l'offerta dei mezzi pubblici per il trasporto offrendo anche il trasporto su rotaia; per capire cosa possa essere più efficace e maggiormente realizzabile bisogna considerare la tipologia di città, lo stato degli edifici, il rapporto costi-benefici, l'effettiva utilità, l'impatto sulla rete di trasporti, energetica, sull'ambiente, sulla qualità della vita.

Opere trascurate, rigoglio sfiorito, acqua sublimata e diversità ristretta

Lo stato delle infrastrutture spesso non è particolarmente curato, versano in uno stato di deterioramento continuo oppure non vengono migliorate per cambiare la realtà cittadina. Per esempio¹⁴⁵ attorno la Elizabeth line, una linea ferroviaria di 118 chilometri che attraversa Londra longitudinalmente, ha portato ad una riduzione del tasso di abbandono della città, annullandolo quasi del tutto, da parte delle persone all'interno della fascia d'età 25 - 34 anni.

L'assenza di corpi idrici e coperture vegetali porta all'isola di calore, altro problema particolarmente sentito durante i periodi caldi; altre possibili fonti di difficoltà possono essere la gestione delle acque meteoriche, il ruscellamento superficiale e l'impermeabilità; che cosa hanno in comune? L'eccessiva copertura con superfici impermeabili e impermeabilizzanti, come il cemento, la riduzione di aree destinate al verde e l'assenza di corpi idrici superficiali oppure soluzioni artificiali come fontane o rivoli. Uno degli effetti collaterali delle isole di calore riguarda la crescita accelerata degli alberi¹⁴⁶ in città. Non è un fatto positivo poiché una crescita rapida ed un

¹⁴⁵ Savian D. G., Il ruolo delle infrastrutture nella crescita delle città, 2018 <https://www.bgt-grantthornton.it/insights/articoli/2018/il-ruolo-delle-infrastrutture-nella-crescita-delle-citta/>

¹⁴⁶ Focus Natura, In città gli alberi crescono più velocemente che non in campagna, <https://www.focus.it/ambiente/natura/in-citta-gli-alberi-crescono-piu-velocemente-che-non-in-campagna>

Pretzsch H., Biber P., Uhl E., Dahlhausen J., Schütze G, Perkins D., Rötzer T., Caldentey J., Koike T., van Con T., Chavanne A., du Toit B., Foster K. & Lefer B., Climate change accelerates growth of

eccessivo vigore possono creare problemi all'esemplare se vittima dell'attacco di patogeni ma anche per la situazione stressante in cui è costretto a vivere. Questa evidenza non è sempre così, oltre la temperatura vi sono anche altri fattori che influenzano la crescita delle piante.

L'impermeabilizzazione del suolo¹⁴⁷, secondo l'Agenzia europea dell'ambiente, è uno dei maggiori processi di degrado del suolo, impatta anche negativamente sui servizi ecosistemici. Qualche riga fa si è accennato al declino della biodiversità, non si faceva riferimento solamente a quella di superficie ma anche a quella del sottosuolo; secondo alcune stime fatte di tutte le specie esistenti sul pianeta, circa un quarto vive nel sottosuolo; per tale motivo Darwin¹⁴⁸ scrisse diverse pagine sui lombrichi. Le città sono spesso sorte vicino a zone fertili, quindi unendo l'occupazione del suolo per edificare e l'impermeabilizzazione si è creato un impatto negativo sulla sicurezza alimentare. Ne hanno risentito tutti i diversi cicli globali come quello del carbonio. La nascita delle città ha portato ad una ridotta quantità di acqua che penetra nel sottosuolo; tale capacità dipende anche dal tipo di terreno e dalla capacità dello stesso di trattenere acqua, quindi ha portato a maggior dispersione di risorsa all'interno delle reti fognarie, maggior ruscellamento, scarsa o assente ricarica delle falde con l'incremento delle possibilità di fare progredire il cuneo salino nell'entroterra compromettendo le polle.

urban trees in metropolises worldwide, Scientific Reports 7, 2017, <https://www.nature.com/articles/s41598-017-14831-w>

¹⁴⁷ Commissione Europea, Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, 2012, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalcemento/wp-content/uploads/ENV-12-009_MEP_IT_final_LR-pdf.pdf#%5B%7B%22num%22%3A426%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22Fit%22%7D%5D

¹⁴⁸ Darwin C., 1881, The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits, John Murray, London
Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

Riducendo o eradicando¹⁴⁹ gli esemplari arborei, arbustivi o annuali porta inevitabilmente alla riduzione di coloro che visitano o risiedono in città; impollinatori, insetti, uccelli, mammiferi ne risentono.

Impatti sociali

Come ultimo problema, ma non per importanza, si trovano i disagi sociali rappresentati da stress, salute mentale e fisica, condizioni igienico-sanitarie, disuguaglianze, qualità delle abitazioni, disoccupazione, criminalità.

A seconda della dimensione dell'inquinante, delle particelle, si avrà una maggiore o minore capacità di penetrare nel corpo, per questo motivo le dimensioni portano a suddividere in tre categorie le particelle in: *frazione inalabile*, ogni particella capace di entrare attraverso bocca e narici; *toracica*, tutte le particelle capaci di insinuarsi nella laringe fino alla regione tracheo-bronchiale; *respirabile*, le restanti particelle capaci di accedere alla regione alveolare; esiste anche una parte ancora più fine, per questo nominata *ultrafine*, che è capace di superare la barriera alveolare portandosi nel circolo sanguigno. Le diverse frazioni portano ad altrettanti effetti¹⁵⁰, comunque, più saranno abili nel raggiungere la profondità dell'organismo e maggiore sarà la loro tossicità con effetti acuti e cronici.

Di seguito una mappa¹⁵¹ (Fig.1) che mostra la qualità dell'aria in Europa ed in Italia (Fig.2) ed una tabella (Tab.1) che mostra il significato dei diversi colori.

¹⁴⁹ Santillo L., Perché la biodiversità è importante anche in città?, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/perche-la-biodiversita-e-importante-anche-in-citta/>

¹⁵⁰ Xearpro, 2018, Aerosol, Inquinante Atmosferico, <https://xearpro.it/aerosol/aerosol-inquinante-atmosferico/>

¹⁵¹ European Air Quality Index, <https://airindex.eea.europa.eu/AQI/index.html#>

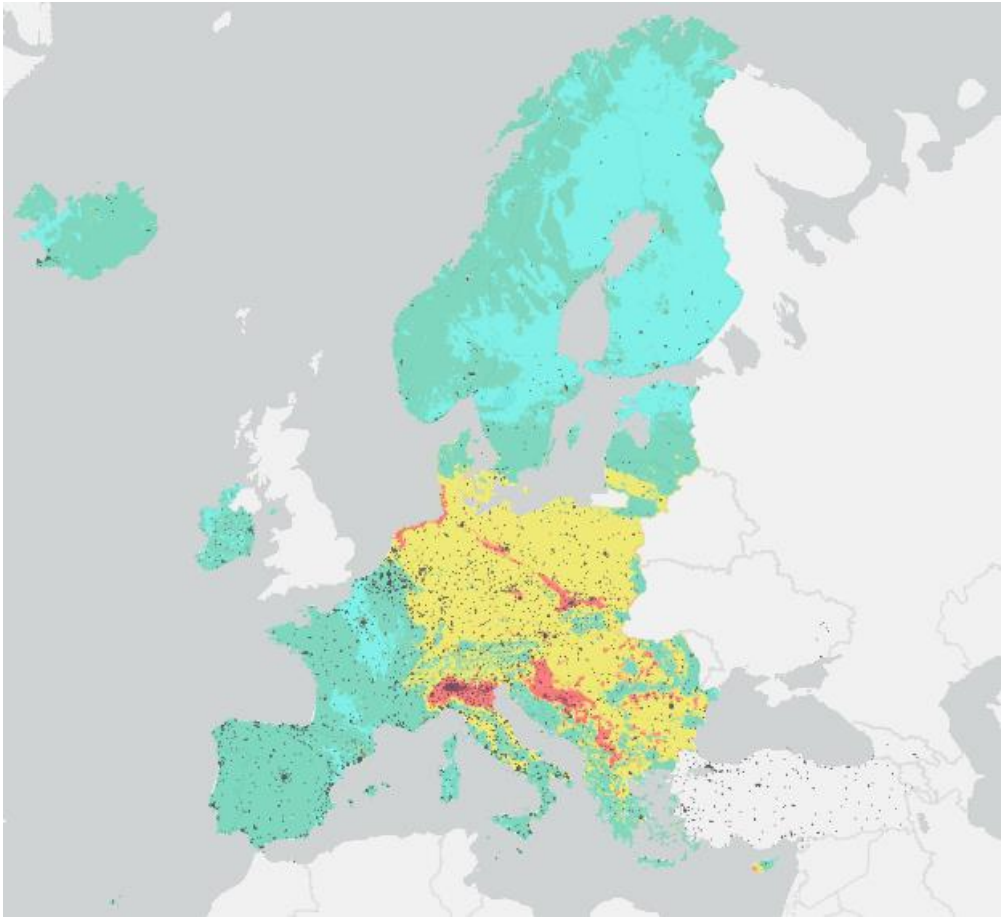


Figura 1 Mappa della qualità dell'aria in Europa

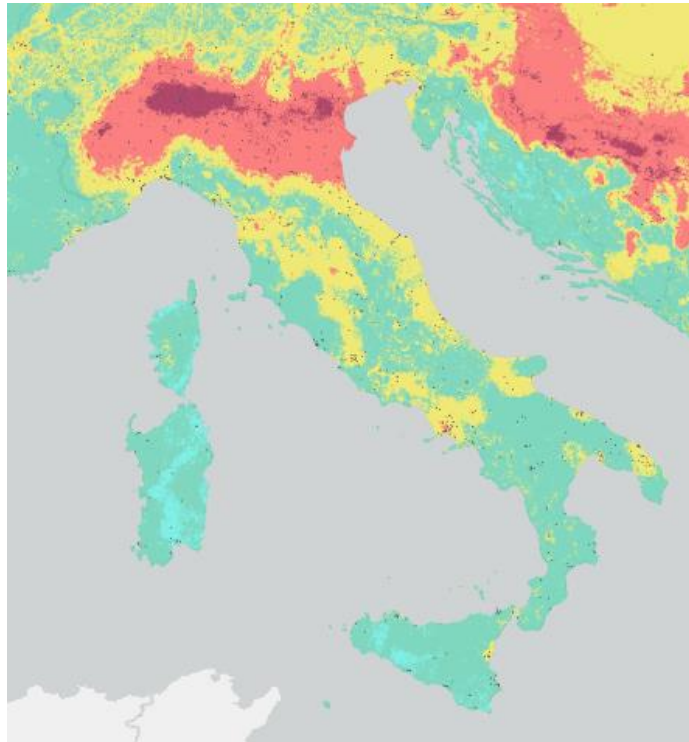


Figura 2 Mappa della qualità dell'aria in Italia

Inquinante	Qualità (basata sulle concentrazioni degli inquinanti in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Buona	Discreta	Moderata	Scarsa	Molto scarsa	Pessima
Particelle inferiori a $2.5 \mu\text{g}$ ($\text{PM}_{2.5}$)	0-5	6-15	16-50	51-90	91-140	>140
Particelle inferiori a $2.5 \mu\text{g}$ ($\text{PM}_{2.5}$)	0-15	16-45	46-120	121-195	196-270	>270
Ozono O_3	0-60	61-100	101-120	121-160	161-180	>180
Diossido di azoto NO_2	0-10	11-25	26-60	61-100	101-150	>150
Diossido di zolfo SO_2	0-20	21-40	41-125	126-190	191-275	>275

Tabella 1 inquinanti

Ogni inquinante ha un effetto diverso sulla salute, di seguito ne verranno presentati alcuni. Gli ossidi di zolfo sono facilmente assorbiti dalle mucose delle vie aeree superiori a causa dell'elevata solubilità; possono portare, tra i diversi effetti acuti, ad un aumento della resistenza al passaggio dell'aria per l'inturgidimento delle mucose delle vie aeree, tra quelli a lungo termine, l'alterazione delle funzionalità polmonari.

Gli ossidi di azoto portano a gravi danni alle membrane cellulari in seguito all'ossidazione di proteine e lipidi, NO_2 risulta essere circa quattro volte più tossico di NO .

Il monossido di carbonio raggiunge senza difficoltà gli alveoli polmonari, accede al circolo sanguigno nel quale si lega all'emoglobina portando alla carbossiemoglobina altamente più stabile rispetto all'emoglobina combinata con l'ossigeno riducendo così la possibilità di ossigenare i tessuti.

L'ozono ossigena i gruppi sulfidrilici all'interno di enzimi, coenzimi, proteine e acidi grassi insaturi danneggiando così alcune membrane degli organelli cellulari, gli effetti macroscopici interessano la funzionalità dell'apparato respiratorio.

Il particolato atmosferico a seconda della taglia granulometrica può provocare irritazione locale fino ad aggravare le condizioni cliniche persistenti.

Il benzene affligge il sistema nervoso centrale portando ad un'inflammatione acuta in funzione della concentrazione alla quale un soggetto viene esposto con esiti possibilmente fatali.

Gli idrocarburi policiclici aromatici¹⁵² vengono associati alle particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2 micrometri, penetrano nei tessuti provocando diversi gradi d'inflammatione.

Secondo quanto riportato dall'Unione Europea¹⁵³, più del 70% dei cittadini vive all'interno di un'area urbana con conseguenti rischi elevati per la salute; nel tempo si osserva una lenta decrescita di $PM_{2.5}$, NO_2 , BaP mentre in lieve crescita l'ozono per questo motivo si sta impegnando ad invertire la tendenza attraverso lo *Zero Pollution Action Plan*¹⁵⁴.

L'inquinamento luminoso, come riportato in precedenza, provoca su di noi diversi disturbi; porta all'alterazione dei ritmi circadiani, è alterata la produzione dell'ormone melatonina che viene rilasciato in condizioni di oscurità e inibito con la presenza di luce, questo porta alla deprivazione del sonno, fatica, stress, ansia, insieme ad altri problemi per la salute fino, secondo alcuni studi, allo sviluppo di cancro. La luce

¹⁵² Arpa Veneto, Inquinanti Atmosferici, <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/approfondimenti/inquinanti-atmosferici>

¹⁵³ European Environment Agency, Exceedance of air quality standards in Europe, 2025, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/exceedance-of-air-quality-standards>

¹⁵⁴ Commissione europea, Zero Pollution Action Plan, https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en

blu¹⁵⁵ in particolare è tra le lunghezze d'onda più dannose per l'uomo, la si può trovare nelle luci a led e negli schermi dei dispositivi digitali.

Secondo una review del 2014 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità¹⁵⁶, serve un impegno politico per potere fare progressi all'interno delle diverse regioni europee da quelle con reddito elevato a quelle con reddito modesto adottando specifiche azioni; nonostante questo bisogna ricordare che le differenze esistono anche all'interno degli stati stessi. Il documento, per descrivere le differenze evitabili si avvale dell'espressione disuguaglianze sanitarie, *health inequities*. La priorità maggiore per gli stati deve essere assicurare un buon inizio per la vita dei bambini anche se sottolinea le altre necessità derivanti da altre fasce d'età siano altrettanto importanti per la qualità della vita. Le azioni da compiere per raggiungere una maggior equità nella salute della società sono quelle che puntano a creare o a riorganizzare la coesione sociale promuovendo la mutua responsabilità. Il contesto al di fuori di uno stato può influenzare la realtà al suo interno; l'equità tra le generazioni deve essere un fattore trainante per la politica ambientale. Al fine di raggiungere un nuovo livello per il sistema sanitario è necessaria maggior coerenza nelle azioni all'interno dei diversi settori, politica, investimenti e servizi, portatori di interesse, pubblico, privato e volontario, ad ogni livello di governo, transitorio, nazionale, regionale e locale. Inoltre l'accesso universale alle cure mediche è una priorità e deve essere sia difeso sia progressivamente esteso. Le azioni sulle prevenzioni delle malattie devono includere le cause immediate delle iniquità all'interno e tra paesi quindi le strategie efficaci devono andare oltre il fornire informazioni e includere tassazione e

¹⁵⁵ National Geographic, Light Pollution, <https://education.nationalgeographic.org/resource/light-pollution/>

¹⁵⁶ WHO - World Health Organization, UCL Institute of Health Equity, 2014, Review of social determinants and the health divide in the WHO European Region: executive summary

regolamentazione. Le iniquità emergono dalle condizioni nelle quali le persone sono nate, cresciute, vivono, lavorano, invecchiano, dalle possibilità, dal denaro e dalle risorse. Nel rapporto emergono nuovi temi divenuti rilevanti: i diritti umani, la costruzione della resilienza individuale e della comunità, l'emancipazione, gli aspetti sociali, la tutela delle generazioni future. Investire nello sviluppo infantile, nelle politiche del mercato di lavoro attive, nella protezione sociale, negli alloggi, nella mitigazione del cambiamento climatico porta alla protezione dei cittadini dagli effetti avversi della crisi economica e getta le basi per un futuro più salubre. È necessario rafforzare le politiche di assunzione affinché siano vicine alle famiglie perché risulta essere importante per combinare il lavoro alle responsabilità genitoriali; seguendo questa linea risulta essere importante per favorire l'avvicinamento ad aree di condivisione in spazi verdi pensati anche per le famiglie. Per esempio un bambino che parte da una base positiva, cioè caratterizzata da una madre in grado di fare scelte riproduttive, sana durante la gestazione, un neonato con un peso salutare, relazioni positive durante l'infanzia, accesso a cure di alta qualità, educazione precoce, un ambiente stimolante che permette accesso sicuro al gioco all'aperto, probabilmente avrà successo a scuola, raggiungerà un lavoro ben pagato e godrà di una migliore salute fisica e mentale da adulto. Dato che, secondo il documento, le persone più anziane possono sperimentare discriminazione e isolamento sociale a causa della loro età tale evidenza può indicare un potente predittore della mortalità; è importante creare degli spazi di condivisione nei quali le persone possano interagire in luoghi aperti con la vegetazione, per diverso livello qualitativo, emotivo, di stress provato.

Dato che le comunità sono influenzate e definite dalle interazioni che intercorrono tra gli ambienti sociale, naturale e antropico, le fasce più fragili della popolazione vivono

in una realtà più difficile, di minore qualità, emerge la necessità di cercare di offrire a tutti i cittadini le stesse possibilità per garantire un elevato standard ambientale, della salute fisica e mentale. Coloro che vivono in zone di maggior deprivazione sono più soggetti a maggiori disturbi quali: fumo di tabacco, contaminazioni biologiche e chimiche, siti con rifiuti pericolosi, inquinamento dell'aria, alluvioni, scarsa igiene e disponibilità di acqua, traffico stradale, rumore, abitazioni di scarsa qualità, crimine, scarso accesso ad aree verdi e trasporto inadeguato.

I determinanti sociali¹⁵⁷ della salute sono tutti quei fattori che influenzano lo stato di salute di un individuo. Interessano i comportamenti sociali e gli stili di vita, fattori sociali di vantaggio o svantaggio, condizioni di vita e di lavoro, l'accesso ai servizi sanitari; condizioni socio-economiche, culturali e ambientali, fattori genetici. Bisogna supportare i cittadini poiché vi è un importante gradiente sociale che espone le fasce più povere, precarie con maggiori difficoltà su diversi fronti perché maggiormente esposte a problemi che interessano la qualità della loro vita, la salute, l'ambiente nel quale vivono, le possibilità lavorative, le modalità con le quali si muovono, il cibo, le dipendenze che possono sviluppare per alcol, fumo e droghe, l'esclusione sociale stessa e il sostegno sociale.

Secondo le statistiche dell'Organizzazione mondiale della sanità¹⁵⁸, considerando solamente la mortalità attribuita a fattori di rischio ambientale, nel 2019 ci sono state

¹⁵⁷ Wilkinson R., Marmot M., I determinanti sociali della salute i fatti concreti (II edizione - 2003) edizioni provincia autonoma di Trento Assessorato alle politiche per la salute, 2006, Trento, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/326568/9789289013710-ita.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
Belladonna F., Binda M., ASviS - Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile, Salute globale e determinanti sociali, ambientali, economici, 2022, <https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/QuadernoASVISGoal3.pdf>

¹⁵⁸ World health statistics 2025: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. Geneva: World Health Organization; 2025. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics>

6.7 milioni di morti attribuite all'inquinamento al chiuso e all'aperto dovuto al particolato; coloro che vivono soprattutto all'interno di paesi a basso e medio reddito portano il peso di un severo inquinamento atmosferico all'esterno. I maggiori rischi per la salute dovuti all'inquinamento atmosferico derivano dal tratto respiratorio nonostante questo gli effetti si estendono oltre tale apparato.

Le temperature cittadine¹⁵⁹ possono essere un problema specialmente durante la stagione calda nella quale chi non può usufruire di un proprio sistema di condizionamento deve rifugiarsi in strutture collettive come i centri commerciali; questo è solo un esempio di povertà energetica. Il calore eccessivo incide anche sul tasso di mortalità a causa di frequenza e durata.

La mitigazione come possibile soluzione

La mitigazione è una possibile risposta alle problematiche precedentemente presentate, negli ultimi anni ha interessato diversi progetti ed iniziative. Non esiste una sola soluzione ad un preciso problema ma ne esistono diverse che possono collaborare in sinergia per giungere ad una soluzione per una o più problematiche.

¹⁵⁹ Gentile A., Quanto è diventata calda la città, in «Le Scienze», 640, 2021, p. 22
Spano D., Mereu V., Che clima farà in città, in «Le Scienze», 639, 2021, p. 50 - 65
Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia". DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI_DEL_RISCHIO, https://files.cmcc.it/200916_REPORT_CMCC_RISCHIO_Clima_in_Italia.pdf

Lo sviluppo della questione urbana

Come afferma McHarg¹⁶⁰ l'urbanizzazione dovrebbe sia lasciare i terreni indenni dai processi che li danneggiano sia svilupparsi dove non ci sono pericoli quali sedimenti non consolidati, piane alluvionali, zone soggette a smottamenti ma anche dove i processi naturali non vengano danneggiati. L'urbanizzazione influisce sulla velocità di deflusso superficiale, erosione, sedimentazione causando torbidità dell'acqua, diminuzione degli organismi acquatici, riduzione della naturale purificazione dell'acqua. Questi effetti a loro volta richiederanno spese per dragare i canali, trattare l'acqua, fare fronte a inondazioni e siccità. Per questo motivo, al fine di mitigare gli effetti¹⁶¹ dello sprawl urbano, è necessario seguire un approccio integrato a tutti i livelli del policy-making dall'identificazione del problema che deve essere risolto attraverso interventi politici, policy design, fino ad implementazione e valutazione.

Lo sprawl urbano può essere contrastato¹⁶² attraverso politiche di pianificazione locale che possono supportare la crescita in modo più ecologico e sostenibile, concentrare la stessa all'interno di aree stabilite, bloccando l'espansione incontrollata verso le aree rurali, aiutare e proteggere le risorse naturali. Per questa attitudine viene usato il termine *crescita intelligente*, smart growth, e talvolta *nuovo urbanismo*, new urbanism. I decisori locali possono adottare diverse prescrizioni sullo sviluppo del territorio; normative di suddivisione; disposizione di aree di zonazione. È possibile limitare le autorizzazioni di edifici e confinare la crescita urbana; proporre incentivi; distretti di tassazione speciale; raggruppamenti di abitazioni; bonus sulla densità di

¹⁶⁰ L. McHarg I., 1989, Progettare con la natura, Franco Muzzio Editore, Padova

¹⁶¹ OECD (2018), Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities, OCED Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264189881-en>

¹⁶² Brody S., The Characteristics Causes and Consequences of Sprawling Development Patterns in the United States. How do development patterns impact our ecological systems and the livability of our local communities?, Nature, 2013, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/the-characteristics-causes-and-consequences-of-sprawling-103014747/>

sviluppo; trasferire i diritti di sviluppo nelle aree urbane; adottare investimenti pubblici mirati; programmare il capitale; infine, introdurre un graduale sviluppo ed aree di servizio urbane. In un quadro più ampio, possono essere sfruttate tecniche di acquisizione del terreno che contemplano le acquisizioni semplici, è inoltre possibile impedire ai governi locali di acquisire e proteggere aree ecologicamente problematiche. Per assicurare una maggiore comprensione di quanto svolto dalle amministrazioni, possono essere introdotti programmi di sensibilizzazione ed educativi per spiegare gli effetti dello sviluppo incontrollato della città. Come risultato di queste misure si ottengono acqua ed aria più pulite, protezione dei sistemi naturali, costi inferiori per le infrastrutture, migliore qualità della vita.

La resilienza è fondamentale per le città; in ambito biologico è definita¹⁶³ come *«la capacità di adattarsi e rispondere ad un fenomeno di stress o a effetti traumatici»*, per le città invece vale quanto detto prima ma ci si concentra nello specifico sui cambiamenti climatici, sulle crisi economiche e sociali, sui disastri naturali. Un alleato per la resilienza urbana è la rigenerazione urbana sia come mezzo sia come obiettivo per cambiare le città. Già a partire dalla seconda metà del XX secolo la città muta il proprio ruolo diventando il cardine per applicare i principi della sostenibilità e in questo modo iniziano a sorgere gli ecoquartieri progettati a partire dal recupero di aree periferiche, derivanti dalla riprogettazione e dalla rianimazione di parti del tessuto urbano. I punti fondamentali per questi nuovi quartieri sono la mobilità dolce, i trasporti pubblici o elettrici, l'implementazione delle aree verdi rappresentate ad esempio da parchi, giardini, orti urbani che nel loro

¹⁶³ Vozzola M., 2025, Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno, FORME DEL DISEGNO Franco Angeli s.r.l, Milano

insieme contribuiscono a migliorare e favorire la socializzazione, la coesione e l'inclusività, la biodiversità locale, una gestione migliore delle risorse naturali.

Come afferma Vozzola¹⁶⁴, *«l'ambiente urbano deve essere indagato non solo come luogo che rappresenta elementi geometrici ed estetici, ma anche come "contenitore" che racchiude elementi "incommensurabili" e "immateriali" che ne modellano il comportamento»* proprio per questo motivo, continua dicendo che *«occorre prestare attenzione non solo all'ambiente fisico, ma anche agli individui che lo abitano e alla comunità all'interno della quale risiedono, vivendo attivamente i luoghi indagati»*.

Gli indici che possono essere analizzati per lo spazio architettonico e le aree verdi al fine di ricavare una migliore lettura del tessuto urbano, programmare i progetti di rigenerazione inerenti l'ambiente fisico, costituito dal tessuto urbano costruito e dalla rete stradale, sono visivo-percettivo e comprendono le valutazioni della densità spaziale percepita sia per la parte urbanistico-architettonica sia per quella umano-sociale oltre a utilizzo, contesto e soddisfazione personale; il benessere ambientale riferito alla minima condizione di benessere percepita dall'individuo in un ambiente urbano.

Come definito dal MATTM¹⁶⁵, il verde urbano è *«l'insieme delle componenti biologiche che concorrono a determinare l'impronta funzionale e paesaggistica di un certo abitato in equilibrio ecologico col territorio. Permette di riqualificare i quartieri trasformandoli in aree più vivibili e salubri migliorando la qualità dell'aria, contrastando l'isola di calore»*.

¹⁶⁴ Ibid.

¹⁶⁵ Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile, Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, MATTM, 2017, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/linee_guida_finale_25_maggio_17.pdf

Benefici attesi dall'utilizzo del verde urbano per la gestione del fenomeno dell'isola di calore
Abbassamento delle temperature durante le diverse ore del giorno e della notte durante la stagione estiva dalla scala urbana fino a quella di edificio
Risparmio energetico per mancato utilizzo degli impianti di climatizzazione
Diminuzione del rischio di malessere dovuto alle ondate di calore estivo
Benefici attesi dall'incremento di aree verdi a scala urbana
Mitigazione dell'inquinamento acustico
Miglioramento della qualità dell'acqua
Miglioramento della qualità dell'aria (rimozione di inquinanti e polveri sottili dall'atmosfera)
Miglioramento della biodiversità urbana
Aumento del valore estetico e del senso di benessere
Diminuzione dell'inquinamento elettromagnetico
Benefici attesi dall'incremento di aree verdi a scala dell'edificio
Riduzione locale dell'inquinamento acustico
Protezione e prolungamento della vita utile della guaina impermeabile del tetto
Aumento dell'efficienza prestazionale degli impianti fotovoltaici
Benefici sociali legati all'incremento del verde urbano
Riduzione del rischio di incendi e relativi danni
Diminuzione del rischio di malattie respiratorie
Diminuzione del rischio di malessere dovuto alle ondate di calore estivo
Opportunità di didattica ambientale
Opportunità per orti urbani
Creazione di spazi di socialità

Tabella 2 Benefici legati all'aumento del verde urbano, tratta da Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO Strategie e politiche, 2023, Il Mulino

Il ruolo degli spazi verdi nelle città¹⁶⁶ è regolato dalla Legge numero 10 del 2013 che cura lo sviluppo degli spazi verdi urbani, fondamentali all'interno del tessuto cittadino (Tab.2) per le componenti ambientale, sociale e culturale. Il Patto di Amsterdam propone diverse azioni per la tutela del verde, come *Greening cities* che si focalizza sulle infrastrutture verdi e blu con l'obiettivo di creare forti legami con gli altri settori chiave delle politiche ambientali quali la mobilità sostenibile, la gestione della risorsa idrica, la tutela della biodiversità, il contrasto al cambiamento climatico, l'agricoltura urbana. Per aumentare la presenza di alberi nelle città, la Commissione Europea ha

¹⁶⁶ Gruppo di Lavoro sul Goal 11 ASviS Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, Chiesura A., Gallamni C., Brini S., Vitali W, Cellai C., Della Valle R., Gallo T., Croci E., Fabris A., Filippeschi M., Galipç M., Gazzarri M., Giarè F., Mazzocchi G., Gualtieri T., Mazzocchi S., Petralli M., Polin V., Tersigni E., Le infrastrutture verdi nelle città a dieci anni dalla legge sugli spazi urbani, Position Paper 2023
<https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/PositionPaper/2023/PositionpaperASviSInfrastruttureVerdiDEF.pdf>

creato una piattaforma per l'inverdimento urbano¹⁶⁷ al fine di supportare le città nelle politiche volte al ripristino della biodiversità urbana.

Ci sono diverse leggi che tutelano il verde e lo incentivano sia a livello nazionale sia a quello regionale; per esempio: la Legge 113/1992¹⁶⁸ che prevede un albero per ogni nuovo nato nel territorio di comuni con più di 15000 abitanti; la Legge 10/2013¹⁶⁹ si occupa delle norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani, sancisce che lo sviluppo urbano debba avvenire rispettando i principi del protocollo di Kyoto; la Legge della Regione Emilia-Romagna¹⁷⁰ 24/2017¹⁷¹ è la nuova legge urbanistica che considera gli impatti del cambiamento climatico e delle infrastrutture verdi nel *Piano Urbanistico Generale*, PUG, secondo i seguenti obiettivi: contenere il consumo di suolo, favorire la rigenerazione urbana dei territori urbanizzati, tutelare e valorizzare il territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche favorevoli al benessere umano e alla conservazione della biodiversità.

L'Italia ha approvato la *Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030*¹⁷² seguendo gli obiettivi europei. La proposta di Regolamento per il ripristino della natura, *Nature restoration law*, contiene all'interno dell'articolo 6 il ripristino degli ecosistemi urbani attraverso diversi obiettivi:

- 1) nel 2030 non deve essere registrata alcuna perdita netta di spazi verdi urbani e di copertura arborea urbana rispetto al 2021
- 2) entro il 2040 la superficie nazionale degli spazi verdi urbani deve essere aumentata almeno del 3% della superficie totale dell'insediamento urbano, nello specifico per il 2050 almeno del 5%

¹⁶⁷ Commissione Europea, Urban Nature Platform, https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/urban-nature-platform_en

¹⁶⁸ Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

¹⁶⁹ Ibid.

¹⁷⁰ Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna, Legge Regionale 21 dicembre 2017, n. 24, <https://demetra.regione.emilia-romagna.it/al/articolo?urn=er:assemblealegislativa:legge:2017:24>

¹⁷¹ Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

¹⁷² MASE Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica, Strategia Nazionale Biodiversità 2030, https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/2_snb_2030_marzo_23-pdf

- 3) deve essere garantito almeno il 10% di copertura arborea urbana entro il 2050 all'interno dell'assemblamento urbano; deve esserci un guadagno netto di spazi verdi urbani integrati negli edifici sia nelle infrastrutture esistenti sia in quelle nuove.

Per favorire il cambiamento nella percentuale di verde presente nelle città

- ☘ è possibile attivare una campagna nazionale di educazione e sensibilizzazione pubblica sul valore della natura nelle città
- ☘ fornire un carattere d'obbligatorietà e cogenza ai Piani comunali del verde urbano, approvando una norma di legge per il conseguimento dell'obiettivo di azzeramento del consumo netto di suolo
- ☘ sfruttare le aree di proprietà pubblica, locale e nazionale, per incrementare le infrastrutture verdi nelle città
- ☘ definire modelli di governance multilivello e meccanismi innovativi per la pianificazione e la gestione delle aree verdi urbane ed extraurbane
- ☘ rafforzare il monitoraggio del verde urbano

I servizi ecosistemici¹⁷³ forniti dalle infrastrutture verdi sono molteplici, quali filtrazione dell'aria; regolazione del microclima; riduzione del rumore; drenaggio dello scorrimento superficiale dell'acqua piovana; trattamento di rifiuti, benessere culturale, ricreativo e sportivo. I benefici non si limitano solamente all'ambiente¹⁷⁴, anche la salute umana ne risente positivamente, da loro le nostre società dipendono. Si hanno diverse relazioni tra i servizi ecosistemici sia sinergici, come protezione del terreno e

¹⁷³ Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia, Fano E. A., Pusceddu A., Mazzola A., Calizza E., Corno G., Finzio A., Migliore L., Penna A., Rutigliano F. A., Vizzini S., 2021, Scienza e società L'Ecologia è il ponte per il futuro

¹⁷⁴ Giacomello E., Filesi L., Scarpa M., Perrucci G., 2023, Le NbS-Nature-based Solutions per l'architettura e la città L'approccio prestazionale alle tecnologie vegetate Atti della conferenza Franco Angeli s.r.l., Milano

sequestro di carbonio, sia antagonistici, come la raccolta del legname e la ricarica degli acquiferi. Al fine di garantire il miglior livello qualitativo per l'ambiente ed i servizi ecosistemici in città è possibile avvalersi¹⁷⁵ di metodi sia basati sui prezzi di mercato che includono il diretto uso degli stessi, misurazioni delle connessioni tra servizi ecosistemici e produttività in termini di rese, dei prezzi edonici, sui costi di trasporto sia quelli che non interessano il mercato riguardanti quindi la stima dei costi che evitano impatti deleteri come l'erosione del suolo, per il rimpiazzo delle funzioni naturali perse dei servizi ecosistemici con input artificiali, per suscitare informazioni sui valori chiedendo alle persone quanto siano disposte a pagare per i servizi.

Tra cesio e smeraldo

Il termine *infrastruttura verde*¹⁷⁶ rappresenta la rete interconnessa di tutti i tipi di verde «che supportano le specie native, mantengono i naturali processi ecologici, sostengono l'aria e le risorse d'acqua e contribuiscono alla salute e alla qualità della vita»¹⁷⁷; tale termine è sorto in America nel 1990 dalla consapevolezza dello sprawl; il nuovo approccio doveva influenzare la programmazione spaziale identificando terra di pregio ecologico ed aree adatte allo sviluppo. L'infrastruttura verde è composta da centri, ovvero aree centrali ad alto valore di biodiversità, come i siti Natura 2000 e quelle non protette con molte funzioni ecosistemiche, corridoi e pietre di passaggio, letteralmente *stepping-stones* rappresentate da elementi naturali come piccoli rii, stagni, siepi, strisce boschive; habitat rigenerati al fine di riconnettere o aumentare le aree naturali esistenti; strutture artificiali come ponti ecologici, passaggi per pesci,

¹⁷⁵ Nunes P. A. L. D., Kumar P., Dedeurwaerdere T., 2014, Handbook on the Economics of Ecosystem Services and Biodiversity, Edward Elgar, Cheltenham, UK - Northampton, MA, USA

¹⁷⁶ Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, Nature-based solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open

¹⁷⁷ Benedict e McMahon 2006:81

tetti verdi per rafforzare i servizi ecosistemici o per supportarli; zone tampone, dette *buffer*, per incrementare la qualità ecologica generale e la permeabilità al passaggio della biodiversità come nel caso dell'agricoltura gentile verso le specie selvatiche. Infine zone multifunzionali caratterizzate da usi compatibili del suolo che supportano l'uso multiplo della terra all'interno della stessa area spaziale ad esempio produzione alimentare ed area ricreativa.

Oggi la strada¹⁷⁸ viene vista come spazio pubblico da restituire agli utenti oppure da destinare ad altre funzioni come sociali ed ambientali; la road ecology¹⁷⁹ studia i margini stradali dal punto di vista ecologico poiché possono avere una grande varietà floristica se sono assenti erbicidi, fertilizzanti e altri agenti chimici; dare spazio a tale disciplina porta anche all'incremento nella biodiversità degli insetti. Le strade in trincea sono caratterizzate da diversi affacci che corrispondono a diversi comportamenti vegetazionali, abbondanza di pollini e specie attratte dai frutti che a loro volta portano ad una grande disseminazione delle specie vegetali.

L'obiettivo delle nuove infrastrutture¹⁸⁰ è quello di dialogare con il paesaggio. A seconda di dove viene costruita una strada, bisogna adottare diverse attenzioni prioritarie nel processo progettuale per poter minimizzare l'impatto sulla biosfera. Le piante inserite all'interno dei terrapieni centrali delle strade evitano che i conducenti vengano abbagliati sia dalle sorgenti luminose interne alla strada sia da quelle esterne; riducono gli effetti del vento laterale poiché nei percorsi rettilinei acquista

¹⁷⁸ Vozzola M., 2025, Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno, FORME DEL DISEGNO Franco Angeli s.r.l, Milano

¹⁷⁹ Cillis M., Ventura P., 2021, Tracciati storici e città in estensione Temi di paesaggio, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN)

¹⁸⁰ Bellelli L., Bretzel F., Cattaneo E., D'Ambrogi S., Franchi G., Gibelli G., Invernizzi B., Minelli M., Morelli E., Passi M., Pirola L., Santolini R., Sartori M., ISPRA, CATAP, L'inserimento paesaggistico delle infrastrutture stradali: strumenti metodologici e buone pratiche di progetto, Manuali e linee guida, 2010, 65.5/2010, <https://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.5-paesaggio.pdf>

maggior velocità e forza, ecco il motivo per il quale sono state ideate anche delle turbine per convertire tale irruenza in corrente elettrica¹⁸¹. La presenza di diverse tipologie di verde lungo un tracciato stradale aiuta anche a percepire il tracciato, garantisce la diversificazione della visione laterale, maggior controllo della velocità da parte dell'automobilista, miglior controllo dei fenomeni franosi delle scarpate e dell'erosione superficiale, infine maggior visibilità della cartellonistica stradale se alle spalle dei cartelli stessi vengono poste delle quinte vegetali. Quanto viene piantumato ai lati della strada deve contribuire alla chiara distinzione della strada dal resto del territorio sia durante le ore diurne sia durante quelle notturne.

Prima di poter procedere nella dissertazione è preferibile ricordare che le soluzioni in seguito proposte non ricadono solamente nell'infrastruttura verde o in quella blu ma sono degli ibridi tra le due realtà. L'infrastruttura verde urbana¹⁸² è una rete multifunzionale che svolge funzioni ecologiche, paesaggistiche, storico-culturali, pubbliche e di connessione dei diversi spazi urbani. Ha inoltre il compito di generare un ombreggiamento efficace per tale motivo deve assicurare un livello di contiguità delle ombre.

La vegetazione può fungere da barriera fisica¹⁸³ che impedisce la penetrazione degli inquinanti in aree specifiche. Come riportato da diversi studi¹⁸⁴, le piante possono assorbire l'ozono troposferico attraverso le aperture stomatiche, processi di

¹⁸¹ Futoora, La turbina che trasforma il traffico in energia, <https://www.futoora.it/la-turbina-che-trasforma-il-traffico-in-energia>

¹⁸² Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

¹⁸³ Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, Nature-based solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open

¹⁸⁴ Società Italiana di Ecologia, Scienza e società L'Ecologia per un futuro migliore, Secondo Volume 2023

Manes et al., 2012b, Fusaro et al., 2018

deposizione sulle superfici anche ricoperte da tricomi e cere epicuticolari. Per contrastare gli inquinanti aerodispersi¹⁸⁵, è possibile affidarsi agli esemplari arborei di grandi dimensioni che allo stesso tempo forniscono habitat, cibo e protezione per piante ed animali contribuendo attivamente alla biodiversità urbana. Regolano il flusso idrico e ne migliorano la qualità; posizionati in modo opportuno attorno alle strutture possono contribuire a ridurre i costi per il riscaldamento e per il raffrescamento migliorando anche le temperature circostanti.

Le città, come le strade sono luoghi altamente impermeabili all'interno dei quali solamente piccole aree, quali giardini, aiuole, bordure stradali, alcune tipologie di parcheggi permettono all'acqua di raggiungere il sottosuolo.

Quali buone pratiche possono essere adottate per contrastare tale realtà? Diverse¹⁸⁶.

- 1) Limitare l'occupazione del suolo; migliorare la tutela del suolo a livello nazionale attraverso un grado di protezione differenziato a seconda della funzionalità; creare incentivi per il riutilizzo dei terreni scoraggiando l'apertura di nuovi siti a meno che non esistano alternative ragionevoli alla conversione di terreni nuovi; evidenziare il potenziale dei siti dismessi. Evitare inutili danni ai suoli non direttamente interessati dall'attività edilizia come nel caso di quelli adibiti a giardino o verde pubblico; avvalersi di misure di coltivazione che possono combattere o eliminare gli effetti di compattamento e saturazione d'acqua derivanti dal passaggio di macchinari pesanti. Riutilizzare il terreno rimosso evitando però di mescolare diverse tipologie di suolo durante le diverse fasi di lavoro.

¹⁸⁵ Cadinu M., 2021, Architetture vegetali. Le strade alberate di Cagliari: catalogo della mostra, Bernd Kamps Steinhäuser Verlag

¹⁸⁶ Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo
Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2012,
<https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalceamento/wp-content/uploads/ENV-12-009 MEP IT final LR-pdf.pdf>

- 2) Considerare la qualità del suolo nella pianificazione urbana. Agire sulla pianificazione territoriale e creare una guida alla pianificazione stessa che preveda di indirizzare le eventuali nuove costruzioni verso suoli di minore valore col fine di preservare le esistenti funzionalità; orientare lo sviluppo urbano verso terreni di bassa qualità secondo una mappa urbanistica. Usare materiali specifici e metodi di costruzione adatti per compensare la perdita di alcune funzioni del suolo. Recuperare i siti dismessi incoraggiando la costruzione o proponendo di ripensare quanto già esiste. È possibile sfruttare la gestione integrata di stabili adibiti ad uffici nelle città ma anche convertire in siti residenziali luoghi già predisposti per uffici
- 3) Proteggere i suoli agricoli e i paesaggi di valore
- 4) Prestare attenzione alle aree periurbane in quanto aree di transizione tra la città e l'esterno
- 5) Migliorare la qualità della vita nei grandi centri urbani attraverso programmi di riqualificazione urbana; in tal modo è possibile attrarre nuovi residenti e allo stesso tempo invertire la tendenza degli spostamenti dal centro verso la periferia. L'aver attratto nuovi utenti rende necessario implementare l'efficienza della rete pubblica di trasporto
- 6) Favorire uno scambio di informazioni tra comuni; permettere o consolidare la cooperazione delle autorità locali confinanti per lo sviluppo di aree commerciali, siano esse da realizzare o già esistenti condividendo la gestione, mantenendo il tasso di occupazione del terreno a livelli inferiori quando si ha concorrenza tra investitori
- 7) Considerare l'edilizia sociale come potenziale

- 8) Sfruttare sistemi di compensazione qualora le azioni di mitigazione non fossero sufficienti. Tale strategia non deve essere intesa come l'agire altrove, lontano dal problema, servono aree adatte per poterla applicare; esistono delle limitazioni dettate dal suolo e dal sito per le funzioni che si possono avere. La compensazione deve quindi essere interpretata come sostenere o recuperare la capacità globale dei suoli in una precisa area affinché svolgano la maggior parte, anche se sarebbe auspicabile puntare alla totalità, delle funzioni evitando gli impatti deleteri dell'impermeabilizzazione. Per compensare sia la perdita di suolo sia delle sue funzioni è possibile:
- a) riutilizzare il terreno arabile estratto nel momento in cui viene impermeabilizzata un'area per usarlo in un altro luogo
 - b) rimuovere la copertura impermeabilizzante per compensare quella non removibile in un'altra area
 - c) sfruttare lo *eco-account*, sistema tedesco che prevede lo scambio di eco-punti, si basa sul calcolo dei costi ecologici dei progetti edilizi che prevedono l'impermeabilizzazione e certificati di sviluppo; l'idea che guida questa tattica è l'internalizzazione dei costi ambientali per l'impermeabilizzazione del suolo
 - d) raccogliere una tassa sull'impermeabilizzazione del suolo al fine di proteggere il terreno oppure impiegare il ricavato per altri fini ambientali, ad esempio migliorare la biodiversità di habitat e paesaggi protetti
- 9) Cambiare la gestione delle risorse idriche attraverso l'impiego di sistemi di drenaggio sostenibili, SUDs, per gestire e trattare l'acqua di deflusso nel luogo di ricezione al fine di ridurre la pressione sui tradizionali sistemi di

collettamento. I sistemi di drenaggio sostenibile hanno lo scopo di simulare quanto avviene in quelli naturali; in questo modo i costi sono contenuti, caratterizzati da un basso impatto ambientale per il drenaggio, inoltre l'acqua viene depurata e immagazzinata prima del rilascio nell'ambiente. Sostenere il ciclo naturale dell'acqua invece di incanalarla direttamente verso il depuratore; creare bacini poco profondi per l'acqua piovana; favorire l'infiltrazione attraverso tubi, cassette, cisterne e scatole di ghiaia che fungono allo stesso tempo da deposito temporaneo

10) Mitigare gli effetti dell'impermeabilizzazione del suolo, sfruttando VIA e VAS

11) Svolgere attività di sensibilizzazione poiché manca la consapevolezza sull'impatto delle attività umane, per il ruolo del suolo all'interno dell'ecosistema, dell'economia, per gli impatti negativi su diverse scale temporali in relazione anche ai cambiamenti climatici. Diverse autorità pubbliche come la European Land and Soil Alliance, *ELSA*, e la European Network on Soil Awareness, *ENSA*, considerano diverse attività per coinvolgere le persone come: campagne di comunicazione riguardanti le funzioni del suolo, gli impatti delle aree d'insediamento, promuovere manifestazioni itineranti, fare conoscere le attività di agricoltura urbana, aumentare la visibilità dei sistemi di drenaggio per fare riflettere sulle funzioni di conservazione delle risorse idriche

12) Non esiste una sola soluzione poiché si hanno diverse circostanze che possono favorire oppure osteggiare l'aumento della permeabilità; nonostante questo l'idea guida dovrebbe essere identificare il punto nel quale potrebbe verificarsi un dato problema

I progetti fanno affidamento sulle NBS, *Nature Based Solutions*, per promuovere la tutela ambientale; contribuiscono¹⁸⁷ a mitigare le pressioni climalteranti riducendo il carbonio emesso in atmosfera attraverso sottrazioni e sostituzioni. Rendono disponibili elementi strutturali per il contenimento degli stress derivanti dalle alterazioni climatiche migliorando la resilienza del sistema e l'adattamento. Per progettare al meglio seguendo tali soluzioni è necessario considerare anche l'area urbana da un punto di vista strategico¹⁸⁸ prendendo in esame la morfologia urbana e le informazioni sulla popolazione. Per mitigare gli effetti negativi del cambiamento climatico bisogna porsi una serie di domande guida, quali, il luogo nel quale l'isola di calore urbano abbia l'impatto più importante; dove viva la parte di popolazione più vulnerabile; dove si abbia una scarsità di infrastrutture verdi e blu. L'infrastruttura verde e le nature based solutions come tetti verdi, giardini della pioggia e canalette vegetate contribuiscono a ridurre localmente alluvioni, perdite economiche e i diversi disagi durante gli eventi temporaleschi con periodi di ritorno medi o frequenti. Possono essere la strategia vincente per gestire il territorio¹⁸⁹. Esistono due tipologie di infrastrutture, verdi e blu, che occupano delle porzioni di territorio, dette *patch*, all'interno del tessuto urbano che preferibilmente dovrebbero essere in comunicazione. Le blu sono rappresentate da canali, fiumi, sponde marine o lacustri interne all'assetto urbano mentre quelle verdi sono costituite da boschi urbani, parchi, orti urbani, strade alberate e tetti verdi, aree protette come nel caso dei siti Natura

¹⁸⁷ Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile, Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, MATTM, 2017, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/linee_guida_finale_25_maggio_17.pdf

Giacomello E., Filesi L., Scarpa M., Perrucci G., 2023, Le NbS-Nature-based Solutions per l'architettura e la città L'approccio prestazionale alle tecnologie vegetate Atti della conferenza Franco Angeli s.r.l., Milano

¹⁸⁸ Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, Nature-based solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open

¹⁸⁹ Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia, Fano E. A., Pusceddu A., Mazzola A., Calizza E., Corno G., Finzio A., Migliore L., Penna A., Rutigliano F. A., Vizzini S., 2021, Scienza e società L'Ecologia è il ponte per il futuro

2000. La copertura del suolo con materiali impermeabili è un costo ambientale¹⁹⁰; le NBS possono ripristinare in parte i deflussi naturali al fine di rigenerare in modo efficiente l'area urbana. I sistemi di drenaggio sostenibile, *SUDS*, sono efficaci sia per i costi sia per i benefici sociali, ambientali ed economici inoltre aumentano la resilienza urbana.

Come prima azione¹⁹¹ è possibile ridisegnare gli spazi pubblici per la condivisione come nel caso di giardini e parchi che allo stesso tempo permettono continuità dei luoghi, maggior qualità degli aspetti visivi e percettivi dell'area.

La realizzazione¹⁹² di uno spazio dedicato a parco pubblico è fondamentale per la rigenerazione urbana del tessuto edilizio; l'arricchimento dello spazio deve essere inteso come luogo d'aggregazione, socializzazione ed inclusione per tutte le età ed estrazioni sociali. Altrettanto validi sono i giardini tascabili, *pocket parks*, una soluzione strategica per migliorare la qualità della vita nelle zone densamente urbanizzate che consistono in piccoli interventi di verde urbano all'interno di un tessuto edilizio consolidato; sono progettati col fine di sfruttare spazi residuali inutilizzati. Con questo intervento è possibile ridare vita ad aree abbandonate, catalizzando al loro interno i benefici del microclima, diventando un'attrazione sociale per gli utenti del vicinato. La scelta¹⁹³ delle specie vegetali deve essere dettata dalla

¹⁹⁰ Giacomello E., Filesi L., Scarpa M., Perrucci G., 2023, Le NbS-Nature-based Solutions per l'architettura e la città L'approccio prestazionale alle tecnologie vegetate Atti della conferenza Franco Angeli s.r.l., Milano

¹⁹¹ Bellelli L., Bretzel F., Cattaneo E., D'Ambrogi S., Franchi G., Gibelli G., Invernizzi B., Minelli M., Morelli E., Passi M., Pirola L., Santolini R., Sartori M., ISPRA, CATAP, L'inserimento paesaggistico delle infrastrutture stradali: strumenti metodologici e buone pratiche di progetto, Manuali e linee guida, 2010, 65.5/2010, <https://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.5-paesaggio.pdf>

¹⁹² Vozzola M., 2025, Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno, FORME DEL DISEGNO Franco Angeli s.r.l., Milano

¹⁹³ Bellelli L., Bretzel F., Cattaneo E., D'Ambrogi S., Franchi G., Gibelli G., Invernizzi B., Minelli M., Morelli E., Passi M., Pirola L., Santolini R., Sartori M., ISPRA, CATAP, L'inserimento paesaggistico

necessità di riduzione e controllo degli inquinanti attraverso la funzione filtrante espletata dalle parti aeree per tale motivo le caratteristiche da ricercare sono: foglia ruvida e pubescente; alta densità fogliare e di ramificazione o sempreverdi. Ci sono anche altre necessità da tenere presente quali il mantenimento della visibilità; la resistenza agli stress ambientali dovuti al luogo d'impianto e alle caratteristiche ambientali; le performances ecologiche e funzionali; il miglioramento della diversità strutturale e funzionale; le specie che garantiscono un'azione filtro, di bonifica e miglioramento delle condizioni ecologiche. Nonostante ciò è meglio garantire più varietà di specie al fine di aumentare l'efficacia della fascia la cui posizione deve forzare gli inquinanti a salire verso l'alto attraverso il movimento dell'aria generato dalle differenti temperature. Altrettanto fondamentale è la struttura dell'impianto, ad esempio le siepi pluristratificate sono efficaci se lo spazio a disposizione è sufficiente, inoltre, è possibile aumentare la loro efficienza inserendo degli spazi aperti al fine di migliorare gli scambi gassosi e l'evaporazione mentre le radure favoriscono la formazione di camini termici. Le file parallele possono incrementare il ricambio dell'aria attraverso le turbolenze, aumentano la zona d'ombra di vento e favoriscono una maggior precipitazione delle particelle più pesanti ed un prolungato tempo di contatto dei gas con il terreno. La geometria quindi non è solamente un fattore estetico; l'inserimento della vegetazione è un ottimo modo anche per riqualificare l'area nella quale viene fatto l'intervento. Le specie che vengono inserite seguono un preciso criterio per la manutenzione: per la parte ambientale, devono prevedere un limitato uso di antiparassitari e mezzi meccanici per arginare l'inquinamento, circoscrivere gli interventi dell'uomo che nell'insieme portano ad un sistema in condizioni di equilibrio; per la parte sociale si ha il rispetto dei fruitori quindi anche

l'allergenicità deve essere considerata; per quella economica vengono limitati il numero d'interventi e i prodotti usati.

Se si volesse suddividere la quota di energia con la quale una pianta interagisce sarebbe così ripartita¹⁹⁴: il 2% della radiazione solare viene impiegata per la fotosintesi; il 20% circa viene riflesso, il 10% viene trasmesso al terreno emettendo nuovamente un 20% come calore sensibile ed un 48% come calore latente, quanto descritto è il processo di evapotraspirazione. Dopo qualche numero, i vantaggi che possono essere apprezzati: l'ombra e l'abbassamento della temperatura dell'aria; albedo pari a 0,2; il calore assorbito arriva fino a 280 milioni di calorie che sono state sottratte all'ambiente da un albero adulto in fase vegetativa; assimilazione di CO_2 equivalente a 5-10 kg/anno per un albero di nuovo impianto invece 30 kg/anno per un esemplare con un fusto di diametro fino a 30 cm. La vegetazione non si limita a ridurre gli inquinanti presenti in atmosfera e a catturare le polveri ultrafini ma è anche un'alleata per fitorimedio e fitodepurazione. Al momento della scelta della specie da inserire deve essere considerato che gli esemplari possono emettere *BCOV*, composti organici volatili di origine biologica, quindi dove si hanno alti livelli di *COV*, composti organici volatili antropici, è bene scegliere specie che siano basse emettitrici come quelle appartenenti ai generi *Acer*, *Betula*, *Celtis*. Gli interventi di forestazione urbana e periurbana¹⁹⁵ oltre ad assicurare evapotraspirazione e ombreggiamento, creano anche brezze derivanti dallo scambio termico tra aree vegetate ed edificate contribuendo alla regolazione del microclima sia in estate sia in

¹⁹⁴ Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna

¹⁹⁵ Giorfano F., Aldighieri F., Amori M., Bataloni S., Bultrini M., Chiesa A., De Benedetti A. A., De Maio E., De Maio F., Di Micco L., Faticanti M., Giardi G., Lena F., Lepore A., Lotti A., Santonico D., Silli V., Venturelli S., ISPRA, Verso città resilienti: gli interventi del Programma sperimentale per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano, Quaderni ambiente e società, 29/2023

inverno. Le infrastrutture verdi hanno un ruolo fondamentale¹⁹⁶ nel ridurre l'effetto isola di calore, promuovono un ambiente urbano resiliente attraverso la regolazione locale del clima, abbattendo sensibilmente la temperatura attraverso traspirazione ed ombreggiamento. La capacità di raffrescamento, detta *cooling effect*, raggiunge notevoli distanze come testimoniato nella foresta periurbana di Castelporziano che garantisce un raffrescamento fino a 170 m di distanza che si mantiene stabile negli anni. Le temperature elevate possono essere controllate¹⁹⁷ attraverso una rete di spazi urbani verdi, questo include una selezione di superfici appropriate, un'organizzazione spaziale e gestione diversa. La tipologia della superficie influenza anche l'effetto raffrescante dell'infrastruttura verde o blu, la temperatura superficiale dell'acqua è minore di quella dell'area vegetata che a sua volta è minore di quella di strade e tetti. Tale differenza varia a seconda dell'ora e all'interno dell'arco della giornata ma anche tra stagioni. Il verde urbano riduce le temperature locali attraverso l'evapotraspirazione e l'ombreggiamento; i parchi urbani sono in media più freschi di 1°C rispetto i siti non verdi durante il giorno con valori di differenza massimi attorno ai 2°C o più; gli alberi lungo le strade hanno un effetto di raffrescamento a livello del canyon urbano ma la magnitudine dipende da numerosi fattori come specie degli alberi, orientazione o larghezza del canyon stesso. La resa climatica, per le piante, dipende da diversi fattori quali l'organizzazione fogliare, la forma della chioma; chiome rade con foglie larghe hanno maggiori capacità rinfrescanti. Le specie xeriche sono indicate nei luoghi con scarse disponibilità idriche, contribuiscono a rinfrescare le aree cittadine grazie all'ombra prodotta anche se non hanno lo stesso effetto delle specie perenni e nelle condizioni di elevata umidità. La composizione della

¹⁹⁶ Società Italiana di Ecologia, Scienza e società L'Ecologia per un futuro migliore, Secondo Volume 2023

¹⁹⁷ Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, Nature-based solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open

vegetazione, le specie e la diversità funzionale possono impattare sul livello di evapotraspirazione. Anche i territori urbani possono contribuire alle reti ecologiche¹⁹⁸ integrando il verde urbano in progetti ampi volti a conservazione e corridoi ecologici. Inserire del verde non ha come solo fine la riduzione degli inquinanti ma ha anche la funzione di liberare le superfici dai materiali impermeabili. Promuovere la permeabilità delle città all'acqua ha diversi vantaggi quali¹⁹⁹ la mitigazione dell'impatto delle precipitazioni intense e dell'isola di calore, in particolare nelle strade verdi e attraverso pavimentazioni chiare; dell'inquinamento acustico; non per ultima la possibilità di riciclare l'acqua.

Con il termine *prato* si immagina una distesa ricoperta di erba ma in realtà ne esistono diverse tipologie²⁰⁰:

- ✦ rustici che necessitano di poca manutenzione, impiegati per stabilizzare le rive dei fiumi e negli spazi pubblici
- ✦ ornamentali resistenti al calpestio, diffusi nei giardini pubblici e privati, ricchi in specie macro o microterme, soggetti a diversi sfalci durante l'anno
- ✦ sportivi, fioriti e tappezzanti caratterizzati da miscugli di piante erbacee da fiore, annuali o perenni, oppure tappezzanti coprisuolo privi di graminacee, diversamente dal precedente è possibile effettuare lo sfalcio differenziato
- ✦ prati naturali²⁰¹ necessitano di un elevato quantitativo idrico soprattutto durante il periodo primaverile ed estivo, hanno un substrato elevato tanto da

¹⁹⁸ Legambiente, Biodiversità a rischio Rapporto sullo stato di salute delle specie viventi, sui principali fattori di rischio e sulle strategie da adottare per far fronte alla perdita della diversità biologica, *XVII^a* edizione, 2024

¹⁹⁹ Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile, Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, MATTM, 2017, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/linee_guida_finale_25_maggio_17.pdf

²⁰⁰ Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna

garantire buone prestazioni termodinamiche, le cure si limitano alla rasatura parziale

✿ prati a pascolo

✿ prati estensivi monospecifici²⁰² sono la soluzione maggiormente diffusa nel Nord Europa, la specie che spesso viene impiegata è il Sedum per via della sua grande capacità adattativa, assenza di irrigazione salvo nei climi mediterranei nei quali richiede irrigazione di soccorso nel periodo estivo ed infine una minima manutenzione.

Dalle diverse tipologie, si evincono le funzioni svolte²⁰³: ricreativa; sociale; riduzione del *run-off*, lo scorrimento superficiale delle acque pluviali; vicino agli edifici ha un ruolo nella regolazione termica, nella riduzione della riflessione dei raggi infrarossi notturni e permette l'escursione benefica tra notte e giorno; assorbe la CO_2 ; cattura i metalli pesanti e le polveri sottili; è caratterizzato da un'albedo di 0,2. Avvalersi di alcune pratiche²⁰⁴ è vantaggioso per la salute ambientale come lasciare l'erba alta, praticare lo sfalcio ridotto o differenziato dell'erba sono utili per tutelare la biodiversità urbana e per permettere alle piante di completare il ciclo vegetativo fino alla fioritura e alla produzione dei semi. Adottare questo comportamento permette di creare un habitat più ricco per pronubi, uccelli e piccoli mammiferi; di ridurre il consumo di carburante per le macchine da taglio, l'acqua per l'irrigazione e l'uso di fertilizzanti al fine di gestire in modo più sostenibile le risorse diminuendo l'impatto ecologico. L'erba alta protegge il suolo dall'erosione, dalla radiazione solare e dalle alte

²⁰¹ Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia, Fano E. A., Pusceddu A., Mazzola A., Calizza E., Corno G., Finzio A., Migliore L., Penna A., Rutigliano F. A., Vizzini S., 2021, Scienza e società L'Ecologia è il ponte per il futuro

²⁰² Ibid.

²⁰³ Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna

²⁰⁴ Legambiente, Biodiversità a rischio Rapporto sullo stato di salute delle specie viventi, sui principali fattori di rischio e sulle strategie da adottare per far fronte alla perdita della diversità biologica, XVII^a edizione, 2024

temperature, permettendo la conservazione di una maggior quantità di materiale organico migliorando così anche la struttura e la fertilità nel tempo. Anche gli arbusti tappezzanti²⁰⁵ possono essere impiegati per abbattere il vento mediante un microclima più favorevole; aumentare la diversità di specie, molte specie possono vivere con substrato ridotto ed intensive ad arbusti, piante aromatiche per creare anche geometrie come i filari, resistenti alla siccità, implementare gli aspetti estetici e i profumi dispersi. Gli orti urbani²⁰⁶ sono ottimi sia per la biodiversità sia per il tessuto sociale. L'inserimento²⁰⁷ di alberi e siepi richiede un notevole spessore per il substrato, un'importante manutenzione; sono particolarmente efficaci su terreni mai edificati quindi ancora naturali o semi-naturali abbandonati. I giardini tascabili²⁰⁸ sono interventi puntuali di verde, capillari, che si sviluppano in ridotti spazi, hanno forte impatto attrattivo, sul microclima e sulla permeabilità urbana. Le corti interne²⁰⁹ sono spazi aperti semi pubblici di pertinenza di edifici residenziali, commerciali, terziari creati per assicurare adeguate illuminazione e aerazione dei locali interni che vi si affacciano. Favoriscono la socializzazione, i rapporti di vicinato, riducono l'isola di calore e migliorano il microclima. I giardini rocciosi²¹⁰ incentivano la permeabilità visto che hanno come obiettivo la riduzione del deflusso superficiale, l'implementazione dell'infiltrazione, la riduzione dei picchi di piena dei corpi idrici ospitando anche specie vegetali, in genere specie pioniere, e promuovendo interventi di forestazione preventiva. Gli altri obiettivi che guidano la loro realizzazione sono la riduzione di

²⁰⁵ Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia, Fano E. A., Pusceddu A., Mazzola A., Calizza E., Corno G., Finzio A., Migliore L., Penna A., Rutigliano F. A., Vizzini S., 2021, Scienza e società L'Ecologia è il ponte per il futuro

²⁰⁶ Ibid.

²⁰⁷ Ibid.

²⁰⁸ Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

²⁰⁹ Ibid.

²¹⁰ Ibid.

calore, rumore e l'incremento della biodiversità. I pergolati e il verde verticale²¹¹ favoriscono la sosta e la socializzazione, riducono l'isola di calore e migliorano il microclima. I rain garden²¹² sono una tipologia di giardino a bordo strada che forma aiuole depresse capaci di intercettare l'acqua derivante dalle diverse superfici cittadine riducendo il runoff superficiale. Non solo il verde ma anche il blu, l'acqua, ha un importante ruolo nelle città, al fine di assicurare una gestione sostenibile delle risorse e delle infrastrutture idriche²¹³ bisogna adottare diverse pratiche che prevedono

- ◆ uso razionale e conservativo degli utenti
- ◆ diffusione di sistemi per ridurre i consumi
- ◆ ottimizzazione della gestione integrata delle risorse
- ◆ implementazione dell'efficienza delle reti di adduzione e distribuzione
- ◆ assicurare la disponibilità delle reti di collettamento
- ◆ disporre di adeguati impianti di depurazione per diffondere l'uso di acque reflue depurate.

Per arginare il pericolo delle alluvioni nelle città²¹⁴ è possibile impiegare sistemi di collettamento delle acque meteoriche che permettono di catturare e conservare l'acqua meteorica per il riutilizzo; tetti verdi ottimi anche su piccola scala²¹⁵, pavimentazioni permeabili, sistemi di bioritenzione come i giardini della pioggia, alberi, bacini di contenimento, depressioni nel terreno, stagni di ritenzione, acquitrini

²¹¹ Ibid.

²¹² Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna

²¹³ Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile, Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, MATTM, 2017, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/linee_guida_finale_25_maggio_17.pdf

²¹⁴ Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, Nature-based solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open

²¹⁵ Dunnett N., Clayden A., 2007, Rain Gardens Managing water sustainably in the garden and designed landscape, Timber Press, Inc.

nel loro insieme contribuiscono a rallentare il flusso dell'acqua, trattenerne e catturare lo scorrimento orizzontale mentre drenano e incoraggiano la biodiversità; pozzetti di scarico e bacini d'infiltrazione per controllare lo scorrimento orizzontale e supportare la ricarica delle acque di falda. Per la manutenzione dei sistemi che si occupano delle precipitazioni²¹⁶, è bene che l'acqua sia visibile invece che nascosta, come per i processi annessi, essere creativi nel design è di supporto nell'incrementare la consapevolezza sulla risorsa idrica. La funzione spugna operata dai suoli permeabili e dalle aree verdi contribuisce²¹⁷ al rallentamento dei deflussi superficiali delle acque; laminazione e infiltrazione attraverso il suolo verso la falda superficiale e profonda; a favorire le ritenzioni in depressioni e volumi progettati per la successiva restituzione progressiva dell'acqua nel tempo; allo stoccaggio della risorsa idrica per successivi utilizzi.

Il verde pensile²¹⁸ riduce il carico gravante sulla rete di smaltimento delle acque piovane, limita l'aumento della temperatura nelle città, promuove l'aumento e la conservazione della biodiversità cittadina infine l'assorbimento delle polveri sottili. Quello verticale migliora l'isolamento termico in quanto ostacola il diretto irraggiamento della parete, riduce le dispersioni degli edifici verso l'esterno attraverso l'effetto di massa termica. Entrambi hanno albedo uguale a 0,2. Cascate, vasche e fontane²¹⁹ migliorano il microclima; per l'uomo hanno un effetto psicologico cioè la presenza visiva e il rumore anche in lontananza, anticipano una sensazione di refrigerio, rendono lo spazio attraente e favoriscono la socializzazione. L'albedo con

²¹⁶ Ibid.

²¹⁷ Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

²¹⁸ Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna

²¹⁹ Ibid.

sole allo zenit è 0,05-0,1 mentre con sole all'orizzonte è 0,5-0,8. La nebulizzazione²²⁰ permette un raffrescamento ambientale passivo, meglio se usato in associazione a pergole o gruppi di alberi. L'acqua lungo i percorsi contribuisce al raffrescamento, alla percezione di un ambiente fresco. Le lame d'acqua sono delle pareti d'acqua che grazie al movimento migliorano il comfort climatico. I fossati inondabili²²¹ sono canali a cielo aperto con rive a pendenza dolce, poco profondi ma presentano una sezione più ampia, fino a 10 m, favoriscono l'infiltrazione in falda, ospitano diversa vegetazione. Hanno efficacia media nel rimuovere gli inquinanti per filtrazione e per ridurre i picchi di piena nei corpi recettori; hanno efficacia medio-alta nel favorire la biodiversità e, a seconda delle dimensioni, riducono l'effetto isola di calore. I bacini inondabili infiltranti e di ritenzione²²² sono utili per stoccaggio, decantazione e infiltrazione dell'acqua meteorica. Possono essere direttamente alimentati oppure per traboccamento della rete; sono spazi interni ai parchi urbani che, in caso di necessità, invasano temporaneamente le acque meteoriche; il completo svuotamento per evitare la proliferazione di zanzare e odori molesti e renderli nuovamente fruibili per il successivo evento di pioggia deve avvenire entro 24-48 ore. Hanno efficacia: bassa nel rimuovere gli inquinanti per filtrazione e assorbimento biologico; media nel favorire l'infiltrazione in falda, nella riduzione di calore e rumore, nell'incrementare la biodiversità; infine alta nella riduzione dei picchi di piena nei corpi ricettori. Le piazze

²²⁰ Ibid.

²²¹ Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggioli Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

²²² Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggioli Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

inondabili²²³ sono aree multifunzionali che possono essere anche usate come aree nelle quali può raccogliersi l'acqua, per poi essere allagate completamente in modo controllato per un periodo che, per motivi igienici, non deve superare le 32 ore. Presentano media efficacia nell'incrementare la biodiversità, nel ridurre l'isola di calore se si ha parziale depavimentazione e aiuole a verde. Efficacia alta per la riduzione dei picchi di piena nei corpi ricettori, nel riutilizzo dell'acqua come risorsa. Le piazze inondabili sono spazi per la socializzazione che possono accogliere anche intense precipitazioni, allagandosi. I giardini della pioggia²²⁴ sono ottimi elementi di arredo alla microscala, riducono il runoff superficiale, rimuovono gli inquinanti; hanno media efficacia nel ridurre i picchi di piena; alta efficacia nel ridurre l'effetto isola di calore. Le trincee infiltranti o drenanti²²⁵ sono elementi lineari riempiti con materiale ghiaioso permeabile nelle quali l'acqua meteorica viene invasata per poi penetrare lentamente nel suolo. Vengono realizzati nei singoli lotti. Hanno bassa efficacia nella rimozione di inquinanti attraverso filtrazione e assorbimento biologico; efficacia media nel ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori. I pozzi infiltranti²²⁶ sono caratterizzati da un'efficienza paragonabile alle trincee ma queste sono elementi puntuali. I giardini umidi²²⁷ sono bacini con uno o più specchi d'acqua permanenti che permettono di invasare e trattare le acque attraverso fitodepurazione. Presentano un'efficacia alta nel rimuovere gli inquinanti per filtrazione e assorbimento biologico, nell'incrementare la biodiversità. Hanno efficacia medioalta nel ridurre i picchi di piena nei corpi recettori; efficacia media nel ridurre l'effetto di calore e la matrice del rumore. I parchi

²²³ Ibid.

²²⁴ Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

²²⁵ Ibid.

²²⁶ Ibid.

²²⁷ Ibid.

inondabili²²⁸ sono uno spazio multifunzionale con gli stessi livelli di efficacia del precedente.

Per ridurre gli inquinanti disciolti nelle acque meteoriche all'interno dei sistemi SuDS²²⁹, come primo passo bisogna considerare le fonti degli inquinanti per poi trattare il runoff delle acque potenzialmente inquinate stando più possibile vicino al sito di inquinamento mediante sistemi a cielo aperto per sfruttare fotolisi, volatilizzazione, fitodepurazione; prevedere uno o più sistemi di trattamento; ridurre al minimo la possibilità di rimobilizzazione di sedimenti e contaminanti; considerare infine gli sversamenti accidentali.

Avvalersi di materiali e superfici permeabili²³⁰ per preservare alcune funzioni del suolo e mitigare gli effetti dell'impermeabilizzazione, può aiutare a connettere terreno e suolo sottostante riducendo il ruscellamento superficiale e allo stesso tempo favorire l'infiltrazione dell'acqua meteorica. In questo modo vengono abbassati i costi per la depurazione, contenuti i rischi di alluvione ed erosione da parte dell'acqua, ricaricate le falde acquifere. I materiali permeabili permettono l'evaporazione che contribuisce a combattere l'isola di calore urbana; durante la stagione invernale osteggiano la formazione di ghiaccio. Rispetto la controparte impermeabile, i materiali permeabili hanno costi di gestione inferiori, presentano allo stesso tempo un difetto non trascurabile cioè richiedono la rimozione di uno strato superiore di almeno 30 cm per potere essere installati; per compensare la rimozione è possibile sostituire una parte del suolo originario.

²²⁸ Ibid.

²²⁹ Ibid.

²³⁰ Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2012, https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalcemento/wp-content/uploads/ENV-12-009_MEP_IT_final_LR-pdf.pdf

Come anticipato, anche i materiali²³¹ hanno un ruolo fondamentale nel migliorare o peggiorare la situazione all'interno delle città.

Il terreno nudo ha gli stessi vantaggi dei prati, aumenta la sicurezza idraulica, presenta un albedo di 0,15, calore specifico di 879 J/Kg K, una densità di 1460 Kg/mc. Le terre battute e il calcestre sono superfici semipermeabili realizzate con diversi strati di terra e conglomerati. Favoriscono evaporazione, deflusso superficiale, l'alimentazione della falda acquifera; trattengono e rilasciano gradualmente le acque meteoriche. Sono impiegati per realizzare percorsi pedonali e ciclabili nelle aree verdi, giardini, parchi e aree di sosta. hanno albedo di 0,4-0,6, densità di 2180 Kg/mc e calore specifico di 720 J/Kg K. Il legno viene impiegato per l'arredo urbano, i percorsi e le attrezzature; è autoportante e removibile. Ha albedo di 0,25-0,4, densità 650 Kg/mc, calore specifico 1660 J/Kg K. Le pavimentazioni drenanti in calcestruzzo sono durevoli, economiche, permettono la realizzazione di soluzioni eco-compatibili e personalizzate. Sono impiegate in giardini, piazze, bordi stradali, percorsi, parcheggi verdi, giardini della pioggia. Hanno albedo pari a 0,2-0,3, la permeabilità oscilla tra 40 e 60% a seconda della tipologia. L'asfalto è un materiale bituminoso coerente e coeso, viscoso, nero, resistente a carichi importanti; impiegato come pavimentazione e per impermeabilizzare muri e coperture. A seconda delle condizioni ha albedo di 0,1 se nuovo e 0,2 se datato, densità di 2300 Kg/mc e calore specifico di 1700 J/Kg K. L'asfalto colorato coniuga le caratteristiche di quello tradizionale con le esigenze di particolari aree, strade, sicurezza però ha prestazioni termiche migliori dovute al diverso colore che riflette maggiormente. L'asfalto luminoso è impiegato nella

²³¹ Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna

realizzazione di percorsi più sicuri con meno fabbisogno energetico. L'effetto si ottiene mescolando particelle capaci di assorbire la luce per poi restituirla in condizioni di scarsa luminosità. Ha un limite, è possibile usarlo solo su superfici lisce come cemento o asfalto. I cool materials sono tutti quei materiali ad elevata riflettanza solare derivanti dall'impiego di tinte chiare, in genere il bianco, o con tinte più scure trattate con pigmenti che riflettono nel vicino infrarosso. La riflessione per essere efficace non deve raggiungere le persone. Le superfici devono essere mantenute pulite per non vanificare l'efficacia e le prestazioni. Le pavimentazioni fotocatalitiche favoriscono la rapida decomposizione degli inquinanti, hanno la capacità autopulente cioè mantenere nel tempo colore e aspetto estetico. Sono impiegate nelle pavimentazioni in bitume-cemento, malta cementizia, masselli autobloccanti ecoattivi. Hanno albedo pari a 0,2.

I parcheggi²³² possono essere visti come opportunità per ampliare la superficie permeabile attraverso l'impiego di tappeti erbosi rinforzati con ghiaia o grigliati, come nel caso delle grandi aree, che permettono la protezione dei sistemi di drenaggio locale influenzando in modo ridotto sul paesaggio. Sfruttare le irregolarità dei materiali può essere utile per convogliare l'acqua come nel caso delle pavimentazioni in calcestruzzo con canaletti di smaltimento.

Ordinando in una classifica i materiali e le soluzioni permeabili dal più al meno permeabile per valutare al meglio cosa impiegare, al primo posto si posizionano i prati rasati seguiti da ghiaia inerbita, grigliato erboso in plastica e in ultima posizione il grigliato erboso in calcestruzzo.

²³² Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2012, <https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalceamento/wp-content/uploads/ENV-12-009 MEP IT final LR-pdf.pdf>

Le barriere artificiali antirumore rinverdite²³³ permettono un miglior inserimento ambientale e la cattura degli elementi inquinanti dal traffico; possono anche essere realizzate con tasche di geotessuto di cocco dove, tra le tasche, sono piantumate specie radicanti e talee per esempio.

I muri di gabbioni metallici rinverditi²³⁴ con piante rampicanti sono funzionali per la cattura delle polveri inquinanti, la rifrazione della luce e del calore. I pannelli fonoassorbenti²³⁵ possono fungere da superficie per accogliere i pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

La tutela del buio

Con l'acronimo *ALAN*²³⁶ ci si riferisce alle luci artificiali che provocano l'inquinamento luminoso, incrementato da industrializzazione, urbanizzazione e crescita della popolazione. Per contrastarlo è possibile modificare la sorgente luminosa per colore ed intensità; variare la direzione della luce e schermare la sorgente stessa per evitare di illuminare anche quanto non necessario; limitare la luce verso l'alto e il basso; controllare e pianificare l'accensione delle luci solamente per quando necessario; adottare l'illuminazione intelligente e nano approcci attraverso l'Internet delle Cose, *Internet of Things*. Le possibili soluzioni non sono ancora terminate infatti

²³³ Bellelli L., Bretzel F., Cattaneo E., D'Ambrogi S., Franchi G., Gibelli G., Invernizzi B., Minelli M., Morelli E., Passi M., Pirola L., Santolini R., Sartori M., ISPRA, CATAP, L'inserimento paesaggistico delle infrastrutture stradali: strumenti metodologici e buone pratiche di progetto, Manuali e linee guida, 2010, 65.5/2010, <https://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.5-paesaggio.pdf>

²³⁴ Ibid.

²³⁵ Ibid.

²³⁶ Science for Environment Policy (2023) Light Pollution: Mitigation measures for environmental protection. Future Brief 28, <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/5727bc7c-843c-11ee-99ba-01aa75ed71a1/>

per contrastare l'inquinamento luminoso²³⁷, è possibile avvalersi dei LED e delle CFLs, lampade fluorescenti compatte, con colori caldi; inoltre dimmer, sensori di movimento e timer contribuiscono a ridurre i livelli medi d'illuminazione ed incentivano il risparmio energetico; le protezioni per sorgenti luminose limitano la fuoriuscita di luce e minimizzano il bagliore. Come buona pratica, è bene evitare di installare sistemi d'illuminazione con una forte componente blu.

Le luci che sfoggiano colori caldi²³⁸ sono suggerite per l'illuminazione esterna in quanto arrecano un disturbo nettamente inferiore alla fauna rispetto quelle blu o bianche. Possono essere usate insieme ai sensori di movimento che nel momento in cui rilevano la presenza umana propongono una luce gialla, calda, permettendo il passaggio in sicurezza per poi cedere il posto ad una soffusa luce rossa. Inoltre è possibile sincronizzare la temperatura colore dei led con i bisogni degli animali e degli insetti stagionali. Queste variazioni sono motivate dal diverso effetto inquinante di specifiche lunghezze d'onda e temperature di colore. La forma e la dimensione dell'illuminazione contribuiscono a limitare l'inquinamento luminoso; l'illuminazione a bassa intensità limita la riflessione dei raggi luminosi verso altri luoghi.

Per la strada²³⁹, è possibile regolare la potenza delle luci; l'approccio si basa su radar che seguono l'oggetto in movimento e regolano l'intensità dei lampioni per garantire un'eccellente visibilità anche in caso di pioggia o nebbia per poi riportare la luce a livelli più bassi, pari al 20%, così da garantire un notevole risparmio di energia che secondo le stime si aggira attorno ai 2100 kWh a settimana.

²³⁷ DarkSky, Solutions to light pollution, 2023, [https://darksky.org/resources/what-is-light-pollution/light-pollution-solutions/#:-:text=LEDs%20and%20compact%20fluorescents%20\(CFLs,and%20save%20even%20more%20energy](https://darksky.org/resources/what-is-light-pollution/light-pollution-solutions/#:-:text=LEDs%20and%20compact%20fluorescents%20(CFLs,and%20save%20even%20more%20energy)

²³⁸ ESI, Are LEDs the best solution for environmentally friendly lighting ?, 2024, <https://blog.esi.info/2024/11/15/are-leds-really-the-answer-to-environmentally-friendly-lighting/>

²³⁹ D'Ambrosi D., Norvegia, i lampioni intelligenti si accendono solo se ci sono auto, Sicurauto, <https://www.sicurauto.it/news/norvegia-i-lampioni-intelligenti-si-accendono-solo-se-ci-sono-auto-video/>

RAPPORTO UOMO - SVILUPPO SOSTENIBILE

Qualche pagina fa è stato affrontato lo sviluppo sostenibile, definendolo, però oltre ad adottare delle politiche e delle strategie per seguire tale direzione è possibile standardizzare le soluzioni attraverso LCA e le diverse etichette che garantiscono la tutela ambientale di un prodotto o servizio. La tutela non si limita solamente a questo, l'uomo infatti può sfruttare anche le capacità delle piante e di diversi microorganismi per catturare sostanze nocive o dannose per la salute. Tale attenzione pone anche al centro i servizi ecosistemici come pilastro fondamentale per assicurare la miglior cura dell'ambiente.

LCA e marchi di qualità

Riciclare è un ottimo modo per tutelare l'ambiente e per incentivare l'economia circolare però il riciclo non è sempre positivo poiché potrebbe generare rifiuti difficilmente smaltibili e disassemblabili per ricavare nuovamente materiale utile in ulteriori lavorazioni. Per questo motivo il *life cycle assessment*, LCA²⁴⁰, può essere utile. Un altro strumento che può aiutarci a scegliere un materiale piuttosto di un altro sono i marchi di qualità ecologica.

L'analisi del ciclo di vita è un metodo definito dagli standard internazionali ISO 14040 e 14044 per analizzare gli aspetti ambientali e gli impatti dei sistemi di produzione; in particolare la 14040²⁴¹ lo definisce come metodo che «*studia gli aspetti ambientali e i potenziali impatti lungo la vita del prodotto (ad esempio dalla culla alla tomba)*

²⁴⁰ Klöpffer W., Grahl B., 2014, Life Cycle Assessment (LCA) A Guide to Best Practice, Blackwell Verlag GmbH Commissione Europea, European Platform on LCA | EPLCA, Life Cycle Assessment (LCA), <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/lifecycleassessment.html>

²⁴¹ ISO 1997

dall'acquisizione della materia prima fino a produzione, uso e smaltimento. Le categorie generali degli impatti ambientali che necessitano di considerazione includono uso delle risorse, salute umana, e conseguenze ecologiche». LCA è formato principalmente da quattro fasi: obiettivo e ambito; analisi dell'inventario; valutazione dell'impatto; interpretazione. Nella prima sono definiti gli obiettivi dello studio, l'applicazione, i motivi che guidano lo studio, il pubblico previsto, l'unità funzionale, i confini del sistema, le procedure d'assegnazione, le categorie d'impatto studiate, i modelli usati degli impatti del ciclo di vita detti LCIA, *Life Cycle Impact Assessment*, infine sono identificati i requisiti di qualità dei dati. La seconda fase si concentra sulla raccolta dei dati, sulla procedura di calcolo per la qualificazione dei diversi input e output del sistema considerato e riguardano ogni aspetto dall'energia alle emissioni; i dati sono poi convalidati e messi in relazione alle unità di processo e funzionale. La penultima fase, LCIA, prevede che i dati del *Life Cycle Inventory*, LCI inventario del ciclo di vita, vengano associati a categorie e indicatori di impatto ambientale. Infine la fase conclusiva interpreta i risultati delle fasi intermedie secondo l'obiettivo e la portata precedentemente indicati. Tali criteri, per esempio, sono stati adottati in uno studio²⁴² per comprendere quale sistema di drenaggio fosse il migliore.

Esistono diverse etichette che attestano diverse tipologie di qualità, di materie prime e altro ancora; per esempio nel campo ambientale si può annoverare lo *Ecolabel EU*²⁴³ per tutti i prodotti e servizi caratterizzati da un ridotto impatto ambientale

²⁴² Antunes L. N., Ghisi E., Thives L. P., 2018, Permeable Pavements Life Cycle Assessment: A Literature Review, <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/11/1575>

²⁴³ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Ecolabel EU, <https://www.mase.gov.it/pagina/ecolabel-ue>
Commissione Europea, EU Ecolabel - The official European Union voluntary label for environmental excellence, https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel_en

durante l'intero ciclo di vita; *Blauer Engel*²⁴⁴, *The Nordic Swan Ecolabel*²⁴⁵, *EPD*²⁴⁶ applicano lo LCA; LEED²⁴⁷ è una certificazione applicabile agli edifici e valuta la sostenibilità.

Fitorisanamento e biorisanamento

Piante e microorganismi sono stati ingegnerizzati secondo diversi scopi ad esempio catturare, degradare sostanze pericolose come i metalli pesanti. Il fitorimediazione²⁴⁸ è una soluzione basata sulla natura utile per ripulire il terreno da sostanze estranee quali metalli pesanti ed idrocarburi, fitofarmaci, solventi, composti alogenati, ammine e aniline, alcuni esplosivi; si basa sulla naturale capacità di alcune piante di catturare tali sostanze inquinanti. Esistono diversi processi²⁴⁹ per bonificare un sito contaminato. La fitoestrazione consiste nella rimozione degli inquinanti dal substrato accumulandoli nella biomassa delle piante, i processi coinvolti sono la chelazione, che consente di legare i metalli in modo irreversibile a molecole organiche o a proteine presenti sulle cellule della superficie radicale, e la compartimentalizzazione, la segregazione delle sostanze all'interno dei vacuoli. La biotrasformazione riduce i metalli in forme ioniche biologicamente meno attive e meno tossiche. La fitostabilizzazione è un processo che riduce la biodisponibilità degli inquinanti presenti nel suolo per prevenire la dispersione di contaminanti attraverso vento,

²⁴⁴ Blauer Engel, <https://www.blauer-engel.de/en>

²⁴⁵ Nordic Swan Ecolabel, <https://www.nordic-swan-ecolabel.org/>

²⁴⁶ EPD, <https://www.epditaly.it/epd-2/>

²⁴⁷ LEED rating system

²⁴⁸ IRIDRA S.r.l., Phytoremediation, <https://www.igidra.eu/it/nature-based-solutions/siti-contaminati/phytoremediation>

ENI, Fitorimediazione per la bonifica di terreni contaminati, <https://www.eni.com/it-IT/azioni/tecnologie-transizione-energetica/bonifiche-ambientali/fitorimediazione.html>

²⁴⁹ Suman J., Uhlik O., Macek T., 2018, Phytoextraction of Heavy Metals: A Promising Tool for Clean-Up of Polluted Environment?, <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01476/full>

Greipsson S., Phytoremediation, Nature Education, 2011, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/phytoremediation-17359669/>

lisciviazione e nel suolo anche se non è una reale tecnica di bonifica perché non implica processi di accumulo o degradazione; l'organo delle piante che svolge tale compito sono le radici, all'interno della rizosfera. La fitovolatilizzazione converte i contaminanti raccolti dalle radici allo stato gassoso rilasciandoli in atmosfera, il processo è guidato dall'evapotraspirazione. La fitodegradazione si occupa di degradare direttamente i contaminanti organici attraverso il rilascio di enzimi da parte delle radici oppure attraverso le vie metaboliche all'interno dei tessuti vegetali. Gli esemplari che in genere possono essere d'aiuto possono essere erbacee fino alle arboree, ad esempio: *Brassica juncea*, *Populus spp.*, *Brassica napus*, *Tipha latifolia*, *Azolla filiculoides*, *Eichornia crassipes*, *Phragmites australis*, *Agrostis tenuis cv.*, *Festuca rubra*, *Liriodendron tulipifera*, *Berkheya coddii*. Tali soluzioni sono sfruttate all'interno dei siti estrattivi, sono anche applicabili in siti disturbati in modo diverso, i contesti urbani²⁵⁰ per eliminare il rischio della presenza dei metalli, preservare i corridoi ecologici, assicurare la fruibilità degli spazi verdi. Il biorisanamento²⁵¹ è una tecnica di bonifica ambientale basata sul metabolismo microbico di alcuni batteri sia aerobi sia anaerobi poiché capaci di biodegradare o detossificare le sostanze inquinanti. Anche i funghi possono supportarci nelle attività di degradazione di diversi inquinanti come nel caso di *Phanaerochaete chrysosporium*.

²⁵⁰ Monitoring and Management of Microbial Resources - M3R, Fitorisanamento di un sito in contesto urbano contaminato da metalli, <https://www.m3r.it/fitorisanamento-di-un-sito-in-contesto-urbano-contaminato-da-metalli/>

Marzano F., In Sardegna le piante amiche dei metalli, 2025, Huffingtonpost, https://www.huffingtonpost.it/green-and-blue/2025/05/16/news/in-sardegna-le-piante-amiche-dei-metalli-424190032/?utm_source=firefox-newtab-it-it

²⁵¹ Centorrino F., Biorisanamento: vantaggi, svantaggi e caratteristiche, 2021, Microbiologia Italia, <https://www.microbiologiaitalia.it/batteriologia/biorisanamento-vantaggi-svantaggi-e-caratteristiche/>
Bazzicalupo M., Biorisanamento, Treccani - Enciclopedia della Scienza e della Tecnica (2008), [https://www.treccani.it/enciclopedia/biorisanamento_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/biorisanamento_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)
Siunova T. V., Filonov A. E., Gorovtsov A. V., Akhmetov L. I., Ivanov F. D., Rajput V. D., Minkina T. M., Sushkova S. N., Wong M. H., Biswas J. K., Potential of nickel and cobalt resistant microorganisms for effective phytoremediation of heavy metal contaminated soils, Discover Environment - Springer Nature, volume 3, 2025

Oltre a queste due macro categorie per bonificare suoli inquinati, esistono altre tecnologie di bonifica²⁵² in situ ed ex situ basati sia su processi biologici sia chimico-fisici.

Servizi ecosistemici e Capitale Naturale

Capitale Naturale e servizi ecosistemici hanno un rapporto simbiotico; Il Capitale²⁵³ «è l'insieme di piante, animali, funghi e microorganismi che interagiscono tra loro e con l'ambiente; un patrimonio fondamentale per l'umanità che comprende la "biodiversità", ovvero la varietà degli organismi viventi che popolano la Terra, ma anche le risorse non viventi come l'aria, l'acqua e il suolo e le risorse geologiche». Tutelarlo significa salvaguardare sia l'ambiente sia noi. Il Capitale garantisce la fornitura dei servizi ecosistemici suddivisibili²⁵⁴ in approvvigionamento, regolazione, mantenimento, culturali. Il MASE²⁵⁵ tramite, ad esempio, la Strategia Nazionale per la Biodiversità, il Rapporto sullo stato del Capitale Naturale, la promozione del turismo sostenibile, la mappatura e la valutazione dello stato di conservazione degli ecosistemi sviluppato nell'ambito del processo europeo Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (Fig.3), detto MAES, si impegna ad invertire la tendenza che vede il declino di tali servizi e l'integrità del Capitale Naturale.

²⁵² ENI Rewind S.p.A., Stantec S.p.A., BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, INERIS - Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, EPA - U.S. Environmental Protection Agency, Petrangeli Papini M., Vademecum Tecnologie di Bonifica

²⁵³ Eboli F., Salvatori E., Pallante G, Il Capitale Naturale: un patrimonio (a rischio) da proteggere e valorizzare, Energia ambiente e innovazione - ENEA, <https://www.eai.enea.it/archivio/green-generation/il-capitale-naturale-un-patrimonio-a-rischio-da-proteggere-e-valorizzare.html>

²⁵⁴ Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Island Press, Washington, DC <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

²⁵⁵ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Capitale Naturale e servizi Ecosistemici, <https://www.mase.gov.it/portale/web/guest/capitale-naturale-e-servizi-ecosistemici>

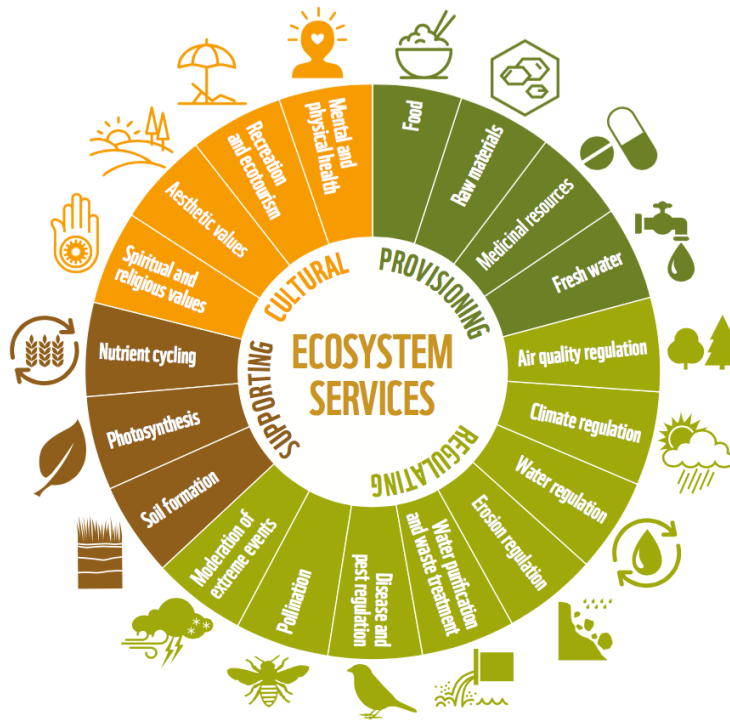


Figura 3 Mappa dei servizi ecosistemici, WWF, Living Planet report 2016, servizi ecosistemici come servizi primari, fattori culturali, supporto all'ambiente naturale e regolazione dello stesso

Come viene detto all'interno del Terzo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia²⁵⁶, i deficit funzionali che sono stati indotti dalle attività umane hanno fatto crescere l'importanza dei servizi tanto da essere costretti a considerare il loro lavoro come parte della nostra vita. Per quantificare e predire²⁵⁷ la fornitura e supportare i servizi ecosistemi è necessario comprendere la qualità e la quantità di quanto dato dagli ecosistemi; bisogna capire come funziona l'ecosistema. Secondo De Groot²⁵⁸ una funzione ecosistemica, declinata secondo la domanda umana, è «*la capacità dei processi naturali e delle componenti ecosistemiche capaci di fornire beni e servizi che soddisfino i bisogni umani, direttamente o indirettamente*». De Groot²⁵⁹ conio le quattro tipologie di funzioni precedentemente riportate, nel dettaglio²⁶⁰ le funzioni di

²⁵⁶ Comitato per il Capitale Naturale, 2019, terzo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia, https://www.isprambiente.gov.it/files2021/notizie/iii_rapporto_stato_del_cn_maggio2020.pdf

²⁵⁷ Bouma J. A., van Beukering P. J. H., 2015, Ecosystem Services: From Concept to Practice, Cambridge University Press

²⁵⁸ De Groot, 1992

²⁵⁹ De Groot et al., 2000

²⁶⁰ Comitato per il Capitale Naturale, 2019, terzo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia, https://www.isprambiente.gov.it/files2021/notizie/iii_rapporto_stato_del_cn_maggio2020.pdf

Bouma J. A., van Beukering P. J. H., 2015, Ecosystem Services: From Concept to Practice, Cambridge University Press

regolazione riguardano la capacità degli ecosistemi naturali e seminaturali di regolare i processi ecologici essenziali, i sistemi per il supporto vitale per mezzo dei cicli biogeochimici e altrettanti processi biologici. Non si limitano a mantenere in salute la biosfera e dell'ecosistema ma regolano anche gli altri servizi di cui anche noi usufruiamo come aria pulita e acqua. Funzioni dell'habitat, ovvero l'insieme di tutto ciò che viene fornito ai suoi abitanti che allo stesso tempo contribuiscono alla conservazione in situ della diversità genetica e dei processi evolutivi a diverse scale. Funzioni di produzione che comprendono cibo, materie prime, fotosintesi e l'assorbimento di nutrienti da parte degli autotrofi. Funzioni d'informazione poiché gli ecosistemi naturali fungono da riferimento, se riferito alla nostra evoluzione, se risulta essere in buono stato contribuisce al mantenimento della salute umana e offre allo stesso tempo la possibilità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, creazione ed esperienza estetica. Sono stati conosciuti in tale modo perché, se raggruppati, i primi due gruppi funzionali risultano essere essenziali per il mantenimento sia dei processi sia delle componenti naturali e per tale motivo subordinati al mantenimento della disponibilità degli ultimi due. In questa gerarchia la struttura dell'ecosistema per Odum e Barrett è organizzata secondo tre fondamentali componenti, comunità, flussi di energia e cicli della materia, che in una successiva revisione funzionale di Jørgensen in realtà evidenzia biomassa, interazioni e informazioni. Quindi, per quale motivo dovrebbero essere mappati i servizi ecosistemici? La prima motivazione che ci spinge in tale impresa è la creazione di un inventario del corrente stato di fornitura dei servizi ecosistemici; la seconda è definire un ordine di priorità nelle azioni; la terza per effettuare una valutazione del compromesso ad esempio biodiversità e produzione di cibo; l'ultima riguarda la possibilità di determinare i cambiamenti su domanda e offerta nel tempo.

Per indagare lo stato ecologico del Capitale Naturale in Italia, ci siamo dotati di una Lista Rossa²⁶¹ degli ecosistemi che segue i criteri IUCN al fine di valutare il grado di minaccia degli ecosistemi terrestri suddividendo il territorio in cinque Ecoregioni, Alpina, Padana, Appenninica, Tirrenica, Adriatica all'interno delle quali sono state inserite le conoscenze locali sulle pressioni e condizioni critiche per gli ecosistemi. Su 85 tipologie di ecosistemi 29 risultano essere ad alto rischio, in particolar modo quelli legati agli ambienti umidi, alla fascia costiera e alle pianure interessate da agricoltura e zootecnie intensive.

Se ora poniamo l'attenzione alle zone urbane, possiamo interrogarci sulla situazione e sul cosa potere fare.

Secondo i risultati di diversi studi effettuati in diverse città²⁶², se si decide di investire nelle infrastrutture ecologiche, nella rigenerazione ecologica e nella riabilitazione ecosistemica non si avranno solamente città socialmente ed ecologicamente desiderabili ma anche dei vantaggi economici. I servizi ecosistemici cittadini possono essere forniti anche dai luoghi che solitamente non considereremmo come cimiteri, lotti vuoti, aree scolastiche, foreste urbane, mentre ci aspettiamo di trovarne in parchi, giardini, cortili, ruscelli, laghi, depressioni artificiali per convogliare le acque in bacini di raccolta. La diversità delle superfici, nella biologia, nella cultura sono elementi che concorrono al supporto della resilienza e della sostenibilità.

²⁶¹ Comitato per il Capitale Naturale (2021). Capitale Naturale: la nostra eredità. Quarto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia. Sintesi https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/quest/pubblicazione_divulgativa_ccn-pdf

²⁶² Elmqvist T., Setälä H., Handel S. N., van der Ploeg S., Aronson J., Blignaut J. N., Gómez-Baggethun E., Nowak D. J., Kronenberg J, de Groot R., Benefits of restoring ecosystem services in urban areas, , Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol 14, p. 101-108, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343515000433>

O'Riordan R., Davies J., Stevens C., Quinton J. N., Boyko C., 2021, The ecosystem services of urban soils: A review, Geoderma, Vol 395, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706121001506>

Haase D, Frantzeskaki N., Elmqvist T., 2014, Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications, AMBIO - A Journal of environment and society, Volume 43, p. 407- 412, <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-014-0503-1#Sec6>

RAPPORTO UOMO - AMBIENTE

Perché investire sullo sviluppo sostenibile? Tale quesito ha già trovato diverse motivazioni nelle pagine precedenti però è possibile sviluppare ulteriormente la risposta; gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030²⁶³ ne sono una prova.

- | | |
|---|---|
| 3. salute e benessere | 11. città e comunità sostenibili |
| 6. acqua pulita e servizi igienico-sanitari | 12. consumo e produzione responsabili |
| 7. energia pulita e accessibile | 13. lotta contro il cambiamento climatico |
| 9. imprese, innovazione e infrastrutture | 15. vita sulla terra |

I precedenti Goal si occupano della salvaguardia ambientale sulla terra mentre il numero 14, vita sott'acqua tutela i grandi corpi idrici marini e costieri. La finanza per lo sviluppo sostenibile²⁶⁴ indirizza gli investimenti che consentono di soddisfare uno o più obiettivi dell'Agenda, il servizio idrico e la raccolta dei rifiuti possono, ad esempio, essere campi ideali per investire dato che sono soggetti a obblighi e prescrizioni coerenti con gli Obiettivi. Per l'acqua, ARERA, ha introdotto una regolazione della qualità tecnica che prevede un sistema standard di qualità orientata verso il contenimento delle perdite totali, al mantenimento della continuità del servizio, il mantenimento di una qualità adeguata per il consumo umano, la riduzione al minimo dell'impatto ambientale associato al convogliamento e al trattamento dei reflui. La tassonomia europea è una classifica delle attività economiche per guidare le scelte per un'economia priva di impatti negativi su ambiente e clima; per definire eco-compatibile un'attività è necessario che contribuisca positivamente ad almeno uno

²⁶³ ASVIS - Alleanza italiana per lo sviluppo sostenibile, Goal e Target:obiettivi e traguardi per il 2030, <https://asvis.it/goal-e-target-obiettivi-e-traguardi-per-il-2030/>
Nazioni Unite, The 17 Goals, <https://sdgs.un.org/goals>

²⁶⁴ ASVIS - Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile, 2020, Finanza per lo sviluppo sostenibile - un tema strategico per l'Agenda 2030, https://asvis.it/public/asvis2/files/Approfondimenti/GdL_Trasv_FINANZA.pdf

degli obiettivi; non produrre impatti negativi su nessun altro obiettivo, *DNSH - do not significant harm*; debba essere svolta osservando le garanzie minime sociali.

L'efficienza è sempre stata una caratteristica preferita poiché garanzia di risultati migliori; per questo l'eco-efficienza²⁶⁵ punta a ridurre gli impatti di un processo qualsiasi estendendo il ciclo di vita dei prodotti, l'intensità di un servizio riducendo i consumi di risorse naturali, energia e la produzione di rifiuti, quindi inquinamento, incentivando il riciclaggio e le risorse rinnovabili. La definizione del World Business Council for Sustainable Development, definisce l'eco-efficienza come essere «*relativa alla produzione a prezzi competitivi di beni e servizi che soddisfano i bisogni umani e migliorano la qualità della vita, riducendo progressivamente gli impatti ecologici e l'intensità del consumo di risorse, durante tutto il ciclo di vita, ad un livello almeno in linea con la capacità di carico stimata della Terra*»; l'economia viene ripensata per il benessere sia umano sia planetario attraverso la Wellbeing Economy²⁶⁶. L'allora principe Carlo²⁶⁷ affermava che fosse il momento di riportare al centro dell'economia la Natura combinando pratiche tradizionali sostenibili, soluzioni basate sulla natura, soluzioni biomimetiche e rigenerative sia possibile muoversi verso un sistema che costruisce invece che distruggere il Capitale Naturale. Continuava dicendo che fosse necessario comprendere che anche noi siamo parte

²⁶⁵ Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development, Eco-efficiency learning module <https://docs.wbcsd.org/2006/08/EfficiencyLearningModule.pdf>

²⁶⁶ EuroHealthNet, 2024, Un sistema economico ripensato, <https://eurohealthnet.eu/it/publication/a-reimagined-economic-system-wellbeing-economies-for-healthier-sustainable-and-equitable-societies/> Wellbeing Economy Alliance, What is a wellbeing economy, <https://weall.org/what-is-wellbeing-economy>

Consiglio europeo, The Economy of Wellbeing: going beyond GDP, <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/economy-wellbeing/>

²⁶⁷ Palahí, M., Pansar, M., Costanza, R., Kubiszewski, I., Potočník, J., Stuchtey, M., Nasi, R., Lovins, H., Giovannini, E., Fioramonti, L., Dixon-Declève, S., McGlade, J., Pickett, K., Wilkinson, R., Holmgren, J., Trebeck, K., Wallis, S., Ramage, M., Berndes, G., Akinnifesi, F.K., Ragnarsdóttir, K.V., Muys, B., Safonov, G., Nobre, A.D., Nobre, C., Ibañez, D., Wijkman, A., Snape, J., Bas, L. 2020. Investing in Nature as the true engine of our economy: A 10-point Action Plan for a Circular Bioeconomy of Wellbeing. Knowledge to Action 02, European Forest Institute. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2020/EFI_K2A_02_2020.pdf

della Natura e che non siamo da essa avulsi ma strettamente interconnessi, la diversità è la reale forza che dona resilienza ad un sistema o organizzazione. Per tale motivo investire nella natura e nella biodiversità è essenziale per una bioeconomia circolare e per il benessere suggerendo due strategie: la prima si basa sul favorire più sistemi ricchi in specie in agricoltura, silvicoltura e acquacoltura mentre la seconda dovrebbe proteggere estesi sistemi di biodiversità contigui per prevenire l'estinzione delle specie e l'erosione della biodiversità.

Il verde e il blu all'interno delle città²⁶⁸, come è stato detto nelle precedenti pagine, sono ottimi elementi sui quali investire per l'ambiente e per altre finalità prettamente incentrate sul nostro benessere e che saranno trattate in modo più approfondito poco più avanti, quali socioculturale, ricreativo, didattico, culturale, paesaggistico, turistico, infine un immediato contatto con la natura. I CAM, criteri ambientali minimi, approvati con il DM 10 marzo 2020 considerano il Piano del Verde uno strumento integrativo della pianificazione urbanistica generale; in tali documenti i sistemi verdi sono perno di una nuova concezione dello sviluppo urbano che attraverso i servizi ecosistemici coniuga tutela della biodiversità con la promozione di salute e benessere, la rigenerazione urbana con il contrasto ai cambiamenti climatici, la tutela del paesaggio e la riduzione del consumo di suolo con la qualità della vita e la giustizia sociale; non ci sono perdenti ma solo vincitori, è l'ottica win-win nella quale i benefici sono sia dell'ambiente sia delle persone. Investire nel verde infine garantisce un ridotto impatto economico nei bilanci²⁶⁹ poiché sono ripristinate le funzionalità

²⁶⁸ Chiesura, A. et al. 2024. I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita? Quaderno ISPRA 33/2024
https://www.isprambiente.gov.it/files2024/pubblicazioni/quaderni/quad_as_33_24.pdf

²⁶⁹ Mody K., Lerch D., Müller A. K., Simons N. K., Blüthgen N., Harnisch M., 2020, Flower power in the city: Replacing roadside shrubs by wildflower meadows increases insect numbers and reduces maintenance costs, PLOS One, <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0234327>

dell'ecosistema richiedendo un minor numero di interventi ma anche per la salute fanno la differenza.

VIS MEDICATRIX NATURAE - RICONNETTERE UOMO E AMBIENTE

Ora desidero porvi una semplice ma fondamentale domanda, se aveste la possibilità di scegliere che cosa osservare fuori dalla finestra del vostro posto di lavoro e della vostra dimora che cosa scegliereste, una veduta di una città oppure una che abbraccia un paesaggio libero come un campo, un bosco, un lago, un mare? Probabilmente la seconda opzione sarebbe quella maggiormente scelta perché capace di donare ristoro sia mentale sia fisico.

«è una gioia vedere tanti rami verdissimi nel vento e tanti fiori prepotenti, sboccianti, è una gran gioia perché nel sangue pure è primavera»

«non crediamo anche noi che la natura ci parli? E non ci sembra di cogliere un senso nelle sue voci misteriose, una risposta, secondo i nostri desiderii, alle affannose domande che le rivolgiamo?»

Attraverso le parole di Pavese²⁷⁰ e di Pirandello²⁷¹ abbiamo una conferma. La domanda posta in apertura non interessa solamente il fattore estetico ma implica il fatto che trovarsi in una zona caratterizzata da certe condizioni ambientali può essere propizio oppure nefasto per la salute sia fisica sia mentale. I determinanti sociali della salute²⁷² sono tutti quei fattori che influenzano lo stato di salute di un individuo, della

²⁷⁰ Pavese C., Ogni giorno che passa è un riandare, Le poesie, Torino, Einaudi, 1998

²⁷¹ Pirandello L., Il fu Mattia Pascal, 1904

²⁷² OMS, Social determinants of health, https://www.who.int/health-topics/social-determinants-of-health#tab=tab_1

comunità e della popolazione, interessano comportamenti, stili di vita, fattori sociali vantaggiosi e svantaggiosi, condizioni lavorative e della vita, accesso ai servizi sanitari, condizioni socio-economiche, culturali, ambientali, genetica.

Non è scontato affermare che le regioni ricche non presentano iniquità nella salute per i propri cittadini, in realtà sia le regioni ricche sia quelle povere presentano un ampio ventaglio di differenze al loro interno, la salute è una delle maggiori problematiche²⁷³. Ogni paese dovrebbe assicurare come priorità assoluta un buon inizio per ogni bambino e questo significa assicurare adeguate condizioni sociali e culturali per le donne, giovani famiglie, accesso universale e di alta qualità a istruzione e servizi sanitari. Al fine di raggiungere maggior uguaglianza nella salute è possibile riallineare o creare coesione sociale e mutua responsabilità attraverso la protezione sociale. Come la creazione di equità tra generazioni è un fattore trainante fondamentale per la politica ambientale, lo deve essere anche per le politiche che interessano la salute. La salute ed i relativi determinanti sociali non potranno essere raggiunti senza rivedere il sistema sanitario. Le differenze nella salute iniziano dalla condizione sociale, migliorando la coesione sociale e l'educazione sarebbe possibile garantire migliori condizioni sanitarie, minori tassi di criminalità e disordini civili, una forza lavoro formata ad un livello superiore, infine, dare una ragione per condurre una vita di valore. Tali azioni citate non sono terminate però è possibile riassumerle come impegno per il sociale. Assicurare un ambiente sano e sicuro per permettere ai più piccoli di fare esperienze e giocare all'aperto, offrire agli anziani luoghi per la socializzazione per combattere l'emarginazione, luoghi di accesso a tutte le categorie

Wilkinson R., Marmot M., 2006, I determinanti sociali della salute: i fatti concreti (II edizione - 2003), Edizioni Provincia Autonoma di Trento Assessorato alle politiche per la salute - Tipografia Nuove Arti Grafiche, Trento

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/326568/9789289013710-ita.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
²⁷³ Marmot, Michael & UCL Institute of Health Equity. (2014). Review of social determinants and the health divide in the WHO European Region: executive summary, Updated reprint 2014. World Health Organization. Regional Office for Europe
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344954/9789289000321-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

sociali concorrono a rendere la società più responsabile e coesa. Le comunità sono influenzate e sagomate attraverso le complesse relazioni interdipendenti che intercorrono tra tre sfere: naturale, infrastrutture, ambiente sociale. Secondo il rapporto sulla salute dell'OMS²⁷⁴, la popolazione che vive sia nelle città sia nelle aree rurali è esposta a livelli pericolosi di inquinamento aereo domestico facendo impennare l'incidenza di infezioni acute delle vie aeree inferiori, cancro ai polmoni, malattie cerebrovascolari, ischemie, broncopneumopatie croniche ostruttive, attribuite al particolato.

Oggi si considera l'approccio One Health²⁷⁵, secondo Lerner et al. il concetto è passato da una concezione ristretta, basata sull'approccio *One Medicine* incentrata sulla salute umana e animale rispettivamente attraverso la medicina umana e animale, ad una più ampia, che comprende le altre scienze dalle sociali alle ambientali. Permettere l'accesso a spazi verdi urbani²⁷⁶ migliora la salute mentale²⁷⁷, fisica e la salute sociale; tutto questo si traduce in vite più lunghe, miglior salute

²⁷⁴ OMS, 2025, World health statistics 2025, monitoring for the SDGs, Sustainable Development Goals

²⁷⁵ Di Luca C, Di Luca A, Approccio One Health Come la perdita di biodiversità compromette la salute umana e quella degli animali, SIMeVeP, n. 2/2023, <https://sivemp.it/wp/wp-content/uploads/2023/12/73-80-diluca.pdf>

Meng, L., Xiang P., Li S., Economy or ecology? The relationship between biodiversity and human health in regions with different economic development, 2024, Ecological Indicators, Volume 158, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23013808>

²⁷⁶ Palahí, M., Pansar, M., Costanza, R., Kubiszewski, I., Potočník, J., Stuchtey, M., Nasi, R., Lovins, H., Giovannini, E., Fioramonti, L., Dixon-Declève, S., McGlade, J., Pickett, K., Wilkinson, R., Holmgren, J., Trebeck, K., Wallis, S., Ramage, M., Berndes, G., Akinnifesi, F.K., Ragnarsdóttir, K.V., Muys, B., Safonov, G., Nobre, A.D., Nobre, C., Ibañez, D., Wijkman, A., Snape, J., Bas, L. 2020. Investing in Nature as the true engine of our economy: A 10-point Action Plan for a Circular Bioeconomy of Wellbeing. Knowledge to Action 02, European Forest Institute. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2020/EFI_K2A_02_2020.pdf

²⁷⁷ Astell-Burt T., Feng X., Association of Urban Green Space With Mental Health and General Health Among Adults in Australia, 2019, Jama Netw Open, <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2739050>

Vanaken G. J., Danckaerts M., Impact of Green Space Exposure on Children's and Adolescents' Mentale Health: A Systematic Review, 2018, IJERPH, Volume 15, Issue 12, <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/12/2668>

Alcock I., Whit M. P., Wheeler B. W., Fleming L. E., Depledge M. H., Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to -greener and Less Green Urban Areas, 2013, ACS Publications, Environ. Sci. Technol. 2014, 48, 2, 1247-1255, <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es403688w>

Aerts R., Vanlessen N., Dujardin S., Nemery B., Van Nieuwenhuysse A., Bauwelinck M, Casas L., Demoury C., Plusquin M., Nawrot T. S., Residential green space and mental health-related prescription medication sales: An ecological study in Belgium, Environmental Research, 2022, Volume 211, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935122003838>

percepita in generale, minor incidenza di alcune tipologie di cancro, minore asma infantile, maggior felicità, minore depressione. Anche la qualità della città viene rivalutata attraverso gli spazi verdi²⁷⁸. Diversi studi confermano tale evidenza attraverso la misurazione di un ormone correlato agli stadi stressanti, il cortisolo, inoltre le persone tendono ad essere più fisicamente attive e socialmente connesse all'interno del vicinato verde. Ad esempio la presenza di verde contribuisce a rendere l'ambiente cittadino più fresco e questo concorre ad abbassare mortalità e morbilità. La lontananza dal verde ha inciso in modo significativo sulle nuove generazioni tanto da fare emergere disordini derivanti dal deficit naturale, sempre diversi studi evidenziano l'importanza del contatto con la natura da parte dei più giovani dimostrando che decrescono i livelli di disturbi comportamentali, vengono alleviati i sintomi del Disturbo da Deficit di Attenzione/Iperattività - ADHD, ma anche migliorate le prestazioni accademiche. Incide anche il cambiamento che c'è stato nella società per le condizioni lavorative sempre più esasperate da produzione elevata con conseguente insoddisfazione, stress cronico dalla tecnologia che assicura, purtroppo in questo caso, la continua reperibilità e la connessione con la rete²⁷⁹. Secondo l'ipotesi della Biofilia²⁸⁰ gli umani hanno un'innata preferenza per la natura; per esempio ascoltare il canto degli uccelli, anzi i diversi canti, migliora la percezione e la soddisfazione della vita da parte dei residenti²⁸¹ ma non solo tale suono, tutti gli altri

²⁷⁸ Southon G. E., Jorgensen A., Dunnett N., Hoyle H., Evans K. L., Biodiverse perennial meadows have aesthetic value and increase residents' perceptions of site quality in urban green-space, 2017, *Landscape and Urban Planning*, Volume 158, p. 105-118, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204616301554>

²⁷⁹ Maanzi R., I Millennial sono la generazione più esausta tra burnout, produttività esasperata, ansia e depressione, greenMe, https://www.greenme.it/lifestyle/costume-e-societa/millennial-generazione-esausta/?utm_source=firefox-newtab-it-it

²⁸⁰ Meng, L., Xiang P., Li S., Economy or ecology? The relationship between biodiversity and human health in regions with different economic development, 2024, *Ecological Indicators*, Volume 158, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23013808>

²⁸¹ Meng, L., Xiang P., Li S., Economy or ecology? The relationship between biodiversity and human health in regions with different economic development, 2024, *Ecological Indicators*, Volume 158, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23013808>

rumori naturali hanno un effetto calmante e rigenerante. Non è strano il risultato emerso dal lavoro di Meng, Xiang e Li cioè tutti gli individui che sono cresciuti in un'area ricca in biodiversità, spesso sviluppano un profondo legame emozionale con la natura e più questo è forte e più pronunciati saranno i benefici sulla salute derivanti dalla natura.

«Il verde è il colore principale del mondo, e ciò da cui nasce la sua bellezza»

Pedro Calderón de la Barca

Curare le piante, ad esempio all'interno di un proprio orto oppure in quelli cittadini, è un toccasana per tutte le età, ci permette di focalizzarci sulla crescita di un esemplare, rilassarci e raccogliere i frutti delle proprie attenzioni; passeggiare in un parco o in un bosco, anche cittadini, ha effetti benefici sulla nostra salute poiché ci permette di trascorrere all'esterno del tempo di qualità attraverso la consapevolezza di quello che ci circonda dai suoni ai profumi, ci rilassa, ci permette di fare del moto, influenzando sul nostro sistema endocrino, sulla pressione sanguigna, sugli ormoni per citare alcuni benefici tanto che l'epigenetica²⁸² ha sottolineato l'esistenza di una

Hrustic A, Perché ascoltare il canto degli uccelli fa bene alla nostra salute mentale, 2025, National Geographic, https://www.nationalgeographic.it/perche-ascoltare-il-canto-degli-uccelli-fa-bene-alla-nostra-salute-mentale?utm_source=firefox-newtab-it-it

Diglio L., Ecco come il canto degli uccelli cambia con l'età e viene influenzato dalle migrazioni, 2025, https://www.huffingtonpost.it/la-zampa/2025/03/18/news/canto-uccelli-cambia-eta-migrazioni-424069637/?utm_source=firefox-newtab-it-it

²⁸² Aguilera O., Fernández A. F., Muñoz A., Fraga M. F., Epigenetics and environment: a complex relationship, 2010, Journal of applied physiology, <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00068.2010>

Bergland C., Large City Parks and Green Spaces Promote Well-Being, 2015, Psychology Today, <https://www.psychologytoday.com/qb/blog/the-athletes-way/201509/large-city-parks-and-green-spaces-promote-well-being>

Sardegna Foreste, L'importanza degli alberi, troppo spesso trascurata, 2022, <https://www.sardegnaforeste.it/notizia/limportanza-degli-alberi-troppo-spesso-trascurata>

Vitali A., Effetti benefici del verde sulla salute: nuove ricerche e progressi scientifici, Floraviva, <https://www.floraviva.it/news/servizi/5488-effetti-benefici-del-verde-sulla-salute-nuove-ricerche-e-progressi-scientifici.html>

Silli V., Bellucci V., Bianco P., Gli alberi e il miglioramento della qualità della vita nelle città, ISPRA, <https://www.isprambiente.gov.it/attivita/biodiversita/ispra-e-la-biodiversita/articoli/gli-alberi-e-il-miglioramento-della-qualita-della-vita-nelle-citta>

relazione importante con l'ambiente. Rimanendo all'interno delle aree naturali occupate da esemplari arborei e trascorrevi del tempo, è una pratica adottata in Giappone e in buona parte nell'area asiatica, porta a migliorare la qualità del sonno, l'umore, la capacità di concentrarsi, abbassando i livelli di stress; sono Shinrin Yoku, forest bathing, un'altra pratica è la forest therapy una terapia dedicata alle persone affette da patologie conclamate²⁸³.

Pagliaro I. R., Il giardinaggio ti allunga la vita: lo studio che conferma gli effetti terapeutici per mente e corpo, greenMe, 2025, https://www.greenme.it/casa-e-giardino/coltivare/il-giardinaggio-ti-allunga-la-vita-lo-studio-che-conferma-gli-effetti-terapeutici-per-mente-e-corpo/?utm_source=firefox-newtab-it-it

Mabey, 2010, Natura come cura. Un viaggio fuori dalla depressione, Einaudi

Davitt A., The importance of Green Spaces in an Increasingly Gray World, 2023, <https://sustainable-earth.org/green-spaces/>

Green and blue spaces and mental health: new evidence and perspectives for action. Copenhagen: WHO

Regional Office for Europe; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., <https://repository.uantwerpen.be/docman/irua/19cce3/179537.pdf>

²⁸³ Settore Nazionale forest bathing, Forest Bathing, <https://www.forestbathing.net/forest-bathing/>

Lorenzoni S., The good in town, Forest bathing e forest therapy, cosa sono e perchè sono differenti, 2023 <https://www.thegoodintown.it/forest-bathing-definizione-perche-fa-bene/>

Antonelli M., Donelli D., Il Forest Bathing: una pratica antica dai benefici moderni, Fondazione Patrizio Paoletti, <https://fondazionepatriziopaoletti.org/blog/educazione/il-forest-bathing-una-pratica-antica-dai-benefici-moderni/>

Immergiti nella natura e scopri le proprietà benefiche delle piante, Trentino, <https://www.visittrentino.info/it/articoli/natura-benessere/forest-bathing>

Forest Bathing, Parco del respiro, <https://www.parcodelrespiro.it/forest-bathing/>

Bagno nella foresta: una cura contro ansia, depressione e tensione, 2024, Trekking & outdoor, <https://www.trekking.it/salute-e-benessere/bagno-nella-foresta/>

Shinrin-Yoku: Cos'è e Come Funziona il Bagno nella Foresta, 2021, mypersonalTrainer, <https://www.my-personaltrainer.it/benessere/shinrin-yoku-bagno-foresta-cos-e-come-funziona.html>

Bortolazzi E., Shinrin-yoku: il potere terapeutico della natura per la gestione dello stress, La grande via, <https://lagrandevia.it/shinrin-yoku-il-potere-terapeutico-della-natura/>

Tsunetsugu Y., Park B. J., Miyazaki Y., Trends in research related to "Shinrin-yoku" (taken in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan, 2009, Environmental Health and Preventive Medicine, Volume 15, p. 27-37, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12199-009-0091-z>

Kavanaugh J., Hardison M. E., Rogers H. H., White C., Gross J., Assessing the Impact of a Shinrin-Yoku (Forest Bathing) Intervention on Physician/Healthcare Professional Burnout: A Randomized, Controlled Trial, IJERPH, Volume 19, Issue 21, <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/21/14505>

Clarke F., Kotera Y., McEwan K., A Qualitative Study Comparing Mindfulness and Shinrin-Yoku (Forest Bathing): Practitioners' Perspectives, 2021, Sustainability, Volume 13, Issue 12, <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6761>

Markwell N., Gladwin T. E., Shinrin-yoku (Forest Bathing) Reduces Stress and Increases People's Positive Affect and Well-Being in Comparison with Its Digital Counterpart, 2019, Ecopsychology, Volume 12, n. 4, <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/eco.2019.0071>

Kotera Y., Richardson M., Sheffield D., Effects Of Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy on Mental Health: a Systematic Review and Meta-analysis, International Journal of Mental Health and Addiction, 2020, Volume 20, p. 337-361, https://link.springer.com/article/10.1007/s11469-020-00363-4?trk=public_post_comment-text

Ideno Y., Hayashi K., Abe Y., Ueda K., Iso H., Noda M., Lee J. S., Suzuki S., Blood pressure-lowering effect of Shinrin-yoku (Forest bathing): a systematic review and meta-analysis, BMC Complementary Medicine and Therapies, 2017, Volume 17 <https://link.springer.com/article/10.1186/s12906-017-1912-z>

L'IMPORTANZA DELLA COMUNICAZIONE

Comunicare è un'azione inevitabile; ogni giorno ci avvaliamo di tale mezzo attraverso voce, gesti, colori, espressioni facciali, abbigliamento, arte, tecnologia e altro ancora. È importante la competenza comunicativa²⁸⁴ ovvero «*l'insieme delle presupposizioni reciproche, delle conoscenze e delle regole che rendono possibile uno scambio comunicativo*»; comprende anche le seguenti abilità, competenze:

- linguistica, la facoltà di produrre e interpretare i segni verbali ulteriormente ripartita in fonologica, sintattica, semantica e testuale
- paralinguistica, la capacità di avvalersi di enfasi, risate, cadenza della pronuncia, esclamazioni, silenzi e borbottii
- cinesica, l'abilità di comunicare attraverso gesti e postura
- prossemica, è il sapere modulare le distanze interpersonali e il contatto
- performativa, all'interno di una conversazione rappresenta l'avvalersi di un atto linguistico e non per raggiungere lo scopo della comunicazione; competenza pragmatica, il sapere usare a seconda della situazione segni linguistici e non adeguati a situazione e intenzioni
- socioculturale, è il riconoscimento delle situazioni sociali, delle relazioni di ruolo, i significati e gli elementi distintivi di una cultura

Al fine di assicurare una comunicazione efficace bisogna considerare il contesto sia verbale sia sociale e situazionale poiché cambia il modo con il quale ci si esprime. La comunicazione non verbale incide maggiormente rispetto quella verbale anche se passa del tutto inosservata, il suo impatto non rispecchia tale realtà infatti se viene

Hansen M. M., Jones R., Tocchini K., Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review, 2017, IJERP, Volume 14, Issue 8, https://www.mdpi.com/1660-4601/14/8/851?utm_source=aposto

²⁸⁴ Villano P., 2016, Psicologia sociale Dalla teoria alla pratica, il Mulino, Bologna (Litografia LI.PE, San Giovanni in Persiceto)
Zuanelli Sonino 1981
Zani 1998, 193

scomposto un messaggio si nota che circa il 55% è occupato dai movimenti del corpo in particolar modo dalle espressioni facciali; il 38% da timbro, tono e volume; infine il 7% dalle parole. È sorprendente quanto poco possano contare i significati delle singole parole. La comunicazione racchiude diverse funzioni: referenziale, ovvero lo scambio d'informazioni da parte degli interlocutori rispetto un referente; espressiva poiché un messaggio non è mai una neutrale trasmissione di informazioni ma spesso è in realtà una comunicazione sulla relazione tra due soggetti, portatore di potere e non; di controllo volta al raggiungimento di un obiettivo regolando il proprio o l'altrui comportamento; interattiva che consente, come suggerisce il termine, il mantenimento di una relazione tra chi parla e chi ascolta; infine metacognitiva la quale permette di comunicare sulla comunicazione in atto ed implica la riflessione sul linguaggio usato e la relazione tra i partecipanti. Modulando le modalità di trasmissione è possibile presentare un argomento in modo corretto riportando gli avvenimenti secondo una relazione logica e lineare oppure in modo non preciso portando l'ascoltatore a fraintendimenti e convinzioni errate che possono portare anche all'infodemia²⁸⁵. Nonostante questo bisogna tenere presente che anche i fraintendimenti possono suscitare delle domande che permettono di ritrattare il messaggio dato in maniera precisa ed approfondirlo concorrendo così al raggiungimento di una teoria più fedele alla realtà. In ambito scientifico il confronto è fondamentale, per questo la comunicazione richiede il massimo rigore tra le parti ad esempio il filosofo ed epistemologo Popper²⁸⁶ affermava che una teoria scientifica doveva essere formulata in modo da essere falsificabile per principio anche se le teorie di per se non venivano falsificate²⁸⁷; «ogni qualvolta una teoria ti sembra

²⁸⁵ Treccani, Infodemia, Neologismi 2020, [https://www.treccani.it/vocabolario/infodemia_\(Neologismi\)/](https://www.treccani.it/vocabolario/infodemia_(Neologismi)/)

²⁸⁶ Latour B., 2019, ESSERE DI QUESTA TERRA Guerra e pace al tempo dei conflitti ecologici, LEXIS - Rosenberg & Sellier, Torino

²⁸⁷ K. Popper, Conoscenza oggettiva: un punto di vista evolutivo

essere l'unica possibile, prendilo come un segno che non hai capito né la teoria né il problema che si intendeva risolvere». «Evitare errori è un ideale meschino. Se non osiamo affrontare problemi che sono così difficili da rendere l'errore quasi inevitabile, non vi sarà allora sviluppo della conoscenza. In effetti, è dalle nostre teorie più ardite, incluse quelle che sono erranee, che noi impariamo di più. Nessuno può evitare di fare errori; la cosa grande è imparare da essi». I mezzi visivi come video e immagini possono aiutare a comunicare, ad esempio in campo artistico vengono sfruttate le allegorie²⁸⁸, delle figure capaci di veicolare concetti complessi; anche in quello scientifico sono utili²⁸⁹.

A partire dagli anni Novanta, in Europa è sorta la tendenza che puntava alla valorizzazione dei territori attraverso la cultura²⁹⁰; la spinta è stata data dalla globalizzazione e dalla progressiva deindustrializzazione di ampie aree.

La comunicazione ambientale²⁹¹ è uno strumento fondamentale per aziende e pubbliche amministrazioni per raccontare le scelte e le opere fatte.

IDEE E PUNTI DI VISTA

La comunicazione è importante ma lo è anche considerare le diverse voci per raggiungere un comune obiettivo. La Convenzione di Aarhus²⁹² del 1998 è il

²⁸⁸ Lucarelli S., La costruzione dell'allegoria, 2020, Fototeca Girardi, <https://fototeca-girardi.com/blog/la-costruzione-dellallegoria/>
Pincherle A., Mazzoni G., Cessi C., Allegoria, Treccani - Enciclopedia Italiana (1929), [https://www.treccani.it/enciclopedia/allegoria_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/allegoria_(Enciclopedia-Italiana)/)

²⁸⁹ Agrawal S., Ulrich P., A Picture is Worth 1000 Words: Teaching Science Communication with Graphical Abstract Assignments, 2023, JMBE - Journal of Microbiology & Biology Education, <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/jmbe.00208-22>

Zhu L., Davis L., Carr A., A picture is not always worth a thousand word: The visual quality of photographs affects the effectiveness of interpretative signage for science communication, 2021, PubMed, National Library of Medicine, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33402040/>

²⁹⁰ Dondi M., Salustri S., 2021, Comunicazione storica, Tecnologie, linguaggi e culture, Biblioteca Clueb, Bologna

²⁹¹ 2B Srl, Comunicazione ambientale, <https://to-be.it/soluzioni/comunicazione-ambientale/>

documento che a livello internazionale ha trattato per la prima volta il diritto all'informazione ambientale e che ha anche considerato come diritto la partecipazione, i processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale; in Italia è stato ratificato tramite la Legge 108/2001²⁹³ e il Decreto Lgs n. 152 del 2006, meglio noto come *Codice Ambiente*²⁹⁴. Per conseguire una comunicazione efficace è importante sapere utilizzare il linguaggio più appropriato, chiaro, comprensibile, di facile fruizione. Il reporting è un modo incisivo per raggiungere i cittadini per permettere loro di valutare consciamente il lavoro delle amministrazioni. Altri mezzi per comunicare sono:

- ◇ sportelli d'informazione e consulenza dedicati all'ambiente
- ◇ incontri con la cittadinanza come seminari, tavole rotonde, manifestazioni, assemblee comunali aperte al pubblico
- ◇ campagne d'informazione
- ◇ opuscoli
- ◇ strumenti telematici
- ◇ piani di comunicazione ambientale.

Secondo la definizione della Linea Guida n.8 sulla partecipazione pubblica in relazione alla Direttiva Quadro 2000/60/CE²⁹⁵, la partecipazione pubblica è una possibilità offerta alle persone di influenzare gli esiti di piani e procedure; come procedere quindi?

²⁹² ISPRA, La Convenzione di Aarhus, https://www.isprambiente.gov.it/it/garante_aia_ilva/normativa/Normativa-sull-accesso-alle-informazioni/normativa-sovranaazionale/la-convenzione-di-aarhus

Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Funzione Pubblica, Comunicazione ambientale, <http://qualitapa.gov.it/sitoarcheologico/relazioni-con-i-cittadini/comunicare-e-informare/comunicazione-esterna/comunicazione-ambientale/>

²⁹³ Presidenza del Consiglio dei Ministri, Legge 16 marzo 2001, n. 108, Normativa, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2001-03-16:108!vig=>

²⁹⁴ Consiglio dei Ministri, Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Normativa, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03:152>

²⁹⁵ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Partecipazione pubblica, <https://www.mase.gov.it/pagina/partecipazione-pubblica>

Tutti gli stakeholder²⁹⁶, ovvero i portatori di interesse che in questo caso sono rappresentati dai cittadini e da tutte le parti che concorrono nella realizzazione di un progetto, devono essere necessariamente coinvolti in quanto possono apportare diversi punti di vista, anche in conflitto, per arricchire la pianificazione e l'attuazione del progetto. Freeman introdusse per primo il termine nel 1984 definendolo come un *«qualsiasi gruppo o individuo che può influenzare o essere influenzato dal raggiungimento degli obiettivi dell'organizzazione»*. Analizzare ogni portatore permette di organizzare al meglio priorità e preoccupazioni per assicurare una migliore comunicazione tra le diverse parti; la loro importanza è globalmente riconosciuta. Greiman presenta una dozzina di principi per i portatori di interessi:

1. l'identificazione del o dei portatori di interesse già dalla fase concettuale del progetto al fine di coinvolgerli il prima possibile
2. riconoscere gli stakeholder come un contributo di valore al progetto
3. porre come priorità i loro interessi ricordando che possono cambiare nel tempo
4. mai ignorare le loro preoccupazioni oppure diventeranno il tuo più grande problema
5. non dimenticare di inserire i loro problemi nel tuo bilancio, prevedere una franchigia
6. sforzati di tenere insieme nel tempo
7. riconoscere i loro valori come importanti per un processo etico ed inclusivo
8. cerca soluzioni che soddisfino contemporaneamente più portatori di interesse

²⁹⁶ Greiman V. A., Megaproject Management: Lessons on Risk and Project Management from the Big Dig, Hoboken (N.J.), Wiley, 2013
Regione Emilia-Romagna, Tamburini M., Gardini T., Sancassiani W., Frascaroli E., Focus Lab, Franceschini S., Pablo Comunicazione, Quaderni dell'partecipazione 01>09, Partecipare e decidere. Insieme è meglio – Una guida per amministratori e tecnici, Centro Stampa Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2009 https://partecipazione.regione.emilia-romagna.it/tutte-le-pubblicazioni/pubblicazioni/partecipazione-1/partecipazione_partecipare_decidere1.pdf

9. intraprendere un'intensa comunicazione in particolare con coloro con i quali si è in disaccordo e non solamente con coloro che sono di supporto
10. gestire in modo proattivo le relazioni tra loro e comprendere l'impatto delle loro preoccupazioni per ambito, tempi e costi
11. monitorare e riprogettare costantemente politiche, processi, procedure, pratiche per servirli al meglio
12. mantenere gli impegni presi con loro, sviluppare un rapporto di fiducia e rispetto

Anche i patti di collaborazione²⁹⁷ sono utili per coinvolgere i cittadini per individuare beni comuni urbani ed in seguito attivare un intervento di rigenerazione e di un progetto di gestione condiviso per curarli; i cittadini in questo modo diventano parte attiva della città, attenta al bene comune avanzando anche delle proposte alle pubbliche amministrazioni²⁹⁸. Seguendo tale spinta, le città in tal modo amministrate possono essere soprannominate «città umane»²⁹⁹ poiché sviluppo e coesione sociale vengono coniugate per mezzo dell'espressione di una governance democratica. Oggi purtroppo i cittadini possono trovare diverse difficoltà nel prendere decisioni collettive, secondo Lewanski³⁰⁰ sono quattro: il deteriorato rapporto tra governanti e governati, ovvero la mancanza di fiducia dei cittadini nelle capacità ed intenzioni della parte politica poiché manca di ricettività e trasparenza. La

²⁹⁷ Comune di Milano, Cosa sono i Patti di Collaborazione?, <https://www.comune.milano.it/web/patti-di-collaborazione/cosa-sono-i-patti-di-collaborazione>

Fondazione Innovazione Urbana, Dal 2014, cittadini e Amministrazioni possono stipulare dei "patti di collaborazione" per condividere la responsabilità nella cura e nella rigenerazione della città. Vuoi prenderti cura di un bene comune? Scopri come., <https://www.fondazioneinnovazioneurbana.it/pattidicollaborazione>

²⁹⁸ Comune di Casalecchio di Reno, Regolamento sulla collaborazione tra i cittadini e l'amministrazione per la cura dei beni comuni e lo svolgimento di azioni utili per la collettività, https://www.comune.casalecchio.bo.it/upload/casalecchiodireno_ecm6/gestionedocumentale/Regolamentobenicomuniurbani_784_90752.pdf

²⁹⁹ Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna

³⁰⁰ Ibid.

seconda motivazione riguarda la modalità con la quale le decisioni pubbliche sono presentate cioè come scontate e tecniche basate su conoscenze scientifiche e indicazioni degli esperti. La terza è rappresentata dalla natura stessa delle questioni che spesso sono intrattabili e perverse, persistenti e intricate, prive di soluzioni definitive ma solamente risolvibili attraverso soluzioni temporanee e imperfette. Infine la sfera pubblica e politica della contemporaneità sono eterogenee, diverse, plurali per interessi, culture, opinioni. Una via d'uscita da questo stallo può essere la partecipazione deliberativa³⁰¹ come *«un processo sociale inclusivo che mette al centro il dialogo e la comunicazione fondato sullo scambio autentico e reciproco di argomenti e ragioni in condizioni procedurali eque fra partecipanti liberi e uguali, in un clima di rispetto e di ascolto attento dei diversi punti di vista e che mira ad una progressiva comprensione delle ragioni altrui, rivolto a produrre un'attenta riflessione con l'obiettivo di pervenire a una decisione su una questione collettiva significativa in base alla «forza non-coercitiva dell'argomento migliore»»*. La partecipazione è necessaria per diversi motivi come l'apporto di conoscenza diretta dei luoghi e delle problematiche ma anche per le eventuali soluzioni e proposte d'intervento, i conflitti sono resi espliciti poiché emergono nelle prime fasi di un progetto cercando immediatamente delle alternative e delle varianti ma anche dal punto di vista economico è vantaggioso in quanto vengono impiegate meno risorse per rimediare, infine viene favorita la responsabilizzazione favorendo un ruolo attivo nella società. Al fine di favorire la discussione è possibile avvalersi di diverse tecniche riportate nella tabella 3:

³⁰¹ Ibid.

PER STIMOLARE LA SPONTANEITÀ	<ul style="list-style-type: none"> • Open Space Technology – OST • Brain Storming • Bar Camp • World Cafè
PER LA COSTRUZIONE DI SCENARI	<ul style="list-style-type: none"> • European Awareness Scenario Workshop • Oregon Model • Action planning
PER LA PROGETTAZIONE PARTECIPATA	<ul style="list-style-type: none"> • Goal Oriented Project Planning – Quadro logico • Giurie di cittadini • Camminate di quartiere • Mappe affettive • Metaplan • Planning for Real • Town Meeting

Tabella 3 Tecniche per favorire la discussione, tratto da Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna

Diverse città italiane hanno già da tempo considerato la partecipazione e la comunicazione come aspetti cruciali per cambiare la realtà ma anche per rendere la conversione ecologica socialmente desiderabile come affermato dal giornalista Alexander Langer³⁰². Ad esempio Torino si è impegnata per diffondere la cultura del programma UNESCO *Man and Biosphere* per valorizzare il territorio; Padova si è dotata di un Regolamento sulla collaborazione tra cittadini attivi e amministrazione per cura, rigenerazione e gestione condivisa dei beni comuni; Avellino intende coinvolgere anche le scuole per educare e sensibilizzare i nuovi cittadini. L'apparato pubblico³⁰³ si è sempre più orientato verso la comunicazione diventando una vera risorsa per costruire una nuova relazione con i cittadini, fondamentale per acquisire nuovamente la fiducia. Come riportato da Gambetta e Roniger³⁰⁴, per potersi fidare la conditio sine qua non è conoscere. Le basi di tale fiducia sono affidabilità, sicurezza, trasparenza, informazione, ascolto e citizen satisfaction, una modalità organizzativa orientata alla soddisfazione del cittadino. Che cosa ha impedito fino ad oggi alle

³⁰² Chiesa, A. et al. 2024. I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita? Quaderno ISPRA 33/2024 https://www.isprambiente.gov.it/files2024/pubblicazioni/quaderni/quad_as_33_24.pdf

³⁰³ Solito L., 2004, Cittadini e Istituzioni: come comunicare, Le bussole/156 scienze della comunicazione, Carocci Editore S.p.A., Roma

³⁰⁴ Gambetta, 1989 Roniger, 1992

Pubbliche Amministrazioni di comunicare con efficacia?³⁰⁵. L'attaccamento alla tradizione, che ha tramandato formule solenni, termini astrusi, prosa involuta; tutti questi elementi forniscono uno scarso valore informativo. È necessario trovare un equilibrio per permettere una migliore comprensione anche eliminando arcaismi, stereotipi e formalismi non necessari. Per comunicare in modo efficace bisogna adottare delle regole come produrre testi in funzione del destinatario finale, il cittadino, che dovrà leggere e comprendere quanto scritto, Gramsci osservava che i funzionari italiani scrivevano per i propri funzionari diversamente da quelli francesi ed inglesi che invece lo facevano per il popolo³⁰⁶. Come riportato da Sepe e Crobe³⁰⁷, il «*triangolo virtuoso del buon governo*» è rappresentato da qualità, comunicazione e partecipazione.

ANALISI DI PROGETTI STRATEGICI SIGNIFICATIVI

Per comprendere al meglio l'importanza e l'impatto che potranno avere i progetti all'interno dell'ecosistema cittadino, bisogna chiedersi che cosa si intenda per grande progetto. I grandi progetti³⁰⁸ sono «*spese connesse ad un'operazione comprendente una serie di lavori, attività o servizi afferenti ad un'unica azione indivisibile di precisa natura tecnica ed economica, che abbia finalità chiaramente identificate ed il cui costo complessivo superi i 25 milioni di Euro per interventi nel settore ambiente e i 50*

³⁰⁵ Priulla G., 2008, La comunicazione delle pubbliche amministrazioni, Editori Laterza - Gius. Laterza & Figli Spa, Roma-Bari

³⁰⁶ Quaderno del Carcere (a cura di V. Gerratana), Torino, Einaudi 1979, vol I

³⁰⁷ Sepe S., Crobe E., 2014, La comunicazione partecipata Narrare l'azione pubblica coinvolgendo i cittadini, Luiss University Press - Pola s.r.l., Roma

³⁰⁸ P.O.In. Attrattori culturali naturali e turismo, Grandi progetti, <http://www.poinattrattori.it/programma/grandi-progetti.html>
Regione campania, Grandi progetti, <https://porfesr.regione.campania.it/it/por/grandi-progetti-ubd8>
Parlamento Europeo, Consiglio dell'Unione Europea, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, Regolamento (UE) n. 1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1303&from=IT>

*milioni di Euro per interventi in altri settori»*³⁰⁹ tuttavia non esiste una chiara delimitazione normativa³¹⁰; nonostante questo sono definibili come tali tutte quelle opere infrastrutturali che necessitano di un impegno prolungato nel tempo, anni, interessano più Regioni o Province autonome o Stati.

I tre progetti di seguito brevemente presentati saranno utili per indagare come opere simili al progetto della Nuova Porrettana siano state realizzate, per il cambiamento che subisce l'area d'intervento, sul come tali progetti siano un'occasione per l'adattamento e la resilienza del territorio.

Madrid è stata scelta perché la circolazione dei veicoli è stata reindirizzata nel sottosuolo ed ha permesso la liberazione del suolo con la conseguente messa a dimora del verde includendo il fiume che interessa la città, per il ruolo che ha avuto la cittadinanza.

Boston è stata selezionata perché è riuscita a spostare il traffico pesante, ha riutilizzato il materiale derivante dagli scavi per chiudere delle discariche, ha ampliato l'offerta verde per i cittadini, per la riduzione di una specie inquinante in particolare, è stata compresa l'importanza del coinvolgimento del pubblico all'interno di simili progetti.

Barcellona è stata selezionata per la compresenza della strada e della ferrovia, per la creazione di un ampio spazio verde nel centro del progetto.

Questi progetti sono inoltre stati selezionati poiché sono simili per la tipologia di progetto, realizzazione di una struttura viaria che poteva modificare sostanzialmente la viabilità ed il traffico.

³⁰⁹ P.O.In. Attrattori culturali naturali e turismo, Grandi progetti, <http://www.poinattrattori.it/programma/grandi-progetti.html>

³¹⁰ Arpa Piemonte, Cosa sono le grandi opere?, <https://www.arpa.piemonte.it/scheda-informativa/cosa-sono-grandi-opere>

Madrid

La capitale spagnola³¹¹ è abitata da 3.422.416 la cui densità abitativa è di 5.672 abitanti per km^2 . Il suolo sotto Madrid è prevalentemente costituito dalla Meseta iberica, materiale argilloso, calcareo, granitico. La M-30³¹² fu inaugurata nel 1974 con le prime quattro sezioni della terza fascia. Nel tempo il progetto fu modificato più volte ampliando i collegamenti nella città, affrontando diversi problemi tra i quali proteste organizzate dai cittadini e abbassamenti del piano di campagna. Come ulteriore difficoltà che poteva scoraggiare il progetto, i progettisti hanno incontrato il fiume Manzanares che attraversa l'intera città. Il suo corso è parzialmente canalizzato nelle aree cittadine e in parte scorre liberamente nel parco urbano Madrid Río.

Il progetto del Calle 30 – M30 di Madrid interessa l'anello interno della mobilità cittadina ed è stato il cuore della trasformazione poiché la circolazione dei veicoli è

³¹¹ AdminStat Spagna, Mappe, analisi e statistiche sulla popolazione residente, <https://ugeo.urbistat.com/AdminStat/it/es/demografia/popolazione/madrid/20242802/4>

³¹² Portal web de Ayuntamiento de Madrid, Madrid Río, Flora y fauna <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/20Sabado/Madrid-Rio-informacion-ampliada/?vgnextfmt=default&vgnextoid=5acc7f0917afc110VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=4ff09d2e69de1210VgnVCM2000000c205a0aRCRD&idCapitulo=5955523>

Sendas temáticas Madrid Río, Sendas temáticas, <https://parquemadridrio-sendastematicas.com/fauna/>

Kunak, Calle 30: vertical gardens and air quality sensors combat pollution in the M-30 in Madrid, <https://kunakair.com/case-studies/calle-30-natura-vertical-gardens-kunak-air-quality-sensors/>

Gobierno de España, Urban Heat Islands: How Geospatial Open Data Can Make Our Cities More Resilient, <https://datos.gob.es/en/blog/urban-heat-islands-how-geospatial-open-data-can-make-our-cities-more-resilient>

Calle 30 , m30 madrid, <https://tunnel.ita-aites.org/en/cases-histories/case/m30-madrid>

Madrid calle 30, <https://mc30.es/>

Madrid calle 30, 50 años al servicio de los madrileños, <https://mc30.es/historia/>

Madrid Calle 30. Un proyecto de transformación urbana, <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UrbanismoVivienda/Urbanismo/MemoriaDeGestion2006/ActuacionesSingulares/Ficheros/C05.pdf>

use - urban sustainability exchange, The Madrid Río Project, <https://use.metropolis.org/case-studies/the-madrid-rio-project>

use - urban sustainability exchange, The Madrid Río Project, <https://use.metropolis.org/case-studies/the-madrid-rio-project#casestudydetail>

Parrinelli M. G., Madrid Río, il parco del XXI secolo, 2022, Villegiardini, <https://www.villegiardini.it/madrid-rio-parco/>

Archello, Madrid RIO, <https://www.archello.com/project/madrid-rio>

Ginés Garrido, Burgos & Garrido, Porras La Casta, Rubio & Álvarez-Sala, Madrid Río, <https://cdn.archilovers.com/projects/301e8280-f014-46a2-a725-d39d524740f2.pdf>

Perini K., Sabbion P., Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure, Blackwell Pub, 2017

Sustainable Development and Planning IV, Vol. 1 427

stata reindirizzata sottoterra. Questa sostanziale modificazione ha permesso di liberare il suolo dalle coperture in asfalto e di restituire ai cittadini spazi verdi. La nuova sezione costruita sotto la città copre 56 km.

Per la realizzazione di questa imponente rete di tunnel cittadini sono state impiegate due diverse tecniche costruttive: la prima prevede il tradizionale metodo con il quale numerosi tunnel sono stati realizzati, la perforazione attraverso le talpe meccaniche; il secondo metodo invece prevedeva il *taglia e copri* ovvero il posizionamento di pareti laterali con la successiva copertura attraverso una lastra che sormontava le prime due parti posizionate precedentemente.

I progettisti hanno realizzato un enorme corridoio, un parco, di oltre 10km, il Madrid Río, che ha valso alla città il premio Veronica Rudge Green Prize per il design urbano nel 2015 in quanto modello di trasformazione urbana e territoriale per l'eliminazione delle barriere tra i diversi quartieri. Il Madrid Río è una zona destinata alla ricreazione ma possiede anche la volontà di reclamare il fiume e le sue banchine per i cittadini. Un altro primato può vantare la città: i giardini verticali più grandi al mondo situati all'altezza del viale dell'Illuminismo che annoverano 3250 metri quadrati di vegetazione verticale che contribuisce all'assorbimento degli inquinanti, alla mitigazione del calore e da schermo per le zone circostanti al rumore. In totale, il Madrid Río e il progetto del Calle 30 hanno creato un corridoio ecologico di 129 ettari. L'illuminazione è stata rivoluzionata nell'intera area del progetto poiché nelle gallerie quella basata sulle lampade ad alogenuro è stata rimpiazzata con i LED mentre nei tratti all'aperto hanno sostituito le lampade ai vapori di sodio. Tale miglioramento è stato confermato dai risparmi energetici che sono andati ben oltre il 30%.

I diversi obiettivi che hanno guidato i progettisti sono stati: la creazione di nuovi spazi verdi lungo le rive del fiume; il coinvolgimento della cittadinanza per lo sviluppo del

nuovo spazio pubblico attraverso la partecipazione e fornendo informazioni sul come quel progetto potesse connettersi agli altri luoghi per il tempo libero, sport, culturali della città; migliorare l'integrazione tra il centro e i diversi distretti convertendo il fiume Manzanarre da barriera a punto d'incontro per i cittadini e di connessione per il vicinato ed i servizi ; il miglioramento della qualità dell'acqua; per migliorare la mobilità, ridurre i tempi di percorrenza e gli incidenti.

In parallelo sono stati creati 54 km di percorsi pedonali ed altrettanti 30 ciclabili; creati e ristrutturati diversi ponti e dighe; sono stati costruiti 12 cavalcavia per pedoni e ciclisti, 17 aree gioco per i bambini, 3 spazi per gli anziani e quasi 254 metri quadrati adibiti a sport; diverse passeggiate verdi.

Il successo del progetto è da attribuirsi anche alla pianificazione fatta attraverso un software che ha affiancato i progettisti nelle scelte di progettazione. Anche le critiche lo hanno reso forte poiché la Commissione del fiume Tagus responsabile dell'acqua pubblica ha imposto una serie di condizioni ambientali per potere eseguire il progetto; l'opposizione municipale ha poi richiesto il supporto dell'Europa per potere chiedere al consiglio comunale di condurre una valutazione d'impatto ambientale richiedendo inoltre una visita da parte di una commissione parlamentare europea per valutare ed osservare il progetto. Come risultato il progetto ha avuto esito positivo, acquisendo maggior credibilità in quanto conforme alle normative europee.

Il progetto proseguirà con la sepoltura della A-5 per continuare il cambiamento intrapreso con la M-30 attraverso l'ulteriore sviluppo di aree verdi, superfici pedonali ed altre strutture per il tempo libero. Infine la città provvederà con l'interramento del tratto finale del Paseo de la Castellana per 820m sopra il quale sarà liberato uno spazio di 70.000 m^2 nel quale saranno messi a dimora 700 alberi.

Quest'opera grazie al Madrid Río è diventata una nuova icona per la città; inoltre nel 2010 in occasione dell'Esposizione Mondiale tenutasi a Shanghai il progetto è stato esposto come esempio delle migliori pratiche urbane spagnole.

Madrid ha attuato un progetto comparabile con quello della prossima città poiché è stato il primo che ha realmente integrato una grande infrastruttura ed il tessuto urbano con il paesaggio, la città e l'ambiente naturale che lo circonda.

Boston

La capitale³¹³ dello stato americano del Massachusetts ospita una popolazione di 1.639.797 abitanti con una densità abitativa pari a 3.474 abitanti per km^2 . Il terreno sotto Boston è costituito da rocce ignee e metamorfiche, depositi glaciali, terreno artificialmente messo in posto. Nella storia degli Stati Uniti³¹⁴, l'arteria centrale è annoverata come il più ampio, complesso e tecnologicamente sfidante progetto viario che permette un significativo calo della congestione dovuta al traffico tanto da avere

³¹³ Worldometer, Le città più grandi per popolazione negli Stati Uniti (2025), [https://www.worldometers.info/it/popolazione/citta-piu-grandi-in-stati-uniti/#:~:text=Table+title:%20Le%20citt%C3%A0%20pi%C3%B9%20grandi%20per%20popolazione,urbana:%20Boston%20%7C%20Densit%C3%A0%20\(Ab/Km%C2%B2\):%203.474%20%7C](https://www.worldometers.info/it/popolazione/citta-piu-grandi-in-stati-uniti/#:~:text=Table+title:%20Le%20citt%C3%A0%20pi%C3%B9%20grandi%20per%20popolazione,urbana:%20Boston%20%7C%20Densit%C3%A0%20(Ab/Km%C2%B2):%203.474%20%7C)

³¹⁴ENR, Knapschaefer J., MassDOT Crews Finish Fixing Big Dig Tunnel Lights With Safety Straps, <https://www.enr.com/articles/5075-massdot-crews-finish-fixing-big-dig-tunnel-lights-with-safety-straps>
NBC NEWS, \$14.6 billion Boston Big Dig project is leaking, <https://www.nbcnews.com/id/wbna6451292>

La Repubblica, D'Elia Dario, un occhio elettronico controlla la salute delle piante in città, <https://www.repubblica.it/green-and-blue/2023/12/04/news/monitoraggio-verde-urbano-roma-421568594/>

Agronline, Micale R., Greenery Scanner: il monitoraggio intelligente del verde urbano in fase di test a Roma, https://www.agronline.it/ambiente-territorio/greenery-scanner-il-monitoraggio-intelligente-del-verde-urbano-in-fase-di-test-a-roma_41782

Sound Seal, Boston's Big Dig, <https://www.soundseal.com/full-article/acoustical-curtain-panels>
Greiman V. A., Megaproject Management: Lessons on Risk and Project Management from the Big Dig, Hoboken (N.J.), Wiley, 2013

ITA-AITES, Boston's central artery, <https://tunnel.ita-aites.org/en/cases-histories/case/boston-s-central-artery>

The Greenway, <https://www.rosekennedygreenway.org/>

The Greenway, <https://www.rosekennedygreenway.org/history/>

The Greenway, Public Documents, <https://www.rosekennedygreenway.org/publicdocuments/>

Highway Division, Commonwealth of Massachusetts, The Big Dig: project background, <https://www.mass.gov/info-details/the-big-dig-project-background>

Highway Division, Commonwealth of Massachusetts, The Big Dig: fact and Figures, <https://www.mass.gov/info-details/the-big-dig-facts-and-figures>

migliorato la mobilità in una delle più vecchie città del Nuovo Mondo. Inoltre ha permesso il miglioramento della qualità ambientale e la crescita economica del Massachusetts e del New England. Attraverso il progetto Big Dig è stato possibile rimpiazzare la vecchia e deteriorata struttura a sei corsie sopraelevate spostando il traffico pesante sottoterra, costruire due nuovi ponti sopra il fiume Charles, estendere la I-90 fino all'aeroporto internazionale di Boston Logan e la Route 1°, la creazione di quasi 122 ettari di terra sgombra ed infine ha permesso la riconnessione del centro di Boston con il lungomare. L'intero progetto iniziò con la preparazione della documentazione inerente gli impatti ambientali nel 1982. L'avvio del progetto avvenne nel 1991 per spostare il traffico pesante fuori dalle strade del quartiere dirottandolo nel terzo tunnel per attraversare il porto di Boston. La vecchia infrastruttura viaria fu aperta nel 1959, la quale ospitava circa 75.000 veicoli giornalmente; una quarantina di anni più tardi i veicoli aumentarono vertiginosamente fino a circa 200.000 tramutandola nell'arteria più congestionata con il conseguente problema del traffico che la soffocava per più di una decina di ore ogni giorno con anche il conseguente aumento dei tassi d'incidente. Gli stessi problemi ricadevano anche sulle vicine infrastrutture viarie. Tra il 1995 e il 2003 i ritardi causati dal traffico precipitarono vertiginosamente fino al 62% ed economicamente si traduce in un risparmio annuo pari a 168 milioni di dollari per tempo e costi. I materiali di risulta del progetto sono stati impiegati per chiudere le discariche complete nel New England. Il sistema di ventilazione è costituito da 7 impianti diventando così il più grande sistema di ventilazione al mondo. Il traffico che scorre all'interno dei tunnel è monitorato da un avanzato sistema di monitoraggio dotato anche di un sistema che risponde agli incidenti. In genere i segnali radio e telefonici nei tunnel vengono meno ma, in questo caso sono ritrasmessi al suo interno mantenendo la possibilità di comunicare con

l'esterno. Per la parte inerente al verde, il progetto ha potuto creare più di 45 parchi e piazze oltre ad un'isola, la Spectacle Island, di più di 40 ettari che ospita il nuovo centro visite ed i pontili. Anche la presenza e la qualità dell'acqua non sono state trascurate poiché anche la costa ha subito un importante restauro all'interno del bacino del Fiume Charles, nel canale di Fort Point, nel Rumney Marsh inoltre è stata inserita nel vecchio tracciato dell'arteria che parte da Chinatown e attraversa i distretti di Wharf e North End insieme ad altre amenità e verde è oggi nota come la Rose Kennedy Greenway. Nel corridoio del centro di Boston è stato creato un viale alberato, costituito da quasi 900 esemplari ed un sistema di irrigazione, che include diverse passeggiate pedonali, nuovi lampioni e piazze. Oltre ai precedentemente citati parchi, ne sono stati realizzati altri lungo il bacino del fiume Charles tanto che a East Boston hanno trasformato la città; tre quarti dei 12 ettari del centro sono stati destinati a spazio aperto, il 25% è destinato ad un modesto sviluppo che include diversi esercizi, uso abitativo e edifici a bassa crescita. La Greenway costituisce un importante spazio verde per i cittadini, per tutte le età, abbattendo la frattura che era stata creata dal vecchio tracciato viario diventando uno spazio per diverse attività pubbliche. Per sostenere la presenza delle api, la Greenway ospita diverse arnie. L'intero intervento ha permesso di abbattere nell'intera Boston il monossido di carbonio del 12% nonostante la nuova infrastruttura sotterranea sia costituita da 8/10 corsie invece delle precedenti 6 in quanto il traffico è scorrevole. Tra le lezioni apprese vi è l'essenziale coinvolgimento del pubblico per assicurare il successo del progetto; l'educazione del pubblico rispetto progetti di simile portata e complessità.

Barcellona

La città spagnola³¹⁵ ospita 1.686.208 abitanti con una densità di 16.654,64 abitanti per km^2 . La città poggia su diversi strati alluvionali messi in posto dal fiume Llobregat, sabbie, rocce calcaree, argille. Plaça de les Glòries Catalanes³¹⁶ fu disegnata per la prima volta da Idelfonso Cedrà nel 1859 in occasione del piano di espansione della città; tracciò due assi diagonali il cui incontro avrebbe originato una piazza al fine di spostare la centralità cittadina nel senso est-ovest. Nel 1905 l'urbanista Léon Jaussely rafforzò tale proposito spostandovi alcuni servizi. Nel 1989 la piazza non ha ancora raggiunto la sua definitiva struttura però è il punto nevralgico che collega la città con l'autostrada A19, è attraversata dalla ferrovia che proviene dalla stazione centrale. Tale complessità porta i progettisti alla creazione di una piazza per il pubblico, che risolva gli incroci stradali, che riconfiguri le diverse minuscole aree verdi in un'unica area verde. La soluzione è costituita da un'enorme rotatoria formata da due anelli ovali su due piani suddivisi per le strade cittadine, al di sotto, e per il

³¹⁵ Worldometer, Spagna: Dati demografici, <https://www.worldometers.info/it/demografia/spagna-demografia/>

Wikipedia, Barcellona, [https://it.wikipedia.org/wiki/Barcellona#:~:text=Barcellona%20\(pron.%20%22Barcell%C3%B3na%22;%20in%20catalano%20Barcelona%20%5Bb%C9%99%C9%BEs%CC%99%C9%99%CB%88%C9%A%20Bon%C9%99%5D,dello%20Stato%2C%20oltre%20che%20dell%27omonima%20provincia%20e](https://it.wikipedia.org/wiki/Barcellona#:~:text=Barcellona%20(pron.%20%22Barcell%C3%B3na%22;%20in%20catalano%20Barcelona%20%5Bb%C9%99%C9%BEs%CC%99%C9%99%CB%88%C9%A%20Bon%C9%99%5D,dello%20Stato%2C%20oltre%20che%20dell%27omonima%20provincia%20e)

³¹⁶ Barcelona, Info Barcelona, Less noise and pollution with the opening of the tunnel in Glòries, https://www.barcelona.cat/infobarcelona/en/tema/environment-and-sustainability/less-noise-and-pollution-with-the-opening-of-the-tunnel-in-glories_1202251.html

Barcelona, Info Barcelona, Urban planning, Ecological Transition, Urban Services and Housing, <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/en/bodies-involved/citizen-participation/les-glories-and-surrounding-area>

Gobierno de Espana, Urban Heat Islands: How Geospatial Open Data Can Make Our Cities More Resilient, <https://datos.gob.es/en/blog/urban-heat-islands-how-geospatial-open-data-can-make-our-cities-more-resilient>

Rotatorie architetture per il movimento, Arredo & città, n. 2, 2007, Brighi E., ARRIOLA&FIOL, PLAÇA DE LES GLÒRIES CATALANES, BARCELONA, 1989-1992, https://www.arredoecitta.it/wp-content/uploads/2018/02/AC-2_07-BR.pdf#page=42

Nadotti C., L'esempio di Barcellona: spazi verdi al posto del cemento, 2023, https://www.repubblica.it/green-and-blue/2023/11/10/news/decarbonizzazione_citta_barcellona-419870430/

Tzvetozar Vincent Iolov, New tunnel in the heart of Barcelona lets the city breathe easy, 2021, <https://www.themayor.eu/en/a/view/new-tunnel-in-the-heart-of-barcelona-lets-the-city-breathe-easy-9317>

Plaza de las Glorias, 2020, <https://www.architonic.com/it/pr/plaza-de-las-glorias/20229370/>

traffico proveniente dalla Gran Via e l'autostrada per entrambe le direzioni, al di sopra. Tale conformazione ha permesso anche lo spazio per la creazione dei parcheggi celati al di sotto dello spazio verde centrale. L'omaggio alle Glorie è assicurato da un sistema di percorsi lastricati, statue con epigrafi commemorative, impianti luminosi che emettono bagliori nel cielo durante la notte. È il progetto che Barcellona ha applicato per rendere la città più verde regalando aree verdi ai cittadini e allo stesso tempo ha spostato nel sottosuolo il traffico dei veicoli che congestionava e che rendeva rumorosa la città. Il quartiere di Glories permette ai cittadini di potere apprezzare un pezzo di Barcellona nel silenzio e senza la presenza dei veicoli ma accompagnata dal profumo derivante dalle diverse aiuole che integrano sistemi di drenaggio urbano sostenibili che permettono una migliore regimazione delle acque meteoriche. Prima di questo miglioramento gli abitanti avevano accesso a $2,7m^2$ di spazio verde pro capite, nettamente al di sotto dei 9 consigliati dall'OMS. L'area liberata dalla precedente infrastruttura ammonta a 6 ettari; la nuova area verde ospita diverse specie, aree gioco ed un'area centrale libera ricoperta da prato. Il sistema di illuminazione ha una parte importante nell'area verde, che presenta una sequenza di chiaroscuro con diversa omogeneità che crea così diverse zone per le diverse destinazioni d'uso. L'illuminazione è assicurata da diverse altezze, intensità in modo da incontrare le diverse forme offerte dalle diverse essenze inserite.

Di seguito è inserita la tabella 4 di confronto tra i tre progetti. Per distinguere le tre città all'interno della tabella: Madrid Boston Barcellona

Matrici	Impatto	Azioni	Monitoraggio
Animali	Creazione habitat		-
Piante	<ul style="list-style-type: none"> Madrid Rio Giardini verticali Passeggiate verdi Ampliamento verde 	<ul style="list-style-type: none"> Liberazione suolo da asfalto Creazione spazi verdi 	<ul style="list-style-type: none"> Sensori Inventari
	<ul style="list-style-type: none"> Creazione spazi verdi Viali alberati Parchi Isola Greenway 	-	<ul style="list-style-type: none"> Greenery Scanner
	<ul style="list-style-type: none"> Area verde centrale 	-	-
Inquinanti	<ul style="list-style-type: none"> Assorbimento/mitigazione tramite verde inserito 	-	<ul style="list-style-type: none"> Sensori
	<ul style="list-style-type: none"> Riduzione tassi inquinamento 	-	-
	<ul style="list-style-type: none"> NO_2: -39% durante cantiere e apertura entrambi tunnel Rispetto Eixample nel tunnel -4,8% PM_{10}: rispetto Eixample -13,2% 	-	<ul style="list-style-type: none"> Comparazione dati Monitoraggio inquinamento Stazione monitoraggio Eixample
Microbi	-		
Uccelli	-		
Insetti	-		
	Sostegno api con arnie		-
	-		
Funghi	-		
	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Greenery Scanner
	-	-	-
Rumore	Mitigazione tramite verde inserito		-
	<ul style="list-style-type: none"> Pannelli fonoassorbenti anche durante il cantiere 	-	-
	<ul style="list-style-type: none"> Da 74 dB a 65 dB 	-	<ul style="list-style-type: none"> Comparazione dati
Acqua	<ul style="list-style-type: none"> Fiume Manazarre Inclusione fiume con corso libero nel Madrid Rio e canalizzato nella città Miglioramento 	<ul style="list-style-type: none"> Restauro ponti e dighe 	-

	qualità		
	<ul style="list-style-type: none"> • Restauro opere interessate dal fiume e dal canale • Infiltrazioni nelle strutture del progetto 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Sensori
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi drenaggio sostenibili • Regimazione precipitazioni 	-	-
Isola di calore	Mitigazione tramite verde e fiume		<ul style="list-style-type: none"> • Open data • Satelliti • Stazioni • Inventari
	-		
	-		
Partecipazione	<ul style="list-style-type: none"> • Informazioni fornite • Commissione fiume Tagus • Commissione parlamentare europea 		-
	<ul style="list-style-type: none"> • Coinvolgimento • Educazione 	-	-
	<ul style="list-style-type: none"> • Continua collaborazione cittadini-consiglio città • Working Group 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Commitment to Glòries

Tabella 4 Confronto tra azioni intraprese dai progetti attuati a Madrid, Boston, Barcellona

Dopo avere letto e confrontato quanto riportato nella tabella, emergono un diverso interesse e grado di approfondimento delle tematiche ambientali.

L'elemento che accomuna i tre progetti è la volontà di creare un ambiente migliore per la matrice animali anche se mancano delle azioni specifiche volte alla tutela della loro esistenza; tale evidenza è sostenuta dalle voci uccelli lasciata vuota e da quella inerente gli insetti parzialmente vuota per il fatto che Boston ha previsto l'inserimento di arnie per supportare le api trascurando però tutti gli altri pronubi.

Microbi e funghi non sono stati considerati come parte integrante dei progetti; per la matrice funghi il progetto americano ne tiene conto per il monitoraggio solamente come fattore che nuoce alla salute delle specie arboree.

Tra le matrici che interessano il campo dei viventi, le piante sono le uniche che in generale godono di maggiore attenzione.

L'acqua ha interessato i tre progetti però l'unico che ha previsto un suo monitoraggio è stato Big Dig quindi si potrebbe dedurre la sua qualità non sia di prioritaria importanza.

La matrice dell'isola di calore è stata considerata solamente da Madrid; per questo potrebbe essere dedotta la seguente conclusione: l'isola di calore è un normale effetto secondario, collaterale, del vivere in un ambiente fortemente antropizzato.

L'ultima matrice, la partecipazione, è inizialmente considerata dai tre progetti però la partecipazione continua nel tempo è contemplata solamente da Barcellona attraverso la Commitment to Glòries.

Nonostante quanto detto fino ad ora, l'altro elemento che emerge è la difficoltà a paragonare i tre progetti poiché gli elementi ambientali che vengono monitorati e valutati non sono i medesimi. Tale difficoltà è riscontrabile anche da parte dei cittadini, dagli enti e dal personale tecnico che potrebbe sfruttarli per trarre le azioni intraprese per poi replicarle localmente. Continuando con quanto detto, la difficoltà della divulgazione risiede anche nel luogo in cui viene operata, ovvero il sapere scientifico e settoriale viene principalmente divulgato ad alti livelli all'interno di convegni ed enti di ricerca come le università, pubblicazioni scientifiche nella lingua inglese, seguendo la élite dominante occidentale; le tempistiche molto diluite dei progetti strategici sono il secondo fattore di difficoltà che rende le tecnologie ed i mezzi impiegati obsoleti.

Considerando ora quanto è stato fatto, vi possono essere degli elementi come modello da implementare.

Madrid e Boston hanno impiegato dei sensori per monitorare le diverse essenze inserite nei rispettivi progetti; potrebbe essere una base di partenza per monitorare nel tempo la qualità delle specie inserite.

La componente micologica potrebbe essere considerata non solo come nel caso americano come elemento che può nuocere all'integrità delle piante ma anche come punto di sinergia con le stesse.

Boston per la qualità dell'acqua è l'unica città che si è impegnata nel controllo rispetto le altre due; per tale motivo al fine di ricercare eventuali sostanze che possono percolare oppure rilasciate in altro modo all'interno della risorsa idrica e non solo è bene impiegare un controllo costante dell'acqua nelle immediate vicinanze dell'infrastruttura realizzata ma anche controllare la qualità a monte e a vallo per poi confrontarla con la situazione antecedente al fine di escludere altre fonti di inquinamento. Quanto appena detto è possibile applicarlo anche per la matrice del suolo.

Gli inquinanti sono stati maggiormente considerati nel progetto della Plaça de les Glòries tre i tre progetti poiché vi è una consistente parte nel monitoraggio. Tali soluzioni possono essere di esempio per essere applicate anche in altri progetti. La città può essere ancora un riferimento per la successiva matrice, rumore, perché si impegna a comparare i dati raccolti al fine di valutare i benefici effettivi delle soluzioni adottate.

L'isola di calore invece è monitorata da Madrid attraverso diversi mezzi e questo è un ottimo esempio per potere studiare l'evoluzione delle temperature cittadine anche in altri progetti; il successivo passo può essere la comparazione tra monitoraggi effettuati con gli stessi strumenti.

IL PROGETTO DELLA NUOVA PORRETTANA

Inquadramento

Il progetto del Nodo ferro stradale di Casalecchio interessa una notevole porzione di territorio della provincia di Bologna facente principalmente parte dei Comuni di Casalecchio di Reno e Sasso Marconi. Le strade che attraversano il comune sono interessate da diverse tipologie di traffico, in particolare quello pesante che attraverso la realizzazione del nuovo tratto interrato verrà convogliato e rimosso dalla circolazione superficiale, sia su gomma sia su rotaia. Concentrando l'attenzione nell'area di Casalecchio il territorio è sia pianeggiante sia collinare con rilievi che non superano i 400 metri sul livello del mare la dimensione del comune è di circa 17 km^2 ; il comune è diviso dal Fiume Reno e si estende tra le prime pendici dell'Appennino Emiliano. Il clima è prevalentemente continentale caratterizzato da pioggia e nebbie frequenti; le estati sono spesso afose anche se vengono mitigate dai rilievi circostanti. È possibile notare delle fratture del tessuto urbano cittadino derivanti dalle infrastrutture viarie, dall'alta densità abitativa che richiede efficienti vie di comunicazione. Nelle vicinanze dell'area interessata dal progetto sono presenti delle aree verdi che si riveleranno essere fondamentali per la qualità ambientale quali, ad esempio, il Giardino Walter Mignani, il parco Gianni Rodari, il corridoio ecologico del Parco Faianello, le diverse aree verdi private e quelle caratterizzate da una notevole estensione che contornano le diverse strade. La popolazione ammonta a 35.373 abitanti con una densità per km^2 che varia tra 2.042 e 2.099; la distribuzione per età è eterogenea.

Il progetto

Il progetto della Nuova Porrettana è suddiviso in due stralci, nord e sud, che allo stato attuale è ancora in fase di cantiere. Il progetto prevede l'interramento del nuovo tracciato ed un rimaneggiamento della viabilità circostante oltre che la realizzazione di uno svincolo all'altezza di Faianello, i lavori interessano il territorio fino all'area Cantagallo. Di seguito verrà trattato quanto previsto dal progetto realizzato dal Comune di Casalecchio di Reno. Come nel caso di qualsiasi altra grande opera è stato necessario un attento studio e progettazione, infatti si è iniziato a parlare di tale progetto³¹⁷, fino ad arrivare alla prima approvazione dell'originario progetto definitivo, nel 1992. Per potere indagare le necessità prossime e future di tale infrastruttura, è stato usato un modello di assegnazione dei flussi del traffico che ha permesso di stimare per l'anno 2015 una domanda che sarebbe stata soddisfatta dalla rete di trasporto potenziata, per il 2025 una situazione che si sarebbe stabilizzata come per il successivo decennio infine procedendo oltre si sarebbe verificato un incremento della mobilità leggera e pesante.

Gli obiettivi del progetto sono la riduzione del traffico veicolare, che attualmente insiste sulle strade, composto per la maggior parte da mezzi pesanti quando vi sono problemi sull'autostrada così da ottenere una viabilità più efficiente e sicura per l'abitato; ridurre i tassi d'inquinamento; agevolare i tempi medi di percorrenza; rendere efficiente dal punto di vista ambientale l'infrastruttura.

³¹⁷ ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori, 2020, Progetto esecutivo Nodo Ferrostradale di Casalecchio di Reno Progetto stradale Stralcio Nord

Secondo quanto riportato all'interno della Delibera³¹⁸ CIPE n. 81 del 29 marzo 2006, corrispondente alle prescrizioni dell'istruttoria VIA, è stato previsto un ammodernamento della s.s. 64 Porrettana. Tali modifiche dovevano essere rese pubbliche attraverso la pubblicazione di avviso di deposito, liberamente consultabile dal pubblico, degli elaborati progettuali all'interno del Bollettino ufficiale della Regione. La direttiva³¹⁹ del P.T.C.P., art. 12.10, comma 4, afferma che il tracciato storico della Porrettana debba prevedere la contemporaneità della rifunzionalizzazione del tracciato riorganizzandolo in modo fisico e funzionale.

Le strutture tettoniche³²⁰ che interessano il progetto fanno parte di un sistema a falde orogeniche di età medio eocenica dell'Orogenesi Alpina. Il territorio è caratterizzato da un'importante eterogeneità sia materiale sia strutturale.

Per le acque reflue di origine meteorica e accidentale, la Direttiva³²¹ afferma che dovranno essere previsti presidi per tutelare i corsi d'acqua, le fognature, inserendo delle saracinesche idrauliche all'immissione dei reflui in fognatura e di quelli provenienti dai bacini di laminazione nei corsi secondari che scaricano direttamente nel fiume Reno. La raccolta delle acque è chiusa e prevede il trattamento delle acque di prima pioggia; l'attenzione si concentra sull'impermeabilizzazione delle superfici di piattaforma stradale con conseguente peggioramento della qualità e della quantità delle precipitazioni raccolte. I sistemi di smaltimento delle acque devono assicurare

³¹⁸ Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica Archivio delle Delibere CIPE dal 1967 a oggi, Delibera numero 81, del 29 Marzo 2006, <https://ricerca-delibere.programmazioneeconomica.gov.it/81-29-marzo-2006/>

³¹⁹ P.T.C.P., Norme di attuazione
https://cartografia.cittametropolitana.bo.it/ptcp/elaborati_piano/Norme%20PTCP-testo%20coordinato.pdf

³²⁰ ANAS S.p.A, Nodo ferrostradale di Casalecchio di Reno progetto stradale stralcio nord

³²¹ Ibid.

in caso di precipitazioni intense uno smaltimento immediato così da evitare ristagni sulla sede stradale ed una raccolta differenziata delle acque così da non essere inutilmente trattate. Il nuovo tracciato, comprese anche le fondazioni, interessa diverse falde acquifere per tale motivo, secondo la Direttiva, devono essere realizzate dei sistemi di baypass in accordo con le direzioni di deflusso della falda connessa al fiume. In attuazione del P.T.C.P., art 4.2 denominato *Alvei attivi*, non devono essere create deviazioni artificiali garantendo il regime di officiosità idraulica dei Rii Bolsenda e dei Gamberi, anche per escludere il rischio idraulico e di inquinamento delle acque. È inoltre prescritto che ogni modificazione morfologica del suolo nelle zone d'alveo non deve modificare gli elementi naturali fisici, biologici che danno tipicità o funzionalità all'ecosistema fluviale. Infine qualsiasi modificazione morfologica deve sottostare al parere positivo dell'Autorità idraulica competente. Il tracciato dell'opera interessa anche la zona del Cantagallo, ad elevata probabilità di inondazione; per tale motivo la Direttiva sottolinea la necessità di non incrementare il rischio idraulico ma anche garantire la coerenza con gli interventi di emergenza e protezione civile. I corpi idrici principali alla grande scala corrispondono³²² alle conoidi alluvionali appenniniche ed alla conoide del Reno. Il livello piezometrico generale sottolinea un forte impatto antropico corrispondente al prelievo ad uso civile; l'acqua viene richiamata dagli acquiferi profondi attraverso pozzi che permettono la comunicazione di acquiferi sovrapposti. Nonostante tale evidenza, stando a quanto rilevato da ARPA³²³, si sono registrati miglioramenti sensibili. Nell'area della conoide del Reno si ha la massima ricarica dell'acquifero ad opera delle acque superficiali provenienti dai bacini imbriferi che si infiltrano a monte nel sottosuolo; le aree pedecollinari prossime al fiume Reno sono ricaricate direttamente

³²² ANAS S.p.A, Nodo ferrostradale di Casalecchio di Reno progetto stradale stralcio nord

³²³ ARPA, 2003

dalle precipitazioni grazie all'elevata permeabilità dei sedimenti. L'intera area oggetto dell'intervento risulta essere caratterizzata da diverse sorgenti per tale motivo è difficile attribuire un comportamento idrodinamico univoco, parametrizzare uniformemente a causa della significativa presenza di corpi quaternari tipizzati da forti eterogeneità litologiche. Quindi a seconda della litologia prevalente e dell'ambiente di deposizione sono stati attribuiti diversi comportamenti idrodinamici: acquifero, acquitardo e acquiclude. Siccome sono presenti numerose linee di deflusso naturale delle acque si è reso necessario adottare interventi ed opere specifici per garantire e tutelare il consueto deflusso. Nonostante quanto riportato in precedenza l'area oggetto del progetto non ricade in una zona di vincolo idrogeologico.

Per tutelare la qualità dell'aria, è prescritta³²⁴ la presenza di soluzioni che convogliano e filtrano le polveri poiché nei tratti interrati incide sia il risollevarimento meccanico delle polveri ad opera dello scorrimento veicolare sia l'alta concentrazione di inquinanti. Secondo quanto previsto per il monitoraggio nel SIA, dovrà essere previsto un punto di misura per la concentrazione delle polveri, anche fini.

Secondo la Direttiva³²⁵ del P.T.C.P. per mitigare e compensare l'impatto dell'opera è necessario inserire una fascia di ambientazione di 30 m per lato. Le specie inserite hanno diversi scopi quali la preservazione del suolo, un inserimento ambientale e paesaggistico adeguati all'area d'intervento, una manutenzione contenuta. Come viene suggerito all'interno della documentazione inerente le opere a verde del Progetto della Nuova Porrettana, è bene assicurare un impianto a verde plurispecifico così da massimizzare le possibilità di attecchimento dei singoli

³²⁴ Ibid.

³²⁵ Ibid.

esemplari ma anche per la possibilità di fare colmare alle specie vicine il vuoto lasciato da un esemplare morto. Le specie sono state scelte secondo questi criteri: autoctone facenti parte della vegetazione potenziale delle aree d'intervento; massima possibilità di attecchimento in seguito all'impianto e autosostentamento nel caso di vuoti e fallanze; uso di impianti arbustivi e arborei che non presentano eccessivo sviluppo e dimensione all'impianto capaci di sopportare il trauma d'impianto. Nonostante queste caratteristiche possono assicurare un effetto ambientale immediato. Per garantire la miglior presenza delle diverse specie selezionate ma anche per garantire una migliore condizione di vita per il singolo esemplare sono stati definiti diversi schemi di impianto: filare arboreo di tipo Farbo singolo e doppio; nucleo arboreo di tipo Narbo; nucleo arbustivo Narbu; rimboschimenti che ricadono nel Bosco planiziale; macchie arborate e arbustive; siepi; bordature di salici.

Il P.T.C.P. ³²⁶ impone che le mitigazioni acustiche dovranno essere schermate con soluzioni paesaggistiche attraverso l'impiego di specie autoctone o naturalizzate per il miglior successo d'impianto o architettoniche. Per il rumore la Direttiva ha imposto la redazione di uno studio di impatto acustico che va oltre il decennio dall'entrata in esercizio che comprendono tra i diversi dati i livelli sonori in facciata per giorno e notte per tutti i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza. Infatti per contrastare il rumore, il progetto prevede l'inserimento di diverse barriere acustiche multimateriale sia lasciate così come sono sia ricoperte da rampicanti oppure celate da diverse tipologie di vegetazione tenendo presente anche la sicurezza degli uccelli.

³²⁶ Ibid.

Al fine di ridurre la quantità di rifiuti prodotti durante i lavori sono stati predisposti i criteri per il riutilizzo dei sottoprodotti come nel caso del terreno vegetale rimosso attraverso lo scotico per poi essere ricollocato nel sito originario dopo averlo conservato in un deposito specifico; i materiali di scavo saranno reimpiegati nei rilevati e nelle sistemazioni; l'intero progetto movimenterà quasi 674.000 m^3 di materiale, per lo stralcio sud del progetto sarà scavato e movimentato un volume totale di rocce e materiali pari a 166.194,9 m^3 di cui 140.550,44 m^3 saranno gestiti come sottoprodotti mentre 25.000 m^3 saranno gestiti come rifiuto. Tale destinazione è stata preceduta da un'indagine effettuata nel 2010 col fine di verificare la compatibilità ambientale dei materiali; nonostante dei superamenti, come nel caso dello stagno risultano al di sotto dei limiti previsti. Una nuova indagine condotta nel 2024 durante lo stazionamento dei materiali nei siti intermedi, è stata confermata la conformità ambientale dei limiti previsti. Questa strategia è conforme con la strategia regionale dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, approvata con DGR n.1840 del 8 novembre 2021 in quanto concorre alla strategia regionale denominata sostegno all'economia circolare e rispondente al goal 12, consumo e produzione responsabili.

L'opera nel territorio casalecchiese prevede l'interramento sia della linea ferroviaria che attraversa l'abitato così da eliminare il passaggio a livello presente sia della Porrettana attraverso la realizzazione di una galleria artificiale. Tale soletta di copertura offre uno spazio ideale per offrire alla cittadinanza uno spazio per la condivisione sociale e per godere di un'area verde incastonata tra le abitazioni.

Il monitoraggio è stato predisposto in modo tale che tutte le informazioni e i dati raccolti debbano essere liberamente consultabili dai cittadini, quindi riportati in modo facilmente fruibile. Continuando con la facilità di accesso alle informazioni, le comunicazioni inerenti al progetto sono state promulgate attraverso molteplici mezzi³²⁷: quotidiano Il Resto del Carlino, tramite il BUERT, attraverso il sito internet di ANAS S.p.A dedicato agli avvisi al pubblico, all'interno dell'albo pretorio dei comuni di Casalecchio di Reno e Sasso Marconi.

Per la tutela della sicurezza all'interno delle gallerie con estensione superiore ai 500m, il progetto deve sottostare a quanto stabilito all'interno della Direttiva europea³²⁸ 2004/54/CE per i requisiti minimi di sicurezza; come riportato dalla stessa le infrastrutture di tale estensione sono importanti per la facilitazione delle comunicazioni tra le grandi regioni europee, ed hanno un ruolo determinante per sviluppo e funzionamento delle economie regionali.

Per le diverse matrici ambientali il progetto della Nuova Porrettana non ha menzionato il monitoraggio per le diverse specie animali, microorganismi; per la voce inerente le piante viene sotteso un monitoraggio durante la fase iniziale del progetto poiché viene previsto l'eventuale impianto di nuovi esemplari per sostituire quelli che sono morti nell'arco dei primi due anni della messa a dimora; anche per il suolo viene solamente effettuato un monitoraggio durante la fase di cantierizzazione per potere impiegare nuovamente i materiali ottenuti. Per le voci isola di calore e illuminazione non viene previsto alcun monitoraggio.

Per tali motivi nelle pagine che seguono proporrò soluzioni per monitorare ed implementare le mancanze del progetto, traendo anche spunto dai progetti esteri selezionati in precedenza.

³²⁷ Regione Emilia-Romagna, Ambiente Area valutazione impatto ambientale e autorizzazioni
<https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/viavasweb/ricerca/dettaglio/1116>

ANAS, espropri e altri avvisi <https://www.stradeanas.it/it/espropri-altri-avvisi>

³²⁸ Parlamento e Consiglio europeo, Direttiva 2004/54/CE, Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea,
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:201:0056:0076:IT:PDF>

Possibili cambiamenti

Confronto tra progetti

Vi sono due motivi principali che hanno spinto i progettisti a rivedere alcune opere: la presenza consistente del traffico e la qualità ambientale. Al fine di non incentivare il consumo del suolo, l'allargamento smodato della città a scapito della presenza del verde e del blu nel tessuto cittadino, si è optato per l'interramento delle direttrici viarie cercando di limitare allo stretto necessario l'impatto della nuova infrastruttura sulle componenti ambientali: suolo, acqua, aria, vegetazione, fauna e interazioni tra tutte queste. Questa scelta ha portato giovamento ai cittadini sia per il rumore, schermato da diverse soluzioni, sia per la qualità dell'aria, attraverso vernici, materiali, vegetazione. Ne è stato un esempio il cambiamento che Barcellona ha subito permettendo ai cittadini di riappropriarsi di un pezzo della loro città che era divenuto invivibile per il rumore onnipresente e per i veicoli che impedivano il mantenimento stabile del senso di comunità e del tessuto sociale. Come nel caso spagnolo, anche il progetto casalecchiese si è prefissato l'obiettivo di rendere l'area interessata dalla struttura viaria qualitativamente migliore attraverso l'inserimento di fasce alberate multispecifiche caratterizzate da diverse geometrie d'impianto. Confrontando le due rotatorie, Plaça de les Glòries Catalanes è stata progettata come area multifunzionale, per accogliere la cittadinanza offrendo uno spazio all'aperto ma anche per celare le postazioni di stallo delle vetture e snellire il traffico proveniente da diverse direttrici; lo svincolo di Faianello invece è prettamente una struttura sopraelevata, inserita nell'area che era dedicata solamente a vivaio, pensata per alleggerire il flusso di veicoli che interessava l'abitato convogliandolo sottoterra. Secondo quanto proporrò nei prossimi capitoli, la cittadinanza potrà avere accesso ad un parco lineare, da me progettato ed illustrato, collocato sulla soletta di copertura della Nuova Porrettana godendo per tutto l'anno della vegetazione che annovera

diverse essenze, colori, profumi e forme migliorando così la percezione dell'area nella quale insiste il progetto ma anche la qualità della salute umana, animale, vegetale. Madrid attraverso la deimpermeabilizzazione ha liberato il suolo dalle coperture di cemento permettendo all'acqua di penetrare e di non creare ritagni superficiali comuni nelle città. Il progetto ne ha tenuto conto ma per implementarla suggerirò delle geometrie particolari che permettono il convogliamento delle precipitazioni anche ad uso irriguo del verde inserito, delle soluzioni basate sulla natura. La qualità dell'aria migliorerà come nel caso precedente ma anche come per Boston e Madrid in quanto la massiccia presenza di verde, e nel caso casalecchiese anche del blu grazie ai diversi punti nel quale renderò fruibile l'acqua, potrà garantire una maggiore cattura degli inquinanti ed un abbattimento del rumore percepito dai cittadini sia attraverso le specie stesse sia grazie ai pannelli che saranno installati. In aggiunta ho previsto l'inserimento di torri particolari progettate per abbattere ulteriormente le specie inquinanti.

Come nel caso della Greenway, anche le diverse specie ed arredamenti che saranno collocati sulla copertura della Nuova Porrettana contribuiranno ad eliminare la frattura urbana all'interno dell'abitato favorendo sia la convivialità e l'inclusione sia la fauna attraverso le diverse pietre di passaggio collocate sopra il nuovo tracciato stradale e nelle sue vicinanze. Boston e Casalecchio condividono la vetustà dell'iniziale opera che in risposta alle nuove necessità emerse, la difficoltà nella circolazione e la scarsa qualità ambientale attorno alla struttura viaria, ha portato i progettisti a stravolgere la vita quotidiana della cittadinanza attraverso un progetto dalla portata significativa per la complessità di realizzazione.

Diversamente dai casi esteri, le opere realizzate nel territorio regionale si sono avvalse della tecnica costruttiva cut-and-cover al fine di arrecare il minor disturbo

possibile alla cittadinanza ma anche per non produrre un'eccessiva quantità di polvere.

Boston e Madrid sono interessate da due importanti fiumi, integrati nei rispettivi progetti sia come luogo nel quale costruire un tunnel sotterraneo per il passaggio del traffico sia come spazio che ospita nuove specie. La Nuova Porrettana invece è interessata da diverse falde, dal fiume Reno per questo, nel rispetto di quanto prescritto dalle normative e dalle direttive non devono essere apportate delle modifiche che vanno a interessare i regimi idraulici dei Rii al fine di escludere il rischio idraulico e di inquinamento. Per questo motivo proporrò un monitoraggio delle acque al fine di potere intercettare e contrastare quanto le inquina.

Pensa globalmente, agisci localmente; è una frase attribuibile non ad un'unica persona ma a diverse. Se si desidera ottenere un buon risultato duraturo non bisogna limitarsi a qualche intervento isolato bensì bisogna lavorare in più punti per assicurarsi un risultato atteso su larga scala. Come potrete leggere nei capitoli che seguono è possibile avvalersi di specie diverse, geometrie e sistemi che favoriscono lo scambio delle masse d'aria così da non avere un ristagno di inquinanti ed un migliore tenore dell'aria; la presenza e la gestione della risorsa idrica; dell'autosostentamento e della regimazione della risorsa energetica.

È possibile visualizzare una tabella riepilogativa che confronta i diversi progetti all'interno della sezione allegati.

Quanto verrà illustrato di seguito rappresenta quanto propongo per migliorare la realizzazione, l'impatto e l'inserimento del progetto all'interno del tessuto cittadino.

Vegetazione, acqua, terra e aria

Osservare dall'alto un luogo può essere di grande aiuto per un osservatore poiché permette di studiare cosa caratterizza l'area, ad esempio la quantità di vegetazione presente, il numero di edifici, l'abbondanza di strade. Avvalersi dei satelliti assicura un accesso ai dati storici di una determinata area per potere constatare il cambiamento che può essere avvenuto. Infatti per il territorio casalecchiese si può notare che l'area che oggi è destinata ad uso abitativo, nel 1900 era prevalentemente a vocazione agricola.

Tale cambiamento come ha influenzato le temperature cittadine?

Concentrandosi sull'area interessata dal cantiere, è possibile effettuare un confronto tra la situazione che precede l'inizio del cantiere e durante lo stesso, 2019 e 2025 per entrambi gli anni verranno considerati i mesi che vanno da maggio a settembre al fine di osservare come possa variare l'isola di calore della città. Nella sezione immagini dell'appendice, potrete consultare le altre immagini (Fig.A10-A19) che delineano le variazioni di temperatura sull'intero territorio casalecchiese. Le due immagini di seguito riportate rappresentano il particolare dell'area del cantiere, l'andamento delle temperature superficiali per il mese di luglio 2019 e 2025; i limiti di temperatura vanno da 10°C a 55°C. Come testimoniato dalla variazione di colore, il mese di luglio dell'anno 2025, caratterizzato dal cantiere, è contraddistinto da una temperatura superficiale maggiore rispetto alla stessa area del 2019. Tale cambiamento è dovuto alla trasformazione apportata dal cantiere che ha ridotto la presenza di erba, esemplari arbustivi ed arborei. Questo risultato è perfettamente in linea con quanto osservato da Stephen Hales. Per potere raggiungere una situazione simile a quella antecedente l'inizio dell'opera è possibile inserire quanta più copertura vegetale possibile ma anche includere degli specchi d'acqua che, come mostrato

dalle immagini integrali, possiedono una temperatura intrinseca minore come nel caso del Fiume Reno, parzialmente visibile sulla destra delle immagini (Fig.4).

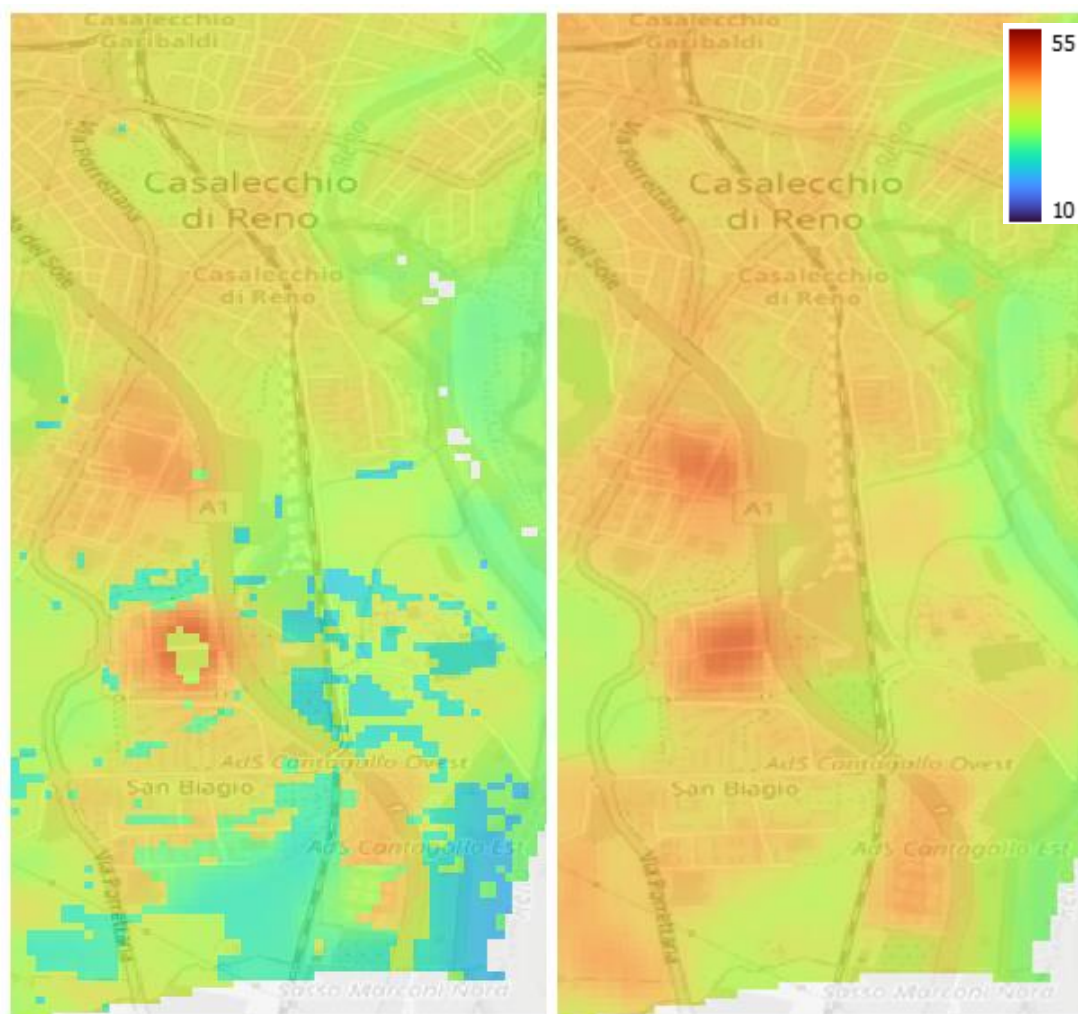


Figura 4 Particolare delle temperature superficiali; a sinistra luglio 2019, a destra luglio 2025

Ora, procederò presentando le mie proposte mirate a migliorare la vivibilità della città.

Secondo il Piano Aria Integrato Regionale³²⁹ dell'Emilia Romagna, il territorio emiliano romagnolo necessita di un sostanziale miglioramento della qualità dell'aria la cui scarsa qualità è anche pregiudicata dalla conformazione stessa dell'area che contrasta la dispersione degli inquinanti. Come ottima soluzione propongo d'inserire

³²⁹ Raffaelli K., Balboni M., Guaitoli C., Iannuzzi C., Ramponi L., Toschi A., Poluzzi V., Agostini C., Maccaferri S., Zauli Sajani S., Stortini M., Amorati R., Giovannini G., Bressan L., Veratti G., Ranzi A., Giannini S., PAIR 2030 - Quadro conoscitivo, <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/verso-il-nuovo-pair2030-1/quadro-conoscitivo.pdf/@@download/file/Quadro%20Conoscitivo.pdf>

quanta più vegetazione possibile; come dimostrato da Madrid la vegetazione è fondamentale sia per abbattere l'inquinamento sia per mitigare il calore ed il rumore. Secondo la strategia per il verde urbano di Casalecchio ai fini climatici³³⁰, il centro della questione è assicurare alla città «*un patrimonio arboreo sano, diversificato e capace di contrastare al meglio gli effetti dei cambiamenti climatici ed, in particolare, quelli provocati dall'Isola di Calore Urbana*». L'obiettivo principale riportato dal documento, condivisibile come guida per le proposte che vi sottoporro per il progetto della Porrettana, è «creare una città all'interno del verde, piuttosto che del verde all'interno di una città». Il progetto prevede l'inserimento di diverse specie arboree per contrastare le concentrazioni di inquinanti ma anche per garantire un alto tenore dei diversi fattori ambientali. Nelle tabelle all'interno della sezione Tabelle dell'appendice sono riportate le specie che troveranno dimora nelle diverse aree che definiscono l'area di cantiere, sia quelle previste dal progetto (Tabb.A6-A8) sotto la voce *specie da progetto* sia quelle che ho scelto di inserire sotto le voci *specie autoctone*, per sottolineare quelle originarie della regione, e *altre specie*.

Ad esempio³³¹ un singolo esemplare di *Sambucus nigra* nell'arco di 20 anni secondo MyTree³³² sequestrerebbe 100,62 kg di carbonio paragonabili a 368,96 kg di CO_2 equivalente; nel particolare i diversi inquinanti risulterebbero pari a 2,8 g per CO, 89,01 g di O_3 , 22,11 g per NO_2 , 4,53 g per SO_2 infine 4,25 g per $PM_{2.5}$; eviterebbe il

³³⁰ Life Clivut Climate value of urban trees, Strategia per il verde urbano di Casalecchio di Reno a fini climatici (Urban Green Asset Strategy), https://www.comune.casalecchio.bo.it/upload/casalecchiodireno_ecm6/gestionedocumentale/STRATEGIA_LifeCLIVUT_Casalecchio_bozza_784_98832.pdf

³³¹ ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori, 2020, Progetto esecutivo Nodo Ferrostradale di Casalecchio di Reno Progetto stradale Stralcio Nord)

³³² (iTree, www.itreetools.org/tools

i Tree Engine - MyTree, mytree.itreetools.org/#/location

sbam - Scuola di progettazione Bioclimatica per l'Adattamento e la Mitigazione, Cremonini L., 2023, ITree #5 Strumenti per la misurazione del comfort outdoor https://www.anci.emilia-romagna.it/wp-content/uploads/2023/02/SBAM_05_Cremonini.pdf

runoff per un valore pari a 81,87 litri ed intercetterebbe 1433,64 litri di precipitazioni. Per essere maggiormente chiari questi numeri equivarrebbero, nello stesso arco di tempo, a controbilanciare 1445,19 km percorsi da un passeggero medio a bordo di un veicolo alimentato gas, l'acqua assorbita basterebbe a riempire 13 vasche da bagno e il peso degli inquinanti rimossi dall'aria sarebbero pari al peso di un telefono.

Quanto appena detto erano dati e previsioni, nella realtà c'è un esempio.

Medellin³³³. È la seconda città della Colombia, situata in una vallata lunga e stretta a 1500 m sul livello del mare, abitata da 2 milioni e mezzo di abitanti. Attraverso la piantumazione di diverse specie, 300.000, provenienti da diverse parti del mondo è riuscita ad abbassare la temperatura della città di 4°C dove altre non ci sono riuscite nonostante le nettamente migliori condizioni socio-economiche. Ogni specie selezionata, è stata scelta secondo un preciso compito, ad esempio, attrarre nuove specie ed abbassare la temperatura cittadina. Ogni luogo presenta una varietà diversa che viene solamente interrotta dagli incroci, dai passaggi pedonali e dal controllo del traffico per un totale di 77 mila metri quadrati che le è valso il premio *Cooling by Nature*³³⁴ nel 2019. L'orto botanico da istituzione privata collabora con la pubblica amministrazione e questo ha portato ad un reciproco rapporto di fiducia e migliori rapporti sociali. Un'altra prova del successo dell'intervento è il ritorno delle farfalle, ottimi indicatori della salute ambientale; queste ultime attraggono anche le altre specie. I diversi corridoi verdi sono mantenuti in comunicazione anche attraverso quelli blu, dell'acqua, per assicurare alle specie degli spostamenti sicuri

³³³ Rai, Medellin, la rivoluzione verde, Presa Diretta, Direttore Di Nicola M., Conduzione lacona R., <https://www.youtube.com/watch?v=zrz2KkZs4SI>

³³⁴ The Ashden Award, Cooling by Nature: An Urban Greening Award, <https://ashden.org/news/cooling-for-people-an-urban-greening-award/>

nella città. Il primo cittadino volle creare la svolta verde, grazie ad una costruzione collettiva. I finanziamenti per i lavori svolti e quelli in programma per ampliare la portata del progetto derivano dalle tasse pagate dai cittadini che, stando a quanto affermato dal sindaco, sono felici di contribuire nella creazione di una città più vivibile, più coesa. Questa città è stata un ottimo modello per le azioni intraprese ed i risultati ottenuti, ho cercato di replicare tale ricchezza anche nel progetto della Nuova Porrettana e in altre aree all'interno del comune.

Anche Boston, seppur in modo diverso dal caso colombiano, ha creato un imponente infrastruttura verde tanto da assumere il nome di *Via verde*. La soluzione ha permesso alla città di custodire un polmone che contribuisce ad alleviare l'inquinamento e allo stesso tempo integrando anche l'acqua funge da rifugio climatico per i cittadini ed una casa per gli impollinatori. La realizzazione della copertura del nuovo tratto stradale potrebbe puntare a diventare un modello per la trasformazione urbana e territoriale che cerca di ricucire il tessuto lacerato da una struttura viaria, come nel caso del Madrid Río.

Le prime specie che ho scelto da mettere a dimora sulla soletta di copertura sono autoctone per assicurare un habitat quanto più fedele a quello che si trova nelle zone non antropizzate. Le altre specie invece svolgono sia funzioni ecosistemiche sia ricreative attraverso forme, colori e profumi che accolgono i cittadini. Per potere inserire quante più specie possibile, oltre a pergolati, sedute, pavimentazioni è necessario considerare lo stato limite ultimo, SLU³³⁵, che *«rappresenta il punto critico in cui una struttura raggiunge la sua capacità massima, oltre la quale non può sopportare ulteriori carichi senza subire danni permanenti»*; anche lo stato limite di

³³⁵ BibLus, SLU: lo stato limite ultimo nella progettazione strutturale, 2024, <https://biblus.acca.it/slu-lo-stato-limite-ultimo-nella-progettazione-strutturale/>

esercizio, SLE³³⁶, che riporta le «condizioni della struttura o di una sua parte, il cui superamento comporta perdita di funzionalità che condiziona o limita la prestazione dell'opera» dato che la struttura non è stata progettata per sopportare carichi importanti diversamente dalla High Line di New York³³⁷. Il vecchio tracciato ferrato è stato inizialmente colonizzato da diverse specie poi, grazie alla spinta dei cittadini che non volevano perdere un simbolo della città ed alla sua riqualificazione è diventato un punto verde nella città offrendo ai cittadini uno spazio verde che ospita sia una grande varietà di specie vegetali che attirano diversi impollinatori sia diversi ripari a loro dedicati.

Ho ideato una suddivisione della copertura in settori caratterizzati da sole specie locali, da sole specie non originarie della regione ed infine settori dove le due categorie convivono. Tale diversità potrà garantire per tutto l'anno una presenza diversa assicurando anche cibo e rifugio per insetti, mammiferi e uccelli. Il percorso ed il terreno che accoglierà le diverse piante dovranno essere realizzati con una lieve pendenza, a schiena d'asino, così da garantire sia un corretto drenaggio sia per favorire la raccolta delle acque meteoriche. I cittadini avranno la possibilità di godere di tale spazio attraverso l'utilizzo di pergolati con ai lati delle fioriere, dotati di panchine integrate e libere (Fig.5) così da permettere anche ai disabili di potere beneficiare dell'ombra e della socialità; pergolati più ampi che permettono il passaggio protetto dalla luce solare con ai lati delle sedute; questa soluzione permetterebbe ai cittadini di fruire di uno spazio verde anche durante i periodi estivi.

³³⁶ Università di Bari, Le verifiche agli stati limite di esercizio, https://docs.dicotechpoliba.it/filemanager/209/Corso_Tecnica_2014_2015/Teoria/12.%20SLE_1.pdf

³³⁷ Italgreen landscape, I 4 interventi di verde urbano più belli del mondo, (2019), <https://www.italgreenlandscape.com/verde-urbano-progetti-piu-belli-del-mondo/index.html>
The High Line, <https://www.thehighline.org/#>
The High Lin, History, https://www.thehighline.org/history/?utm_source=highline&utm_medium=website-homepage-carousel&utm_content=website-homepage&utm_campaign=history



Figura 5 Particolare seduta con pergolato e fioriere

Oltre ai pergolati possono anche essere realizzate delle strutture in legno che ospitano un tetto verde che accoglie specie con fiori a caduta e Sedum che poggia su degli elementi sia strutturali sia decorativi dotati di rain chain per offrire ai cittadini il rumore dell'acqua in movimento durante i periodi di pioggia poiché incanalano le precipitazioni captate da condotti specifici sul tetto (Fig.6). Questa struttura offre anche dei punti nei quali gli uccelli possono nidificare.

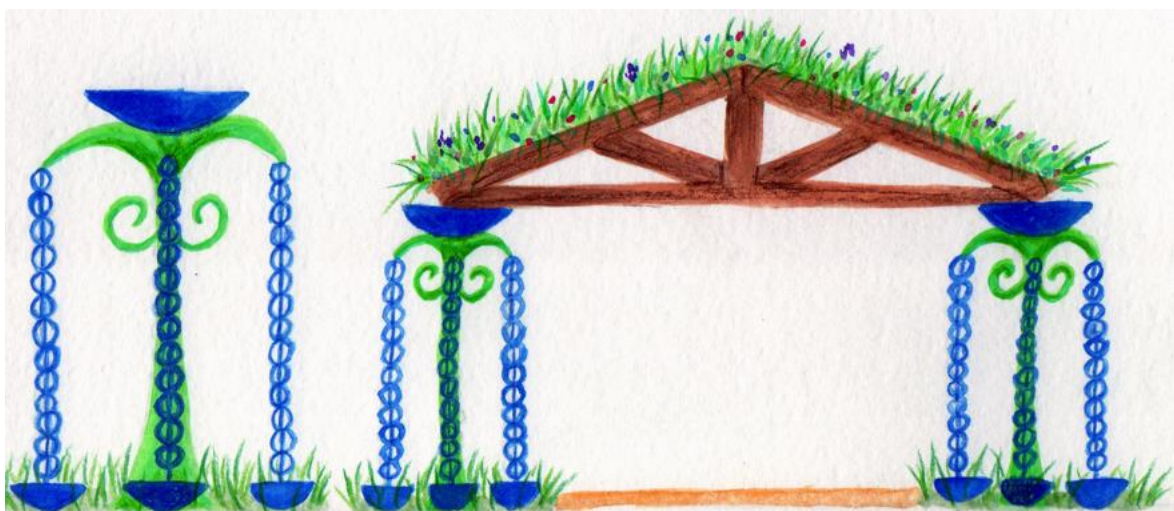


Figura 6 Particolare tetto verde con elemento decorativo strutturale

Per dare maggior movimento al percorso immerso tra le diverse specie, suggerisco di realizzare una o più strutture in cemento armato, ricoperte da specie perenni e annuali, che sovrastano l'area così da offrire un ulteriore punto di riparo sia per i cittadini sia per la fauna (Fig.7).



Figura 7 Elemento sopraelevato ricoperto di vegetazione che funge sia da riparo sia da sedute sia come passaggio

Per invitare i diversi pronubi a risiedere stabilmente in città suggerisco l'installazione delle arnie sopraelevate³³⁸ come fatto da alcune città nordeuropee ma anche delle arnie realizzate con mattoni cavi, legno forato ed altri materiali nei quali possono rifugiarsi e creare il nido.

Tra le diverse specie citate non sono stati trattati i prati, importanti spazi aperti che favoriscono la corretta circolazione dell'aria, i camini termici, la deposizione degli inquinanti; dovranno essere inserite diverse tipologie di prato quali rustico,

³³⁸ Focus Natura, Alveari in città, <https://www.focus.it/ambiente/natura/alveari-in-citta>
Focus Natura, Quando le api si trasferiscono in città, <https://www.focus.it/ambiente/natura/sky-hive-alveare-urbano-a-maastricht-09092012>
Bee collective, Sky Hive Beekiping in public spaces by Bee Collective, https://beecollective.eu/wp-content/uploads/2013/03/skyhive_brochure_online1.pdf
Studio Kernland, Sky Hive, <https://www.studio-kernland.com/sky-hive/#ms-3>

ornamentale, fiorito e naturale. La manutenzione dovrà essere limitata a qualche sporadico intervento di sfalcio, per i motivi detti in precedenza, per garantire un passaggio agevole alle persone. I prati possono ospitare³³⁹ sia specie microterme come *Agrostis stolonifera*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra rubra*, *Festuca rubra commutata*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis* sia macroterme come *Cynodon dactylon* e *Zoysia japonica*.

In corrispondenza del Piazzale Rita Levi Montalcini, per agevolare i fruitori dell'AUSL potrebbero essere nuovamente collocati i parcheggi per le vetture, impiegando una pavimentazione con grigliato vegetale e diversi cespugli. Rimanendo nel tema dei posteggi per le vetture, suggerisco la modifica del parcheggio esistente, sito tra la ferrovia e Via Camillo Ronzani. Potrebbe essere rimossa la copertura in asfalto, inserite diverse essenze per assicurare maggior ombreggiamento, un grigliato per implementare l'infiltrazione dell'acqua, in precedenza è stata evidenziata l'importanza dell'infiltrazione e della sua disponibilità.

Le specie saranno anche suddivise per allergenicità così da offrire maggior tutela per i soggetti allergici; nonostante questo dovrà essere considerato anche la suddivisione tra esemplari di specie monoiche o dioiche poiché la separazione degli esemplari maschi da quelli femmina permette di accogliere la specie problematica attraverso esemplari femmina che non producono polline come nel caso di *Populus alba*.

³³⁹ Mencherini E., Rinaldi Ceroni M., Tirimbelli D., Ceroni G., Bologna P., Mao G., Surra E., Gonnelli V., Burdoni N., De Bin F., Feltrin G., Scalini S., 2021, Manuale dell'Esame Abilitante alla professione di Agrotecnico e Agrotecnico laureato nonché per l'Agronomo, il Forestale ed il Perito Agrario, Società editoriale Nepenthes - Grafiche MDM, Forlì (FC)

Infine, per garantire un ambiente ottimale per le diverse essenze che verranno inserite è importante considerare anche la presenza dell'humus³⁴⁰, sostanza amorfa di natura colloidale diversa dal materiale iniziale per peso e morfologicamente, poiché:

- ☞ è capace di trattenere l'acqua fino a 15 volte il proprio peso costituendo così una riserva di umidità, nonostante le modeste quantità
- ☞ nei terreni sabbiosi, detti sciolti, aumenta la coesione e rende maggiormente lavorabili quelli argillosi
- ☞ si oppone alle variazioni di acidità del terreno
- ☞ è un ideale ambiente per i microorganismi
- ☞ essendo dotato di carica elettrica negativa sottrae gli elementi nutritivi a carica positiva creando così gli humati, composti di più facile assorbimento per le piante

La presenza dell'acqua non è ancora stata contemplata, per questo ho previsto la realizzazione di specchi d'acqua profondi una decina di centimetri per aumentare il raffrescamento durante l'estate ma anche per offrire ad uccelli e piccoli mammiferi un punto dal quale potersi dissetare, anche nella stagione avversa³⁴¹. Nello spazio verde racchiuso tra la Rotonda Biagi, le Vie Bazzanese, Nenni, Cristoni potrebbe essere realizzato un rain garden oppure un bacino inondabile per evitare che la vicina strada si allaghi in seguito ad intense precipitazioni come avvenuto, ad esempio, nel giugno del 2019 (Fig.8).

³⁴⁰ Ibid.

³⁴¹ Wohlleben P., 2020, La rete invisibile della natura, Garzanti., Trebaseleghe (PD)



Figura 8 Allagamento Via Nenni in seguito a forte precipitazione, giugno 2019

Al di sotto dello stesso possono essere inserite delle cisterne per la raccolta delle precipitazioni così da riutilizzare l'acqua, depurata, per l'irrigazione degli spazi verdi. Davanti lo spazio verde può essere inserita una pensilina per la fermata del trasporto pubblico per offrire ai cittadini un punto nel quale sedersi. All'interno di quest'area potrebbe essere realizzato un percorso così da mostrare ai cittadini come sia realizzato un giardino della pioggia oppure un bacino inondabile, al fine di diffondere l'importanza delle zone d'ombra, della presenza del verde e dell'acqua nei contesti cittadini prendendo ad esempio i casi esteri, come Barcellona. Questo spazio ospiterà diverse specie arboree che saranno altrettanto diverse dalle altre come il Parco Gianni Rodari, nei pressi di Via Pietro Micca; il Parco Faianello; nei pressi del Parcheggio Rodolfo Morandi; nel Parco della Villa; nello spazio verde tra il complesso Meridiana Gold, il Raccordo SS64, Via Enrico Berlinguer, il Raccordo Autostrada Tangenziale; nel Parco delle Cave; nell'area verde incastonata tra Via Sessantatreesima Brigata Bolero e l'Asse Attrezzato Sud-Ovest.

Boston ha previsto un sistema di irrigazione per il Rose Kennedy ma non è stato possibile prenderlo come esempio poiché le informazioni non erano disponibili per questo si suppone che ne abbiano previsto uno efficiente sia per la quantità di acqua fornita ai singoli esemplari sia per l'efficacia. Per irrigare le diverse aree verdi del progetto tutelando la risorsa idrica suggerisco³⁴² l'irrigazione per infiltrazione laterale attraverso la quale l'acqua viene immessa all'interno di solchi di determinate dimensioni e fittezza oppure attraverso la microirrigazione detta anche a goccia che permette un notevole risparmio idrico; presenta quasi inesistenti fenomeni erosivi, di costipamento; offre buone prestazioni per irrigare zone pacciamate e fertilizzate. Visto la fitta rete di sottoservizi che accompagna la nuova infrastruttura, è possibile allacciarsi alle condutture per potere attingere all'acqua necessaria per l'irrigazione sia per quella consueta sia per quella di soccorso.

In seguito ai lavori della Pedemontana³⁴³, in Veneto, sono state riscontrate delle sostanze altamente problematiche, PFAS, derivanti dall'acqua meteorica che percola dalle terre scavate e dal cemento per la realizzazione di tale infrastruttura, in particolare il Pfb un composto impiegato per velocizzare la presa del calcestruzzo. Per il progetto della Nuova Porrettana, consiglio di effettuare dei campionamenti specifici per la ricerca di tali sostanze sia nelle falde sia nei materiali impiegati per la sua realizzazione.

³⁴² Mencherini E., Rinaldi Ceroni M., Tirimbelli D., Ceroni G., Bologna P., Mao G., Surra E., Gonnelli V., Burdoni N., De Bin F., Feltrin G., Scalini S., 2021, Manuale dell'Esame Abilitante alla professione di Agrotecnico e Agrotecnico laureato nonché per l'Agronomo, il Forestale ed il Perito Agrario, Società editoriale Nepenthes - Grafiche MDM, Forlì (FC)

³⁴³ Rai Veneto, Mohorovicich M., Un possibile nuovo inquinamento fa Pfas innescato dalle terre di scavo della Pedemontana, 2025, <https://www.rainews.it/tgr/veneto/video/2025/10/vicenza-trissino-ipotesi-possibile-nuovo-inquinamento-da-pfas-innescato-dalle-terre-di-scavo-della-pedemontana-documento-regione-veneto-mette-nero-su-bianco-la-questione-37e89c9f-0734-4624-8703-094c942bbdb9.html>

Rai Veneto, Bragaglia A., Inquinamento delle falde lungo la Pedemontana Veneta: dodici indagati tra tecnici e dirigenti, 2025, <https://www.rainews.it/tgr/veneto/articoli/2025/10/procura-vicenza-inquinamento-falde-acqua-lungo-la-pedemontana-veneta-dodici-indagati-tra-tecnici-e-dirigenti-87dcfbb9-2aa8-4f55-aff1-4fb1c5cdadea.html>

I cittadini possono essere informati sulle diverse specie che stanno osservando oppure percependo attraverso diversi cartelli con scritte in rilievo e in braille affiancate anche da codici qr che li reindirizzano su una pagina del Comune nella quale si forniscono ulteriori informazioni quali impollinazione, propagazione della pianta, periodo fioritura.

Nella sezione Immagini dell'appendice sono proposte alcune immagini (Figg. A20-A31) che raffigurano la realtà del cantiere, tratte dai video realizzati da Casalecchio in Volo³⁴⁴, e come potrebbe essere con le diverse modifiche.

Nella sezione Tabelle dell'appendice sono proposte diverse specie vegetali, sia autoctone³⁴⁵ (Tabb.A9-A15) sia non autoctone³⁴⁶ (Tabb.A16-A32) per garantire un'elevata qualità ambientale durante l'intero anno.

Come testimoniato dalle tabelle, la grande varietà offre tutto l'anno forme e colori diversi così da avere associazioni di colori per armonia e contrasto; per questo la

³⁴⁴ Casalecchio in Volo, https://www.youtube.com/@autozoom2003_casalecchioinvolo

³⁴⁵ Ferrari C., Istituto e Orto Botanico di Bologna, Accorsi C. A., Bertolani Marchetti D., Ferrari C., Pirola A., Puppi G., Speranza M., Ubaldi D., Maestrini M., Tasca C., Testoni P., 1980, Flora e Vegetazione dell'Emilia-Romagna, Grafiche Zanni, Bologna

Alessandrini A., Bersani L., Ferrari P., Merioni N, Picollo S., 2015, Erbario Flora spontanea dell'Emilia-Romagna, Fototeca IBC, Bologna

³⁴⁶Zoccali G, 5 piante rampicanti come liane pronte a trasformare il balcone in una giungla, Elle Decor, 2024, https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a65517211/5-piante-rampicanti-bellissime-per-il-balcone/?utm_source=firefox-newtab-it-it%20%20%20%20%20%20%20https://www.elledecor.com/it/lifestyle/q65397840/piante-perenni-facili-curare/

Zoccali G., Le cinque rose selvatiche più belle e sane, perfette per la siepe, e gli 11 giardini dove ammirarle, Elle Decor, 2025, <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a64663716/cinque-rose-selvatiche-belle-sane-siepe/>

Zoccali G., Ecco quali sono le "superpiante" contro l'inquinamento in città:lo dice la scienza, Elle Decor, 2025, <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a64433717/piante-contro-inquinamento-citta/>

Vannucci Pianta, Ornamental plants Healthy plants, <https://www.vannucci-pianta.it/healthy-plants/>

Be.Green, 5 Alberi con poche radici, <https://be.green/it/blog/5-alberi-con-pocheradici>

De Blasio F., Bennet L., Gli alberi da giardino meno invasivi, Casa e giardino, 2021, <https://www.casaegiardino.it/giardinaggio/gli-alberi-da-giardino-meno-invasivi.php>

Plantzon, <https://www.plantazon.it/>

disposizione delle diverse specie³⁴⁷ deve anche tenere conto dei colori offerti dalle singole piante, ad esempio la fioritura di una rosa potrebbe passare inosservata se collocata vicino ad un fogliame dorato invece la vivacità dei colori sarebbe rafforzata da una clematide viola. Inoltre come sottolineato all'interno della delibera della Regione Emilia-Romagna³⁴⁸, numero 2346 del 27 dicembre 2022 della seduta numero 53, il progetto essendo vicino a Siti di Interesse Comunitario, Zone di Protezione Speciale, Zone Speciali di Conservazione rappresentati dai Boschi di San Luca e Destra Reno e dal Paesaggio naturale e seminaturale protetto – Colline di San Luca, interessa la zona umida presente tra gli stralci Nord e Sud che ospita specie erpetologiche protette e in grave declino, per questo è fondamentale assicurare la maggior presenza delle specie vegetali che possono tutelare quelle critiche.

Il progetto³⁴⁹ interessa due principali corridoi ecologici che grazie alle proprie caratteristiche rappresentano un varco ecologico: il corridoio sistema collinare – rio Bolsenda – Fiume Reno e quello collinare – rio dei Gamberi – Fiume Reno caratterizzati da due piccoli corsi d'acqua che spesso sono a carattere torrentizio; collegano l'area collinare con il Reno attraversando tutto il territorio, comprendente anche la rete di infrastrutture, rappresentano gli unici corridoi capaci di garantire potenzialmente la continuità ecologica trasversale e in alcuni casi sono accompagnati da degli elementi lineari di vegetazione arbustiva ed arborea. Per quanto detto nelle precedenti righe, è fondamentale assicurare a tutte le specie che

³⁴⁷ Mencherini E., Rinaldi Ceroni M., Tirimbelli D., Ceroni G., Bologna P., Mao G., Surra E., Gonnelli V., Burdoni N., De Bin F., Feltrin G., Scalini S., 2021, Manuale dell'Esame Abilitante alla professione di Agrotecnico e Agrotecnico laureato nonché per l'Agronomo, il Forestale ed il Perito Agrario, Società editoriale Nepenthes - Grafiche MDM, Forlì (FC)

³⁴⁸ Regione Emilia-Romagna, Ambiente Area valutazione impatto ambientale e autorizzazioni <https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/viavasweb/ricerca/dettaglio/1116>

³⁴⁹ Ibid.

possono attraversarli dei punti nei quali trovare ulteriore riparo e diversità, come nel caso di Medellin, attraverso le diverse essenze che sono state sia previste dal progetto sia proposte come arricchimento e rafforzamento della diversità offerta.

Infine, l'aria. Per migliorarne la qualità è possibile adottare in diversi punti della città, non solamente vicino l'area del cantiere, un sistema di purificazione dell'aria³⁵⁰ creato dallo Studio Symbiosis che si avvale della meccanica dei fluidi computazionale e di una struttura movimentata per convogliare l'aria all'interno della torre, attraverso dei filtri per purificare l'aria da polveri sottili e biossido d'azoto per un totale di 600.000 m³ d'aria al giorno. Queste torri sono già operative all'interno del Sunder Nursery Park di Nuova Delhi. Il trasporto di queste strutture è molto semplice poiché i *mattoni* che la costituiscono sono dei segmenti triangolari da sistemare in loco. Il fabbisogno energetico potrebbe essere soddisfatto dai girasoli fotovoltaici; inoltre le superfici potrebbero essere trattate con vernici fotocatalitiche.

Pavimentazioni e illuminazione

Garantire ai fruitori degli spazi verdi una piacevole passeggiata è fondamentale per assicurare il massimo successo. Per poterlo fare bisogna concentrarsi su una pavimentazione sicura ma allo stesso tempo anche diversa da quelle che solitamente si possono apprezzare all'interno della città. In genere i percorsi all'interno dei parchi

³⁵⁰ domus - Città Sostenibili, Le torri di Studio Symbiosis che purificano l'aria in città, https://www.domusweb.it/it/citta-sostenibili/gallery/2023/07/10/studio-symbiosis-disegna-delle-torri-aerodinamiche-per-la-purificazione-dellaria-.html?_gl=1*15tmc7o*_up*MQ..*_ga*MTYxMTc4OTkxLjE3NDYwMDE5NzA.*_ga_1B6D1YS5ZT*MTc0NjAwMTk3MC4xLjEuMTc0NjAwMjU1MC4wLjAuNTA5MTA3NjQ2
Dbdel H., VERTO Air Purification Tower / Studio Symbiosis, 2023, <https://www.archdaily.com/1000839/verto-air-purification-tower-studio-symbiosis>
VERTO, Elegance Meets Technology, <https://vertoair.com/>
Riccio G., VERTO, torre urbana che purifica l'aria e cambia il futuro delle città, 2023, <https://www.futuroprossimo.it/2023/09/verto-torre-urbana-che-purifica-laria-e-cambia-il-futuro-delle-citta/>

sono realizzati con una sola tipologia di pavimentazione; in questo caso saranno adottate diverse tipologie che comprendono pavimenti autobloccanti realizzati con diverse forme e colori senza rimuovere la vegetazione pioniera che potrebbe colonizzare gli interstizi tra i singoli elementi; asfalto colorato interrotto da figure realizzate seguendo la geometria frattale in asfalto luminoso, la stessa tipologia di materiale sarà poi impiegata per profilare il percorso attraverso segmenti completamente realizzati in asfalto luminoso (Fig.9). questa scelta è giustificata dalla diversa albedo che caratterizza i materiali ed i colori, come trattato precedentemente. Per l'illuminazione invece saranno impiegati dei piccoli lampioncini realizzati in metallo con finitura satinata, dotati di duplice sistema d'illuminazione ovvero luce di colore caldo, dal rosso all'arancione, per illuminare il percorso con una luce soffusa quando non presenti le persone per un minor disturbo per la fauna ed una luce più intensa, di colore bianco caldo con scarsa o assente componente blu (Fig.9), come sottolineato dalle evidenze riportate.



Figura 9 Particolare illuminazione con ambientazione dall'alto

I sistemi di illuminazione potranno disporre sia di luce LED sia di lampade ai vapori di sodio come nel caso di Madrid. La luce stessa però potrebbe variare anche in

funzione della stagione. Questo sistema d'illuminazione potrebbe essere alimentato da innovativi pannelli solari a forma di fiore³⁵¹, dei girasole artificiali, che si autoregolano in base alla posizione del sole, cambiando l'inclinazione, e al vento, chiudendosi o aprendosi per evitare danni. Questo sistema potrebbe essere inserito all'interno dello spazio verde incorniciato, attualmente, tra le Vie Bazzanese, Nenni, Cristoni e la Rotonda Biagi al fine di non disturbare la ricezione della luce solare, la popolazione e il traffico veicolare. Questo fiore sarebbe poi collegato anche ad un sistema che permette di accumulare l'energia catturata ma anche alla rete della pubblica illuminazione sia per redistribuire l'energia sia per richiamarne qualora quella prodotta non dovesse essere sufficiente per l'illuminazione.

Per la circolazione veicolare invece, sia per i tratti in galleria sia per quelli al di fuori, si potrebbe adottare un'illuminazione dinamica³⁵² per assicurare un notevole risparmio energetico unito a sicurezza per la percorrenza.

La galleria

Il progetto prevede³⁵³ diversi sistemi di sicurezza per prevenire e contrastare eventuali incidenti o complicazioni che potrebbero svilupparsi avvalendosi ad

³⁵¹ Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO Strategie e politiche, 2023, Il Mulino

Orlandi F., 2022, Smartflower: il girasole fotovoltaico intelligente, Cuenews, <https://www.energycue.it/2022/04/14/smartflower-girasole-fotovoltaico-intelligente/>

Rinnovabili, 2019, Minuscoli girasoli per aumentare l'efficienza dei pannelli solari, <https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/pannelli-solari-migliora-efficienza/>

Gruppo IREN, Come funziona Smartflower, l'innovativo impianto fotovoltaico installato nella centrale Iren di Torino Nord, 2019, <https://www.gruppoiren.it/it/everyday/sfide-di-innovazione/2022/come-funziona-smartflower-innovativo-impianto-fotovoltaico-installato-nella-centrale-iren-di-torino-nord.html>

³⁵² D'Ambrosi D., Norvegia, i lampioni intelligenti si accendono solo se ci sono auto, Sicurauto, <https://www.sicurauto.it/news/norvegia-i-lampioni-intelligenti-si-accendono-solo-se-ci-sono-auto-video/>

³⁵³ ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori, 2020, Progetto esecutivo Nodo Ferrostradale di Casalecchio di Reno Progetto stradale Stralcio Nord

esempio di manichette antincendio e di un sistema di ventilazione. Per migliorare la sicurezza potrebbero essere adottate ulteriori misure³⁵⁴.

Per incrementare la qualità dell'aria all'interno della galleria potrebbero essere create delle condutture che forzatamente immettono aria fresca dall'esterno ed altrettante che attraverso una geometria simile la fanno fuoriuscire. In corrispondenza dei sistemi di ventilazione attualmente previsti potrebbero essere realizzate delle bocche di aspirazione dei fumi. La ventilazione trasversale si basa su tale presupposto ed è particolarmente indicata per tracciati che presentano una sola direzione del traffico poiché favoriscono l'effetto pistone. Per contrastare un eventuale incendio, è possibile riprodurre quanto realizzato nella galleria sarda Murtineddu che prevede un impianto a diluvio che viene integrato nell'impianto idrico antincendio senza modificare in modo alcuno architettura e destinazione d'uso.

³⁵⁴ Focus, Mediaset, Mandolesi M., Centioni C., Mandolesi M., Gulluni G., Parenti G. P., Bertocchini L., Croce D., Corbetta D., Raimondo M., Forelli C., Il Traforo del Monte Bianco, 60 anni di storia e ingegneria,

https://mediasetinfinity.mediaset.it/movie/traforodelmontebianco60annidistoriaeingegneria/traforo-del-monte-bianco-60-anni-di-storia-e-ingegneria_F314034801000101

Trafo del Monte Bianco - Tunnel du Mont Blanc, Un dispositivo di sicurezza complesso - Prevenzione, sorveglianza e rilevamento: i pilastri di sicurezza, 2018, <https://www.tunnelmb.net/it-IT/dispositivi-di-sicurezza>

Sodeca, Sistemi di ventilazione per gallerie e opere sotterranee, https://www.sodeca.com/files/catalogs/it/SODECA_CT28_SISTEMI_DI_VENTILAZIONE_PER_GALLERIE_IT.pdf

Expoclima, La ventilazione delle gallerie stradali: sistemi e modalità di ventilazione sanitaria e di emergenza per i trafori, 2018,

<https://www.expoclima.net/dossier/la-ventilazione-delle-gallerie-stradali-sistemi-e-modalita%C3%A0-di-ventilazione-sanitaria-e-di-emergenza-per-i-trafori>

CRL - City Rail Link, Ventilation Underground, <https://www.youtube.com/watch?v=SI4gAWXHaZE>

PIARC, Manuale delle gallerie stradali, <https://tunnels.piarc.org/it/operativita-e-requisiti-di-sicurezza-impianti-e-sistemi/ventilazione>

Merzagora E. A., Sistemi antincendio per gallerie: l'uovo di Colombo, 2015,

<https://www.stradeeautostrade.it/gallerie-e-tunnelling/sistemi-antincendio-per-gallerie-l-uovo-di-colombo/>

Monitoraggio

Al fine di monitorare i risultati ottenuti dai diversi interventi, è possibile coinvolgere anche i cittadini oltre agli esperti del settore così da creare un interesse verso le opere svolte dalla pubblica amministrazione, un maggior coinvolgimento. Il monitoraggio deve interessare la salute della vegetazione, le diverse specie presenti, la qualità dell'aria, la soddisfazione dei cittadini, la quantità di rumore.

La salute della vegetazione può essere indagata attraverso lo studio del polline coinvolgendo le persone attraverso l'impiego di rilevatori mobili e maschere che poi saranno analizzati dai laboratori; i risultati potranno essere poi esposti dai palinologi attraverso assemblee, comunicati. Un'ulteriore metodo per studiare lo stato della vegetazione³⁵⁵ è affidarsi al telerilevamento in falsi colori utilizzando droni e camere multispettrali, in questo caso il cittadino sarebbe solamente informato; nonostante questa apparente stasi i cittadini possono concentrarsi sulla raccolta di dati ambientali come³⁵⁶ il pH poiché influenza in modo diretto solubilità e disponibilità dei nutrienti; umidità del substrato per contrastare e prevenire sia il ristagno idrico sia la siccità ma anche marciumi a livello delle radici, allo stesso tempo indica anche il tasso di respirazione delle radici stesse; la conducibilità elettrica, EC, parametro indagato attraverso la concentrazione dei sali ionici disciolti rappresenta un'istantanea dell'assorbimento dei nutrienti da parte delle radici.

³⁵⁵ Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino, Compagnia Generale Ripreseeree S.p.A. (C.G.R.), Regione Lombardia - Assessorato al Territorio ed Urbanistica, 2001, Monitoraggio dello stato di salute della vegetazione boschiva mediante tecniche di telerilevamento all'infrarosso Falso Colore nella Valle del Ticino, <https://ente.parcoticino.it/wp-content/uploads/2015/05/19.-Monitoraggio-dello-stato-di-salute-della-vegetazione-boschiva.pdf>

Sherwood Foreste ed alberi oggi, Droni e camere multispettrali nel monitoraggio della Salute Forestale (FHM), 2024, <https://www.rivistasherwood.it/t/gestione/camere-multispettrali-fhm>

³⁵⁶ Pierucci agricoltura, 2024, Come e perchè monitorare i parametri chimici e fisici delle piante in vaso, <https://professional.pierucciagricoltura.it/2024/06/19/come-perche-monitorare-parametri-delle-piante-in-vaso/>

Le diverse specie di insetti possono essere rilevate attraverso l'impiego di applicazioni come Seek e iNaturalist, le quali attraverso una fotografia possono riconoscere la specie, in un secondo momento il cittadino può segnalare quanto osservato ai referenti interni al Comune attraverso una scheda che contiene le seguenti informazioni: data, ora, coordinate, foto. Le uscite sul campo sono altrettanto utili per coinvolgere la cittadinanza poiché affiancata da esperti, come nel caso dell'Unione Naturalisti Bolognesi, che possono illustrare e coinvolgere i partecipanti in campagne di campionamento attraverso diversi metodi che comprendono l'uso di retini, ombrelli entomologici, trappole di diverse tipologie. I dati raccolti potranno poi essere presentati ai cittadini per constatare l'andamento della popolazione attraverso incontri, comunicati, all'interno del periodico comunale.

La qualità aria può essere controllata, come nel caso del progetto Aria pesa³⁵⁷, attraverso dei piccoli rilevatori che devono essere posti alle medesime condizioni, ad esempio alla stessa altezza. I campioni raccolti dovranno essere mandati ai referenti all'interno del Comune che si occuperanno di farli analizzare; i risultati saranno comunicati alla popolazione tramite comunicati, all'interno del periodico del Comune, assemblee.

Il rumore può essere misurato attraverso fonometri oppure applicazioni per dispositivi mobili; sarà necessario indicare l'applicazione usata e il dispositivo impiegato poiché la sensibilità potrebbe cambiare.

³⁵⁷ Aria pesa, Aria pesa e citizen science, <https://csiaps.org/wpcsi/wp-content/uploads/2019/05/1-AriaPesaCitizenScience.pdf>
Aria pesa, Aria pesa (rete civica di cittadini e associazioni), <https://csiaps.org/wpcsi/wp-content/uploads/2019/05/AriaPesa-Prima-Campagna.pdf>

Per le precedenti rilevazioni, i cittadini dovranno georeferenziare i dati rilevati per validarli inserendo coordinate, data, ora, strumento usato.

La soddisfazione dei cittadini è un ulteriore parametro indagabile attraverso questionari anonimi con risposta multipla e domande aperte; possono essere proposti sia in formato cartaceo, reperibile allo sportello dedicato alle relazioni con il pubblico del Comune sia in formato digitale disponibile sul sito del Comune. I risultati potranno essere esposti all'interno di assemblee, work shop, e qualsiasi altra forma di aggregazione, come per i casi precedenti all'interno del periodico, per confrontarsi su quanto emerso per poi scegliere come e cosa migliorare.

Cittadini al centro

Esistono diversi metodi per comunicare con i cittadini, i portatori di interesse, però bisogna studiare una strategia efficace vista la diversa composizione della popolazione. Secondo i dati del 2024³⁵⁸ la popolazione casalecchiese ammonta a 35.373 abitanti ed è così ripartita³⁵⁹ (Tab.5, Graf.1):

Fascia d'età	Numero cittadini	Fascia d'età	Numero cittadini	Fascia d'età	Numero cittadini
0-4	1196	35-39	1908	70-74	1702
5-9	1406	40-44	2112	75-79	1857
10-14	1557	45-49	2497	80-84	1700
15-19	1718	50-54	3009	85-89	1254
20-24	1536	55-59	2938	90-94	565
25-29	1736	60-64	2431	95-99	139
30-34	2039	65-69	2039	100+	14

Tabella 5 Suddivisione della popolazione casalecchiese per età

³⁵⁸ ISTAT, <https://demo.istat.it/app/?a=2025&i=D7B>

³⁵⁹ tuttitalia, Popolazione per età, sesso e stato civile 2024, <https://www.tuttitalia.it/emilia-romagna/56-casalecchio-di-reno/statistiche/popolazione-eta-sesso-stato-civile-2024/>

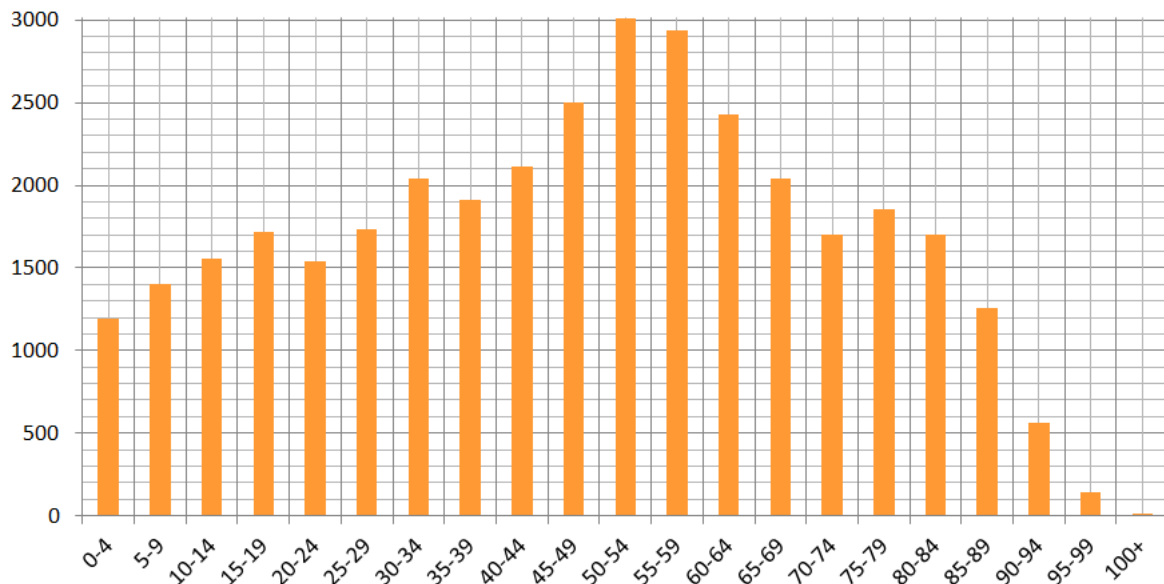


Grafico 1 Andamento età popolazione casalecchiese

Visto tale suddivisione, per poter comunicare in modo efficace e per poter raggiungere i cittadini propongo di avvalersi del volantinaggio distribuendo le proposte e raccogliendo quelle fatte dai cittadini stessi nei luoghi di aggregazione che a seconda del periodo dell'anno possono variare sensibilmente come parchi, centri commerciali, pubblici esercizi, biblioteca, municipio; il periodico del Comune; sportelli dedicati all'interno del municipio; newsletter; gruppi sui diversi social network; momenti di incontro come assemblee e workshop. In questo modo sono assicurati la massima flessibilità, il mescolamento delle diverse classi d'età, un clima favorevole alla formazione di una rete civica e di vicinato più sensibile alle esigenze del territorio e dei cittadini stessi. L'importanza del progetto deve essere compresa dall'opinione pubblica poiché solamente coinvolgendo e facendo interessare i primi fruitori del territorio è possibile dare una migliore resa del progetto stesso. Nella fase di cantiere è possibile realizzare delle visite guidate per mostrare ai cittadini, per esempio, come si sta lavorando nei diversi lotti, i materiali usati, i mezzi impiegati. Quanto esposto è utile sia per ricavare opinioni su quanto ho esposto per potere correggere secondo ciò che è emerso dai cittadini sia per comunicare l'esito delle decisioni prese. In

questo modo i cittadini sono invitati a partecipare attivamente alle decisioni che possono cambiare la realtà, ne sono stati un esempio Madrid e Boston, nella quale vivono facendoli sentire parte della comunità.

CONCLUSIONI

Per potere realizzare una grande opera è necessario considerare e analizzare ogni aspetto che possa essere interessato, cittadini, animali, piante, qualità ambientale; per questo è stato dato ampio respiro a tali argomenti. Questi attori sono fondamentali per potere procedere nella realizzazione dei progetti. Dopo avere studiato quali azioni intraprendere, bisogna essere capaci di comunicarle, per questo il linguaggio e le capacità espressive risultano essere particolarmente efficaci, i singoli termini possono permettere di trasmettere un determinato pensiero ed è questo il fulcro che permette di proporre un'idea e ricevere dei riscontri che possono portare ad un risultato migliore rispetto al precedente. Le città non hanno sempre considerato i progetti da questo punto di vista e per tale motivo hanno inglobato incuranti quanto le circondava fino a che non ha iniziato a farsi strada la consapevolezza di quanto le risorse naturali e la vita oltre la nostra potesse essere importante non solo per i non umani ma anche per gli umani stessi che hanno iniziato a pagarne le conseguenze con il tenore di vita e la salute. Una volta che è stata data voce alla Natura nelle città, gli abitanti hanno iniziato a notare i diversi problemi che la affliggevano e per questo hanno provato, con diversi gradi di successo, a rinvigorire la perduta alleanza attraverso progetti volti a recuperare e migliorare quanto esistente avvalendosi anche della mitigazione e di strumenti che potessero assicurare una base che considerava diversi parametri per ottenere una sempre maggiore tutela ambientale. I diversi progetti riportati hanno come filo conduttore l'intento di migliorare l'impatto delle nostre azioni sull'ambiente. Sono stati scelti perché hanno dimostrato un impegno ed interesse verso il miglioramento ambientale, adottando soluzioni a problemi presenti nelle città, ma anche perché simili al progetto preso in esame. Il progetto del territorio di Casalecchio di Reno ha lo stesso intento,

è stato analizzato da una sua cittadina e per questo avvantaggiata dalle maggiori conoscenze del territorio. Partendo da questa considerazione, ogni cittadino può attivamente contribuire proponendo i diversi punti di vista e così raggiungere un nuovo rapporto di fiducia con la pubblica amministrazione. Secondo tale motivo, ho suggerito diversi mezzi per potere comunicare con i cittadini, dato la grande eterogeneità di età presenti. Per incrementare la qualità ambientale del progetto ed il suo inserimento nel contesto cittadino ho proposto diverse soluzioni: l'inserimento di un maggior numero di specie vegetali sia autoctone, al fine di creare un habitat il più simile possibile a quello che si trova nella regione per favorire la fauna, sia non autoctona, per creare anche un ambiente più ricco per umani e animali in tutte le stagioni. Al fine di contrastare gli effetti derivanti dall'isola di calore ho suggerito di incrementare la presenza di verde e dell'acqua sia al di sopra della soletta di copertura del nuovo tratto stradale sia in altre aree del comune, in questo modo le temperature subirebbero una sensibile variazione ma i nuovi impianti assicurerebbero anche dei rifugi per la fauna. Per favorire la presenza stabile degli impollinatori ho suggerito di installare diversi ricoveri. La fruibilità degli spazi all'aperto è importante durante tutto l'anno; per questo motivo ho suggerito di inserire pergolati, diverse strutture per offrire ombra anche durante il periodo estivo.

Tutte queste proposte sarebbero vane se non vengono comunicate in modo efficace ed efficiente ai cittadini. Per questo motivo ho posto l'accento sull'età e sulla tipologia di strumenti che possono essere impiegati per comunicare ovvero volantaggio, sportelli comunali, newsletter, gruppi sui social network, incontri.

Confrontare, studiare, imparare, replicare, migliorare; verbi volti a cambiare, auspicabilmente in meglio, la realtà, e in questo caso, i progetti strategici.

APPENDICE

Tabelle

Le prime tre tabelle di seguito riportate contengono le specie che il progetto della Nuova Porrettana intende inserire; quelle che seguono invece contengono le specie che ho individuato da inserire nel progetto.

Legenda	
<u>Antesi</u>	Specie allergenica = è stato segnalato se può dare allergia da polline ma non è stato indicato il grado. Qualora una specie sia dioica e potenzialmente allergenica, basta selezionare esemplare femmina per escludere la reazione allergica
GEN = gennaio	
FEB = febbraio	
MAR = marzo	
APR = aprile	
MAG = maggio	
GIU = giugno	Specie monoica = unico individuo che porta entrambi i sessi
LUG = luglio	
AGO = agosto	
SET = settembre	Specie dioica = due individui distinti in esemplare maschio ed esemplare femmina
OTT = ottobre	
NOV = novembre	
DIC = dicembre	- = dato non disponibile
<u>Area distribuzione</u>	! = non classificabile per diversa riproduzione ad esempio tramite spore, rizomi, monociclica
NIV = nivale (2700 s.l.m.)	
ALP = alpina (1800 s.l.m.)	
S ALP = subalpina (1400 s.l.m.)	
MON = montana (1000 s.l.m.)	
COL = collinare (200 s.l.m.)	
PLA = planiziale (0 s.l.m.)	

SPECIE DA PROGETTO	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D			SI	NO	N	A	S	M	C	P
	E	E	A	P	A	I	U	G	E	T	O	I					I	L	A	O	O	L
PROGETTO	N	B	R	R	G	U	G	O	T	T	V	C					V	P	L	N	L	A
Acer campestre			*	*	*								☼		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Alnus glutinosa		*	*	*									☼		☹					♣	♣	♣
Campsis radicans					*	*	*	*	*				☼		☹						♣	♣
Carpinus betulus				*	*	*							☼		☹					♣	♣	♣
Celtis australis			*	*	*								☼		☹	☺					♣	♣
Corylus avellana	*	*	*	*									☼		☹				♣	♣	♣	♣
Cornus mas	*	*	*	*									☼		☹	☺				♣	♣	♣
Cornus sanguinea				*	*	*							☼		☹	☺				♣	♣	♣
Coronilla emerus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		☼		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Cotinus coggygria				*	*	*							☼		☹						♣	♣
Crataegus monogyna			*	*	*								☼		☹	☺			♣	♣	♣	♣

Tabella A6 specie previste dal progetto della Nuova Porrettana

SPECIE DA PROGETTO	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AUG	SET	OCT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Ligustrum ovalifolium			*	*	*								☼		☹	☺					♣	♣
Ligustrum vulgare			*	*	*								☼		☹	☺				♣	♣	♣
Parthenocissus tricuspidata					*	*							☼		☹	☺					♣	♣
Phillyrea latifolia		*	*	*	*									☼	☹	☺					♣	♣
Populus alba	*	*	*											☼	☹	☺					♣	♣
Populus nigra		*	*	*										☼	☹	☺				♣	♣	♣
Prunus laurocerasus			*	*	*								☼		☹	☺					♣	♣
Prunus spinosa	*	*	*	*									☼		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Pyrus pyraister			*	*	*								☼		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Quercus pubescens			*	*	*								☼		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Quercus robur	*	*	*	*	*								☼		☹	☺					♣	♣
Frangula alnus				*	*	*							☼		☹	☺				♣	♣	♣
Fraxinus angustifolia	*	*	*							*	*	*	☼		☹	☺					♣	♣
Fraxinus ornus			*	*	*								☼		☹	☺				♣	♣	♣
Hedera helix								*	*	*	*	*	☼		☹	☺				♣	♣	♣

Tabella A7 specie previste dal progetto della Nuova Porrettana

SPECIE DA PROGETTO	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Rosa canina			*	*	*	*	*						*									
Salix alba	*	*	*	*									*	*								
Salix purpurea		*	*	*										*								
Salix viminalis	*	*	*	*										*		*	*	*	*	*		
Sambucus nigra				*	*	*							*									
Spartium junceum			*	*	*	*	*						*			*	*	*	*	*		
Viburnum tinus	*	*	*	*	*	*					*	*	*						*	*		

Tabella A8 specie previste dal progetto della Nuova Porrettana

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Acer opalus			✿	✿									✿		☹					♣	♣	
Agropyron repens				✿	✿	✿	✿						✿		☹		♣	♣	♣	♣	♣	
Allium carinatum					✿	✿	✿	✿	✿				✿				♣	♣	♣	♣		
Allium vineale				✿	✿	✿	✿						✿						♣	♣		
Althaea officinalis				✿	✿	✿	✿	✿					✿		☹				♣	♣	♣	
Amaranthus retroflexus					✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿		☹			♣	♣	♣	♣	
Anagallis arvensis			✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿				♣	♣	♣	♣		
Anagallis foemina			✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿					♣	♣	♣		
Artemisia campestris							✿	✿	✿	✿			✿		☹		♣	♣	♣	♣	♣	
Artemisia vulgaris						✿	✿	✿	✿	✿			✿		☹			♣	♣	♣	♣	
Avena fatua			✿	✿	✿	✿							✿				♣	♣	♣	♣		
Avena ludoviciana				✿	✿	✿							✿				♣	♣	♣	♣		
Avena sterilis			✿	✿	✿	✿							✿		☹			♣	♣	♣	♣	

Tabella A9 specie autoctone che ho selezionato

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Bilderykia (=Polygonum) convolvulus			*	*	*	*	*	*	*	*			*						♣	♣	♣	
Bromus sterilis			*	*	*	*							*		☹				♣	♣	♣	
Calluna vulgaris							*	*	*	*	*		*				♣	♣	♣	♣	♣	
Centaurea cyanus				*	*	*	*	*					*		☹			♣	♣	♣	♣	
Chenopodium album					*	*	*	*	*	*	*	*	*		☹			♣	♣	♣	♣	
Cichorium intybus						*	*	*	*	*	*		*		☹				♣	♣	♣	
Clematis vitalba				*	*	*	*						*						♣	♣	♣	
Convolvulus arvensis			*	*	*	*	*	*	*	*			*		☹		♣	♣	♣	♣	♣	
Convolvulus sepium				*	*	*	*	*	*				*						♣	♣	♣	
Crataegus azarolus			*	*	*								*		☹					♣	♣	
Crataegus laevigata			*	*	*	*							*						♣	♣	♣	
Cyclamen neapolitanum							*	*	*	*			*						♣	♣	♣	

Tabella A10 specie autoctone che ho selezionato

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Cynodon dactylon					*	*	*	*	*				*		☹	☺					♣	♣
Cytisus sessilifolius				*	*	*							*		☹	☺		♣	♣	♣	♣	♣
Digitaria (=Panicum) sanguinalis					*	*	*	*	*	*	*		*		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Erica arborea		*	*	*	*								*		☹	☺				♣	♣	♣
Erythronium dens-canis		*	*	*									*			☺			♣	♣	♣	
Hepatica nobilis		*	*	*	*								*			☺		♣	♣	♣	♣	♣
Hordeum murinum			*	*	*	*	*	*	*	*			*		☹	☺			♣	♣	♣	♣
Juniperus communis	*	*	*	*	*	*	*							*		☺	♣	♣	♣	♣	♣	♣
Laburnum anagyroides				*	*	*							*			☺				♣	♣	
Legousia speculum-Veneris			*	*	*	*	*						*			☺				♣	♣	♣

Tabella A11 specie autoctone che ho selezionato

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Lonicera caprifolium				*	*	*	*	*					*							*	*	*
Malva sylvestris				*	*	*	*	*	*	*	*		*						*	*	*	*
Matricaria chamomilla				*	*	*	*	*					*					*	*	*	*	
Mespilus germanica				*	*	*	*	*					*							*	*	
Muscari botryoides	*	*	*	*									*			*	*	*	*	*	*	
Muscari comosum			*	*	*	*	*	*					*				*	*	*	*	*	
Oenothera biennis					*	*	*	*	*				*				*	*	*	*	*	
Ornithogalum umbellatum			*	*	*	*	*	*					*					*	*	*	*	
Ostrya carpinifolia			*	*	*	*	*	*					*							*	*	
Papaver dubium			*	*	*	*	*	*					*							*	*	
Papaver rhoeas			*	*	*	*	*	*	*				*			*	*	*	*	*	*	
Parietaria judaica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						*	*	*	

Tabella A12 specie autoctone che ho selezionato

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Parietaria officinalis				*	*	*	*	*	*	*			*		☹					*	*	
Plantago major		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		☹			*	*	*	*	
Polygonum aviculare		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		☹					*	*	
Polygonum persicaria						*	*	*	*	*	*		*		☹	☺			*	*	*	
Populus nigra 'italica'		*	*	*										*	☹				*	*	*	
Populus nigra 'planteriensis'		*	*	*										*	☹				*	*	*	
Primula vulgaris	*	*	*	*	*								*			☺		*	*	*	*	
Pulmonaria vallarsae		*	*	*									*			☺		*	*	*		
Pyracantha coccinea			*	*	*								*		☹					*	*	
Quercus cerris			*	*	*								*		☹			*	*	*	*	
Quercus petraea			*	*	*								*		☹			*	*	*	*	
Ranunculus ficaria	*	*	*	*	*						*	*	*			☺			*	*	*	

Tabella A13 specie autoctone che ho selezionato

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Robinia pseudoacacia				*	*	*							*								*	*
Rosa gallica				*	*	*							*								*	*
Salix caprea		*	*	*	*	*								*		*	*	*	*	*	*	*
Sesleria autumnalis		*	*	*				*	*	*			*				*	*	*	*	*	*
Sesleria italica				*	*	*							*					*	*			
Setaria glauca						*	*	*	*	*	*		*					*	*	*	*	*
Setaria viridis						*	*	*	*	*			*				*	*	*	*	*	*
Solidago serotina						*	*	*	*				*							*	*	*
Sorbus domestica			*	*	*								*							*	*	*
Sorbus torminalis			*	*	*								*							*	*	*
Tamus communis			*	*	*									*				*	*	*	*	*
Tilia americana					*	*	*						*					*	*	*	*	*
Tilia cordata				*	*	*							*					*	*	*	*	*

Tabella A14 specie autoctone che ho selezionato

SPECIE AUTOCTONE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
<i>Tilia platyphyllos</i>				✿	✿	✿							✿		☹				♣	♣	♣	
<i>Tilia tomentosa</i>				✿	✿	✿	✿						✿		☹				♣	♣	♣	
<i>Tussilago farfara</i>	✿	✿	✿	✿								✿	✿		☹		♣	♣	♣	♣	♣	
<i>Verbena officinalis</i>	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿			☺			♣	♣	♣	
<i>Viola odorata</i>	✿	✿	✿	✿									✿			☺			♣	♣	♣	
<i>Viola hirta</i>	✿	✿	✿	✿									✿			☺		♣	♣	♣	♣	
<i>Viola reichenbachiana</i>		✿	✿	✿	✿	✿	✿						✿			☺		♣	♣	♣	♣	

Tabella A15 specie autoctone che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Acacia dealbata	*	*	*											*	☹					♣	♣	
Acacia retinoides					*	*	*	*	*	*				*		☺				♣	♣	
Acanthus mollis		*	*	*	*	*								*		☺				♣	♣	
Acca sellowiana						*	*							*		☺	-	-	-	-	-	
Acer palmatum			*	*										*	☹	☺				♣	♣	
Acer platanoides 'Crimson King'			*	*	*									*		☺			♣	♣	♣	
Acer pseudoplatanus			*	*	*									*	☹		♣	♣	♣	♣	♣	
Acer x freemanii				*										*	☹						♣	
Achillea spp.				*	*	*	*	*	*	*	*			*	☹		♣	♣	♣	♣	♣	
Aesculus x carnea					*									*		☺	♣	♣	♣	♣	♣	
Agapanthus africanus						*	*							*		☺					♣	
Agapanthus africanus Albus						*	*							*		☺					♣	
Agastache Black Adder						*	*	*	*	*				*		☺				♣	♣	

Tabella A16 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Agastache Blue Fortune							*	*	*				*							*	*	
Agastache rugosa Alabaster							*	*	*				*							*	*	
Albizia julibrissin					*	*	*	*					*							*	*	
Alchemilla mollis 'Robustica'						*	*	*	*				*				*	*	*			
Allamanda spp.			*	*	*	*	*	*	*	*			*									
Allium millenium							*	*	*				*									
Allium schoenoprasum					*	*	*	*					*			*	*	*	*	*	*	
Allium spp.			*	*	*	*	*	*	*	*			*									
Amelanchier lamarckii				*	*								*					*	*	*		
Anemone hupehensis September									*	*			*									
Anemone hupehensis Splendens								*	*	*			*									

Tabella A17 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Betula utilis 'Doorenbos' (B. jacquemontii)			*	*	*								*		☹	☺		♣	♣	♣	♣	
Borago officinalis	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		☺				♣	♣	♣	
Brugmansia arborea			*	*	*	*	*	*					*		☺							♣
Brugmansia aurea								*	*	*			*		☺							♣
Brunnera macrophylla				*	*	*							*		☺				♣	♣		
Buddleja davidii Royal Red					*	*	*	*	*				*		☹					♣	♣	
Buddleja davidii white profusion							*	*	*				*		☹					♣	♣	
Calamagrostis acutiflora Karl Foerster						*	*	*	*				*		☹					♣	♣	
Callistemon viminalis					*	*	*		*	*			*		☺		-	-	-	-	-	-
Camellia japonica		*	*	*	*								*		☺						♣	♣
Carex muskingumensis							*	*					*		☹		-	-	-	-	-	-

Tabella A19 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Catalpa bignonioides (C. bungei)				*	*	*							*							*	*	
Cercis siliquastrum		*	*	*									*							*	*	
Chaenomeles japonica Sargentii			*	*									*								*	
Chionodoxa spp.		*	*	*									*							-	-	
Cinnamomum camphora				*	*	*							*							-	-	
Clematis 'Apple Blossom'			*	*	*								*								*	
Clematis armandii			*	*									*								*	
Clematis cirrhosa 'Jingle Bells'	*	*	*										*							*	*	
Clematis vitalba				*	*	*	*						*						*	*	*	
Calycanthus spp.	*	*				*	*	*	*					*						-	-	

Tabella A20 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE							
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA		
Coreopsis verticillata Moonbeam						*	*	*	*				*					-	-	-	-	-	-	
Cortaderia selloana					*	*	*							*								♣	♣	
Crocus spp.									*	*	*	*	!	!								♣	♣	
Dhalia spp.						*	*	*	*	*	*		*						-	-	-	-	-	-
Dianthus caryophyllus					*	*	*	*	*				*						-	-	-	-	-	-
Dipladenia spp.				*	*							*	*											
Elaeagnus angustifolia				*	*	*							*									♣	♣	
Eremurus spp.						*	*						*						-	-	-	-	-	-
Erica spp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									♣	♣	♣
Eriobotrya spp.	*	*	*								*	*	*									♣	♣	
Fraxinus americana			*	*	*									*							♣	♣	♣	
Fresia spp.			*	*	*								*									♣	♣	

Tabella A21 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Fritillaria spp.				*	*	*							*									
Fuchsia 'Ardenza'					*	*	*	*	*	*			*								*	*
Fuchsia regia					*	*	*	*	*	*			*								*	*
Fuchsia regia reitzii					*	*	*	*	*	*			*								*	*
Fucsia 'Annabel'			*	*	*	*	*	*	*	*			*								*	*
Fucsia 'Blue Sarah'					*	*	*	*	*	*			*								*	*
Gaillardia aristata						*	*	*	*	*			*		☹						*	*
Geranium spp.			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*				*	*			*	*
Ginkgo biloba						*	*	*						*							*	*
Gladiolus spp.						*	*	*	*	*			*		☹						*	*
Gleditsia triacanthos			*	*	*								*								*	*
Gloriosa spp.						*	*	*	*	*	*		*								*	*

Tabella A22 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Hamamelis x intermedia 'Diane'	✿	✿	✿										✿							♣	♣	
Hamamelis x intermedia 'Orange Beauty'	✿	✿	✿							✿		✿	✿							♣	♣	
Hamamelis x intermedia 'Pallida'	✿	✿	✿										✿							♣	♣	
Hedera variegata								✿	✿	✿	✿	✿	✿					♣	♣	♣	♣	
Hippeastrum spp.			✿	✿									✿							♣	♣	
Hosta sieboldiana Elegans				✿	✿	✿	✿	✿					✿								♣	
Houttuynia Cordata Chameleon				✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿								♣	
Hyacinthus spp.	✿	✿	✿	✿	✿							✿	✿							♣	♣	
Hydrangea spp.					✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿					♣	♣	♣	♣	

Tabella A23 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NI	V	ALP	SALP	MON	COL
Hylotelephium spectabile 'Herbstfreude'								☼	☼	☼			☼								♣	♣
Hypericum perforatum				☼	☼	☼	☼	☼	☼				☼					♣	♣	♣	♣	♣
Ilex mutchagara 'Nellie R.Stevens'			☼	☼									☼				-	-	-	-	-	-
Ipomea alba					☼	☼	☼	☼	☼	☼			☼								♣	♣
Iris spp.	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼								♣	♣
Ixia spp.					☼	☼	☼	☼	☼				☼								♣	♣
Ixia venus						☼	☼	☼					☼								♣	♣
Jasminum officinale				☼	☼	☼	☼	☼	☼				☼								♣	♣
Juniperus horizontalis Lime glow				☼	☼	☼								☼						♣	♣	♣
Koelreuteria paniculata					☼	☼	☼	☼					☼								♣	♣
Lagerstroemia indica						☼	☼	☼	☼				☼								♣	♣
Laurus nobilis		☼	☼	☼											☼						♣	♣

Tabella A24 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Lavanda angustifolia 'Edelweiss'					☼	☼	☼						☼					♣	♣	♣	♣	
Lavanda angustifolia 'Hidcote'						☼	☼	☼	☼				☼					♣	♣	♣	♣	
Lavanda angustifolia 'Rosea'					☼	☼	☼	☼	☼				☼					♣	♣	♣	♣	
Lavanda Stoechas				☼	☼	☼	☼	☼	☼				☼					♣	♣	♣	♣	
Ligustrum japonicum (L. lucidum)			☼	☼	☼								☼							♣	♣	
Lilium spp.					☼	☼	☼	☼	☼				☼		☹					♣	♣	
Liquidambar styraciflua				☼	☼								☼							♣	♣	
Liriodendron tulipifera			☼	☼	☼								☼							♣	♣	
Lonicera japonica var. chinensis				☼	☼	☼	☼	☼	☼				☼		☹					♣	♣	
Lonicera periclymenum 'Serotina'				☼	☼	☼							☼		☹				♣	♣		

Tabella A25 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AUG	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Lycium barbarum					*	*	*	*					*									
Lythrum Salicaria					*	*	*	*	*				*					*	*	*	*	*
Magnolia grandiflora				*	*	*							*								*	*
Magnolia japonica			*	*	*								*								*	*
Malus rosaceae			*	*	*								*			☹		*	*	*	*	*
Medicago spp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*				*	*	*	*	*	*
Melia azedarach				*	*	*							*			☹					*	*
Melissa officinalis				*	*	*	*	*					*								*	*
Mentha spp.			*	*	*	*	*	*	*	*			*						*	*	*	*
Moluccella laevis					*	*	*	*	*				*									*
Morus spp.			*	*	*								*					*	*	*	*	*
Myrtillus spp.					*	*	*						*								*	*

Tabella A26 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Narcissus spp.			✿	✿	✿	✿			✿	✿			✿		☹		♣	♣	♣	♣		
Nepeta faassenii					✿	✿	✿						✿		☺				♣	♣		
Nerium oleander				✿	✿	✿	✿						✿		☺				♣	♣		
Ocimum basilicum				✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿		☺				♣	♣		
Olea europea			✿	✿	✿	✿							✿		☹				♣	♣	♣	
Orchidaceae spp.				✿	✿	✿							✿		☺			♣	♣	♣		
Origanum vulgare					✿	✿	✿	✿	✿				✿		☺		♣	♣	♣	♣		
Osmanthus aquifolium								✿	✿	✿	✿			✿	☺				♣	♣		
Parrotia persica			✿	✿	✿								✿		☺				♣	♣		
Passiflora caerulea 'Claraluna'			✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿		☺				♣	♣		
Passiflora caerulea 'Dea Ibla'						✿	✿	✿	✿				✿		☺				♣	♣		
Passiflora caerulea 'Klara'							✿	✿	✿				✿		☺				♣	♣		

Tabella A27 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Passiflora 'Marijke'							☼	☼	☼				☼			☺					♣	♣
Passiflora x violacea						☼	☼	☼	☼	☼			☼			☺					♣	♣
Paulownia tomentosa				☼	☼	☼							☼			☺					♣	♣
Phillyrea angustifolia		☼	☼	☼	☼									☼		☺					♣	♣
Photinia x fraseri 'Red Robin'				☼	☼	☼							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllostachys aurea (Bambusa)				☼	☼	☼	☼						!	!		☺					♣	♣
Physalis Alkekengi				☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼			☼			☺					♣	♣
Physocarpus opulifolius				☼	☼	☼							☼			☺					♣	♣
Pinus Pinea			☼	☼	☼								☼		☹	☺					♣	♣
Pistacia lentiscus		☼	☼	☼	☼									☼		☺					♣	♣
Pittosporum tobira		☼	☼	☼	☼	☼							☼			☺						♣
Platanus x acerifolia			☼	☼	☼								☼			☺					♣	♣

Tabella A28 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	G E N	F E B	M A R	A P R	M A G	G I U	L U G	A G O	S E T	O T T	N O V	D I C			SI	NO	N I V	A L P	S A L P	M O N	C O L	P L A
Plumeria Rubra			✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿			☺					♣	♣
Podranea ricasoliana 'Contessa Sara'						✿	✿	✿	✿	✿	✿		✿			☺						♣
Prunus cerasifera 'Pissardii'		✿	✿	✿									✿			☺					♣	♣
Prunus lusitanica					✿	✿							✿			☺					♣	♣
Prunus serrulata 'Kanzan'				✿	✿								✿			☺					♣	♣
Punica Granatum			✿	✿	✿	✿							✿			☺					♣	♣
Pyrus calleryana 'Chanticleer'			✿	✿									✿			☺					♣	♣
Quercus ilex			✿	✿	✿	✿							✿			☺		♣	♣	♣	♣	♣

Tabella A29 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Quercus rubra			✿	✿	✿								✿							♣	♣	
Ranunculus spp.		✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿				♣	♣	♣	♣	♣	
Ribes spp.			✿	✿	✿	✿								✿				♣	♣	♣	♣	
Rosa 'Agnes'					✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿							♣	♣	
Rosa 'Aicha'					✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿		✿							♣	♣	
Rosa 'Alberic Barbier'					✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa arvensis					✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa banksiae 'Lutea'			✿	✿									✿							♣	♣	
Rosa banksiae 'Purezza'			✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿							♣	♣	
Rosa banksiae 'Alba Plena'						✿	✿						✿							♣	♣	
Rosa 'Felicite et Perpetue'				✿	✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa 'Finlands Vita'					✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿							♣	♣	
Rosa gallica 'Aimable Amie'					✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa glauca					✿	✿	✿						✿					♣	♣	♣	♣	

Tabella A30 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Rosa helenae					✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa laevigata				✿	✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa moyesii				✿	✿	✿	✿	✿					✿							♣	♣	
Rosa moyesii Nevada'					✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿							♣	♣	
Rosa moyesii'Geranium'					✿	✿	✿						✿							♣	♣	
Rosa nitida					✿	✿	✿						✿							♣	♣	
Rosa 'Pauls Himalayan Musk'					✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿		✿							♣	♣	
Rosa pendulina					✿	✿	✿						✿						♣	♣	♣	
Rosa primula	✿	✿	✿	✿	✿	✿							✿						♣	♣	♣	
Rosa rubiginosa					✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa sempervirens					✿	✿	✿						✿							♣	♣	
Rosa spinosissima			✿	✿	✿	✿	✿						✿						♣	♣	♣	
Rosa spinosissima 'Poppius'					✿	✿	✿						✿							♣	♣	
Rosa spinosissima 'Finlands Vita'					✿	✿							✿							♣	♣	
Rosa webbiana						✿	✿	✿					✿							♣	♣	
Rosa x richardii 'Sancta'				✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿							♣	♣	

Tabella A31 specie aggiuntive che ho selezionato

ALTRE SPECIE	ANTESI												SPECIE MONOICA	SPECIE DIOICA	SPECIE ALLERGENICA		AREA DISTRIBUZIONE					
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC			SI	NO	NIV	ALP	SALP	MON	COL	PLA
Rubus spp.			✿	✿	✿	✿	✿	✿					✿					♣	♣	♣		
Salvia officinalis 'Purpurascens'				✿	✿	✿	✿		✿	✿			✿					♣	♣	♣		
Salvia rosmarinus	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿					♣	♣	♣		
Sedum spp.			✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿	✿			✿				♣	♣	♣	♣		
Sophora japonica				✿	✿	✿	✿						✿						♣	♣		
Syringa vulgaris			✿	✿	✿								✿						♣	♣		
Thunbergia grandiflora							✿	✿	✿	✿			✿			-	-	-	-	-		
Thunbergia mysorensis						✿	✿	✿	✿				✿			-	-	-	-	-		
Trachelospermum jasminoides					✿	✿							✿						♣	♣		
Tulipa spp.		✿	✿	✿	✿	✿							✿				♣	♣	♣	♣		
Viola spp.	✿	✿	✿	✿						✿	✿	✿	✿				♣	♣	♣	♣		
Wisteria spp.				✿	✿	✿							✿					♣	♣	♣		
Zantedeschia spp.				✿	✿	✿	✿	✿	✿				✿						♣	♣		

Tabella A32 specie aggiuntive che ho selezionato

Tabelle riepilogative tra progetti

Dove	Progetto	Popolazione e densità	Criticità	Modifiche apportate	Matrici		Impatto	Monitoraggio
Spagna Madrid 1974	Calle 30 M30	3.422.416 5.672 abitanti/km ²	<ul style="list-style-type: none"> • Proteste cittadini • Abbassamenti terreno • Corso Fiume Manza narre • Inquinamento • Traffico • Qualità ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Creazione tunnel • Liberazione suolo da asfalto • Creazione spazi verdi • Percorsi pedonali e ciclabili • Aree per bambini, anziani, sport • Restauro ponti e dighe • Più collegamenti nella città 	Animali		• Creazione habitat	-
					Microbi		-	-
					Piante		<ul style="list-style-type: none"> • Madrid Rio • Giardini verticali • Passeggiate verdi • Ampliamento verde 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensori • Inventari
					Funghi		-	-
					Acqua	<ul style="list-style-type: none"> • Fiume Manazarre 	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusione fiume con corso libero nel Madrid Rio e canalizzato nella città • Miglioramento qualità 	-
					Suolo	<ul style="list-style-type: none"> • Mesata iberica • Argille • Calcari • Graniti 	-	-
					Inquinanti	<ul style="list-style-type: none"> • CO • CO² • NO • NO₂ • PM 	<ul style="list-style-type: none"> • Assorbimento/mitigazione tramite verde inserito 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensori
					Rumore		<ul style="list-style-type: none"> • Mitigazione tramite verde inserito 	-
					Isola di calore		<ul style="list-style-type: none"> • Mitigazione tramite verde e fiume 	<ul style="list-style-type: none"> • Open data • Satelliti • Stazioni • Inventari
					Partecipazione		<ul style="list-style-type: none"> • Informazioni fornite • Commissione fiume Tagus • Commissione parlamentare europea 	-
Illuminazione	<ul style="list-style-type: none"> • Lampade alogenuro e vapori di sodio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sostituzione con LED 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risparmio energetico 					

Tabella A33 Tabella riepilogativa

Dove	Progetto	Popolazione e densità	Criticità	Modifiche apportate	Matrici		Impatto	Monitoraggio
Stati Uniti di America Boston 1959	Big Dig	1.639.797 3.474 abitanti/km ²	<ul style="list-style-type: none"> • Complessità progetto • Traffico • Traffico pesante • Inquinamento • Scarse qualità ambientali • Fiume Charles • Traffico pesante • Alto tasso incidenti • Frattura cittadina • rumore 	<ul style="list-style-type: none"> • Creazione tunnel • Costruzione ponti • Nuovi collegamenti • Sistemi ventilazione • Sistema di controllo incidenti • Segnali radio e telefonici possibili in galleria 	Animali		<ul style="list-style-type: none"> • Creazione habitat • Sostegno api con arnie 	-
					Microbi		-	-
					Piante		<ul style="list-style-type: none"> • Creazione spazi verdi • Viali alberati • Parchi • Isola • Greenway 	<ul style="list-style-type: none"> • Greenery Scanner
					Funghi		-	<ul style="list-style-type: none"> • Greenery Scanner
					Acqua	<ul style="list-style-type: none"> • Fiume Charles 	<ul style="list-style-type: none"> • Restauro opere interessate dal fiume e dal canale • Infiltrazioni nelle strutture del progetto 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensori
					Suolo	<ul style="list-style-type: none"> • Rocce ignee e metamorfiche • Depositi glaciali • Terreno artificiale 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiale di risulta impiegato nelle discariche esaurite 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione materiale di risulta
					Inquinanti	<ul style="list-style-type: none"> • CO 	<ul style="list-style-type: none"> • Riduzione tassi inquinamento 	-
					Rumore		<ul style="list-style-type: none"> • Pannelli fonoassorbenti anche durante il cantiere 	-
					Isola di calore		-	-
					Partecipazione		<ul style="list-style-type: none"> • Coinvolgimento • Educazione 	-

					illuminazione	▪ LED	▪ Continua manutenzione parti ammalorate
--	--	--	--	--	---------------	-------	--

Tabella A34 Tabella riepilogativa

Dove	Progetto	Popolazione e densità	Criticità	Modifiche apportate	Matrici	Impatto	Monitoraggio	
Spagna Barcellona 1859	Plaça de les Glòries Catalanes	1.686.208 16.654,69 abitanti/km ²	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrovia • Traffico • Qualità ambientale • Inquinamento • Rumore 	<ul style="list-style-type: none"> • Creazione piazza centrale verde • Rotatoria su due livelli • Creazione posteggi veicoli • Creazione tunnel • Più accesso ad aree verdi multifunzionali 	Animali	• Creazione habitat	-	
					Microbi	-	-	
					Piante	• Area verde centrale	-	
					Funghi	-	-	
					Acqua		<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi drenaggio sostenibili • Regimazione precipitazioni 	-
					Suolo	<ul style="list-style-type: none"> • Depositi del fiume Llobregat • Sabbie • Rocce calcaree • Argille 	-	-
					Inquinanti	<ul style="list-style-type: none"> • NO₂ • PM₁₀ 	<ul style="list-style-type: none"> • NO₂: -39% durante cantiere e apertura entrambi tunnel • Rispetto Eixample nel tunnel -4,8% • PM₁₀: rispetto Eixample - 13,2% 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparazione dati • Monitoraggio inquinamento • Stazione monitoraggio Eixample
					Rumore		• Da 74 dB a 65 dB	• Comparazione dati
					Isola di calore		-	-
					Partecipazione		<ul style="list-style-type: none"> • Continua collaborazione cittadini-consiglio città • Working Group 	• Commitment to Glòries
Illuminazione		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sostituzione con LED ▪ Diversi punti luminosi, anche scenografici ▪ Diversa intensità 	-					

Tabella A35 Tabella riepilogativa

Dove	Progetto	Popolazione e densità	Criticità	Modifiche apportate	Matrici	Impatto	Monitoraggio	
Italia Casalecchio di Reno 1992	Nuova Porretana	35.373 2.042–2.099 abitanti/km ²	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrovia • Traffico • Traffico pesante • Rumore • Inquinamento • Tempi percorrenza • Efficienza ambientale • Falde • Fiume Reno • Rischio idraulico 	<ul style="list-style-type: none"> • Creazione tunnel • Modifica viabilità cittadina • Filtraggio e convogliamento o polveri in galleria • Barriere acustiche 	Animali	• Creazione habitat	-	
					Microbi	-	-	
					Piante	<ul style="list-style-type: none"> • Quinte vegetali e fasce ambientazione • Inserimento specie autoctone • Impianti plurispecifici • Rimboschimenti • Materiale di scotico reimpiegato 	-	
					Funghi	-	-	
					Acqua	<ul style="list-style-type: none"> • Fiume Reno • Falde • Sorgenti 	<ul style="list-style-type: none"> • Presidi per tutela corsi d'acqua, fognature • Saracinesche idrauliche • Bacini laminazione • Evitare modificazioni a ecosistema fluviale, elementi che tipizzano 	• Rilevamenti ARPAE
					Suolo	• Materiale molto eterogeneo	<ul style="list-style-type: none"> • Impiego materiale nei rilevati e nelle sistemazioni • Minimizzazione rifiuti 	<ul style="list-style-type: none"> • Campionamento per reimpiego materiale • Analisi ambientali durante realizzazione progetto
					Inquinanti	• PM	• Convogliamento e filtrazione delle polveri	• Punto misura polveri anche fini
					Rumore		<ul style="list-style-type: none"> • Mitigazioni schermate • Realizzazione barriere che tutelano avifauna 	• Studio impatto acustico
					Isola di calore		-	-
					Partecipazione		• Pubblicazione documenti	• Dati e informazioni raccolte consultabili liberamente

							<ul style="list-style-type: none"> • Quotidiano Il Resto del Carlino • BUERT • Sito internet ANAS S.p.A • Albo pretorio comuni Casalecchio di Reno e Sasso Marconi
					Illuminazione	▪ LED	-

Tabella A36 Tabella riepilogativa

Immagini

Per le seguenti immagini termiche, viene evidenziata la temperatura superficiale; le eventuali aree non colorate sono dovute, probabilmente, alla presenza di nuvole in concomitanza con il passaggio dei satelliti Landsat per il rilevamento dei dati.

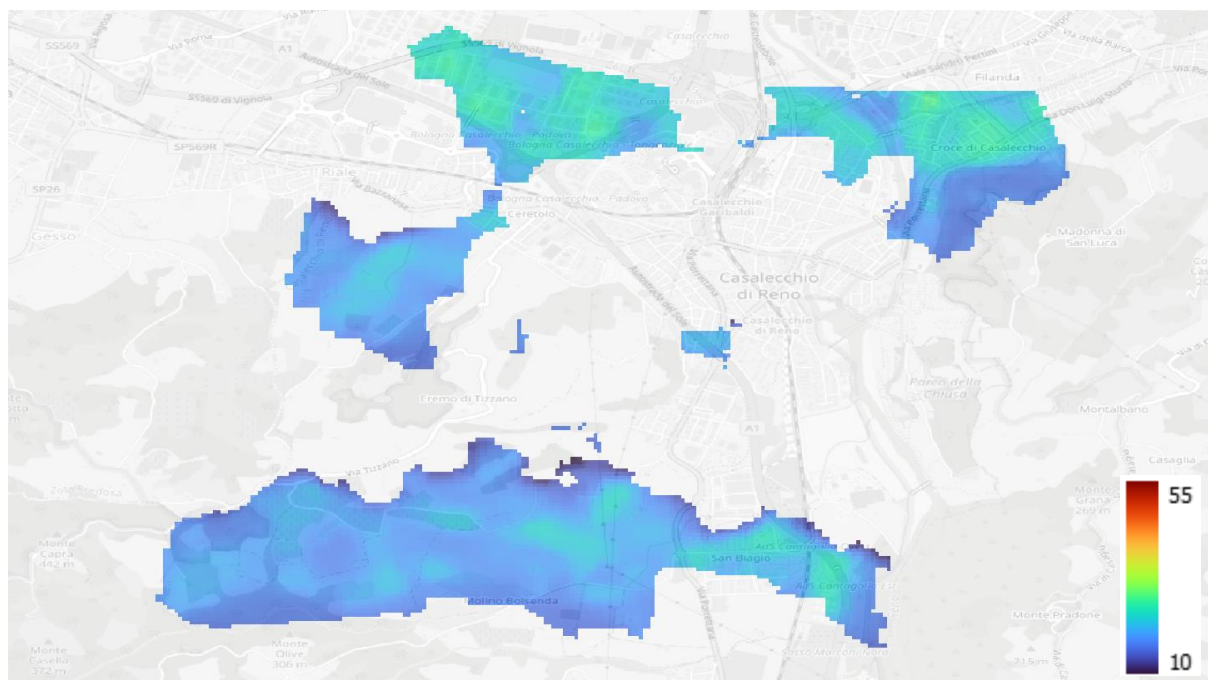


Figura A10 Immagine termica Casalecchio di Reno Maggio 2019

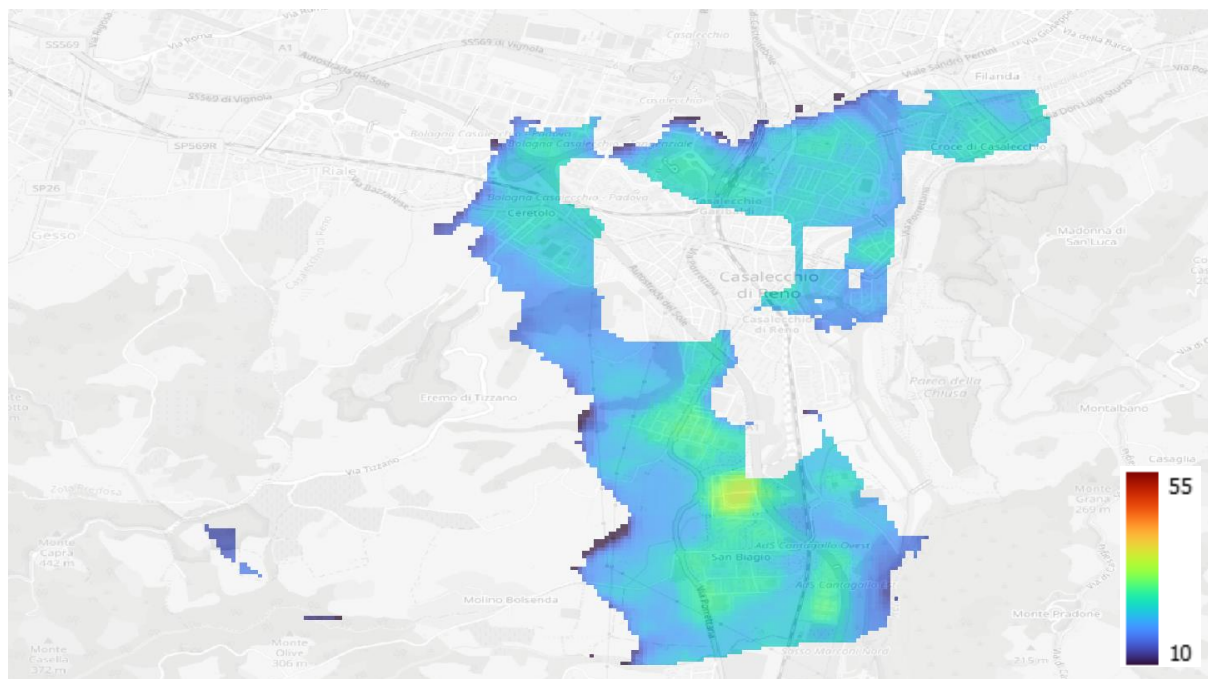


Figura A11 Immagine termica Casalecchio di Reno Maggio 2025

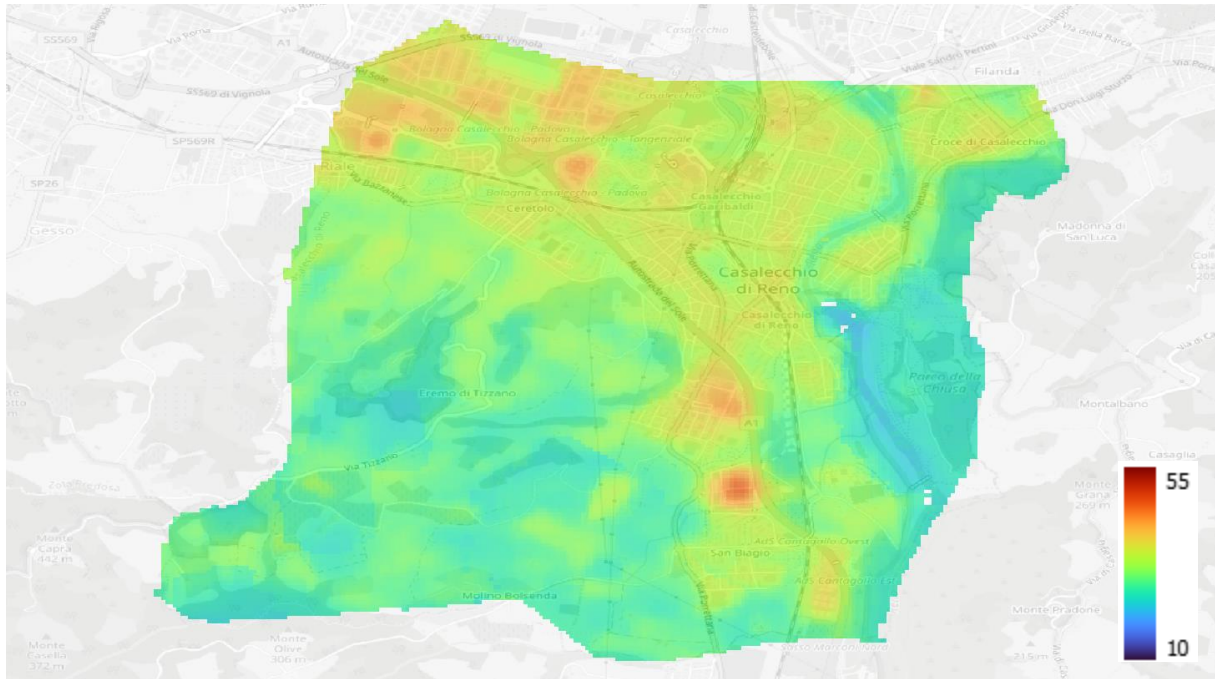


Figura A12 Immagine termica Casalecchio di Reno Giugno 2019

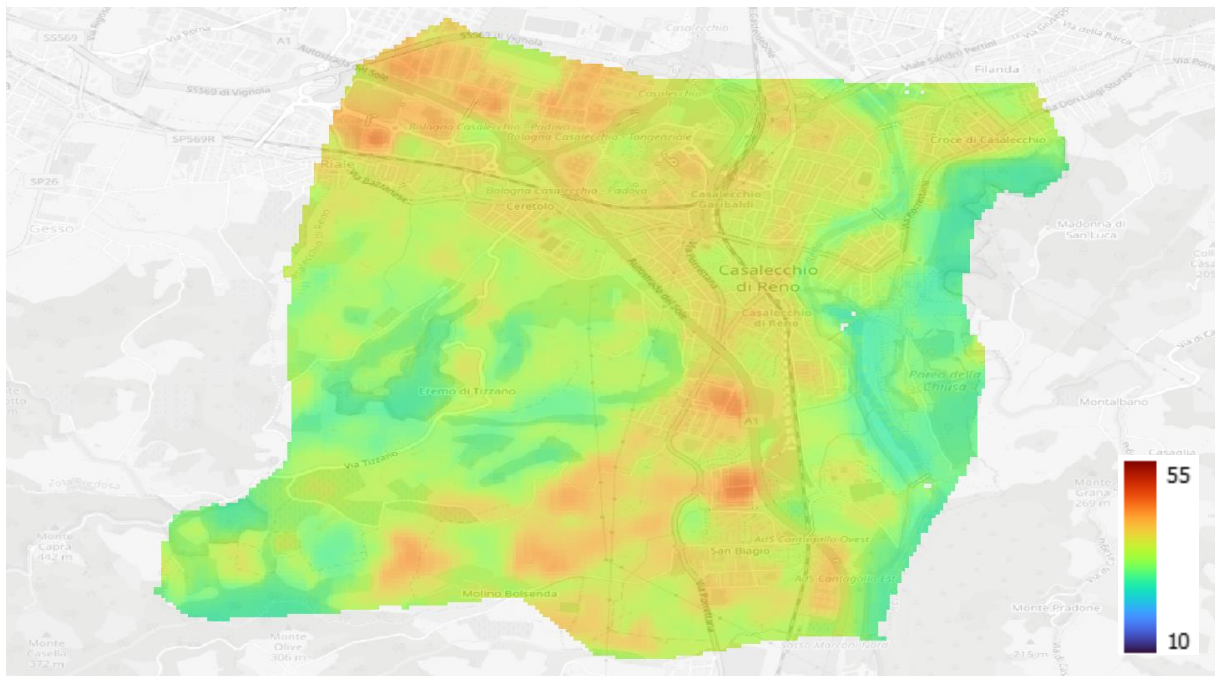


Figura A13 Immagine termica Casalecchio di Reno Giugno 2025

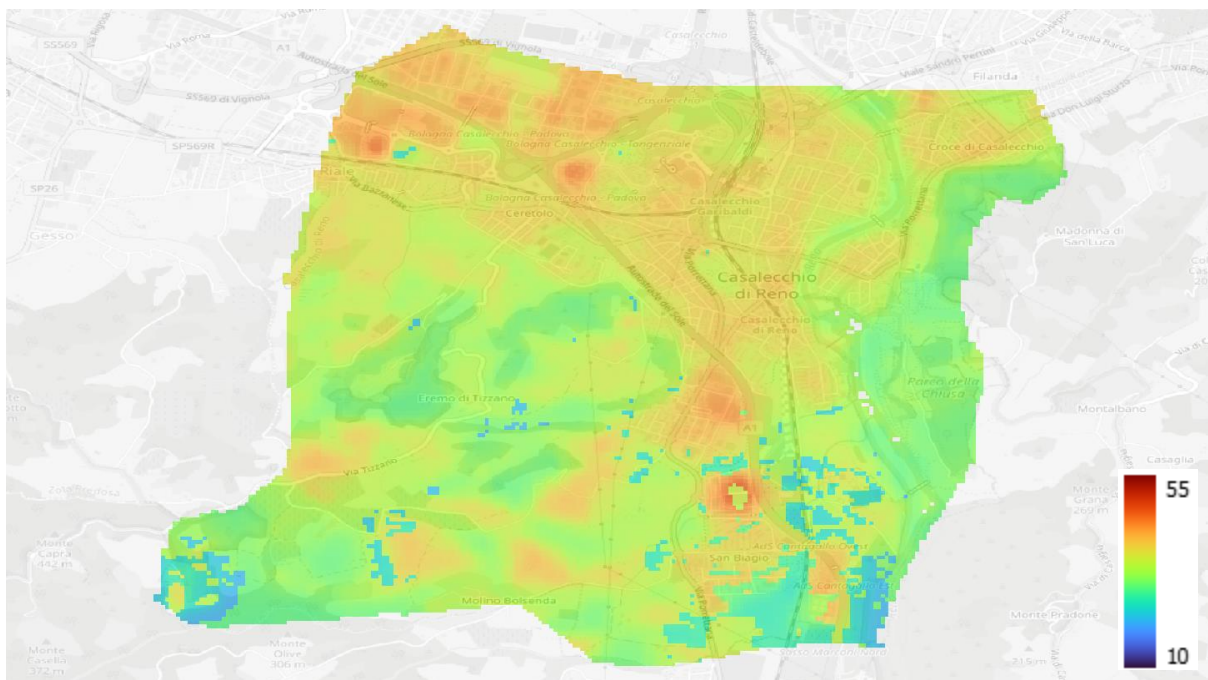


Figura A14 Immagine termica Casalecchio di Reno Luglio 2019

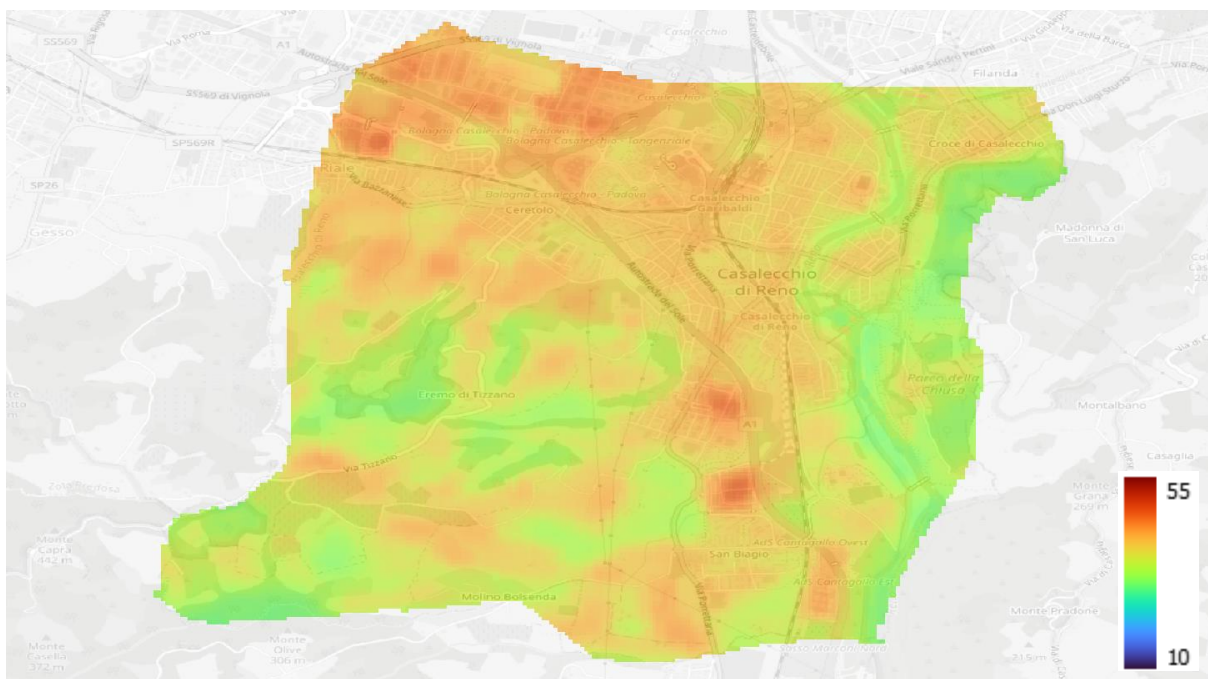


Figura A15 Immagine termica Casalecchio di Reno Luglio 2025

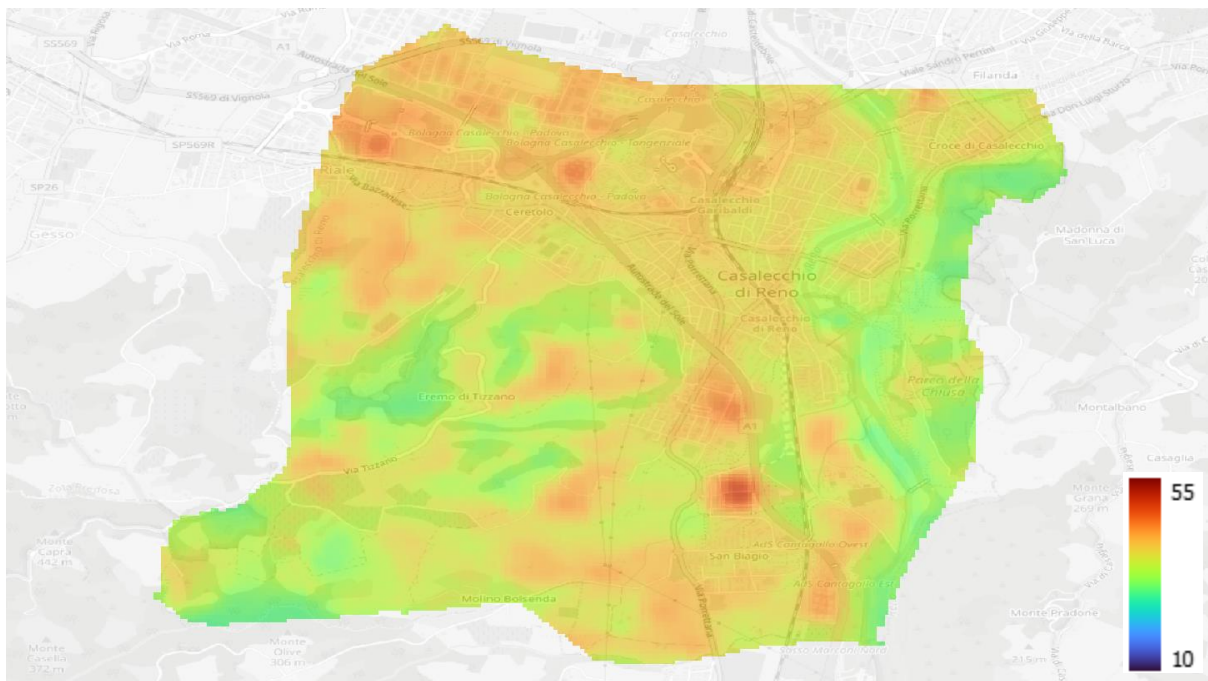


Figura A16 Immagine termica Casalecchio di Reno Agosto 2019

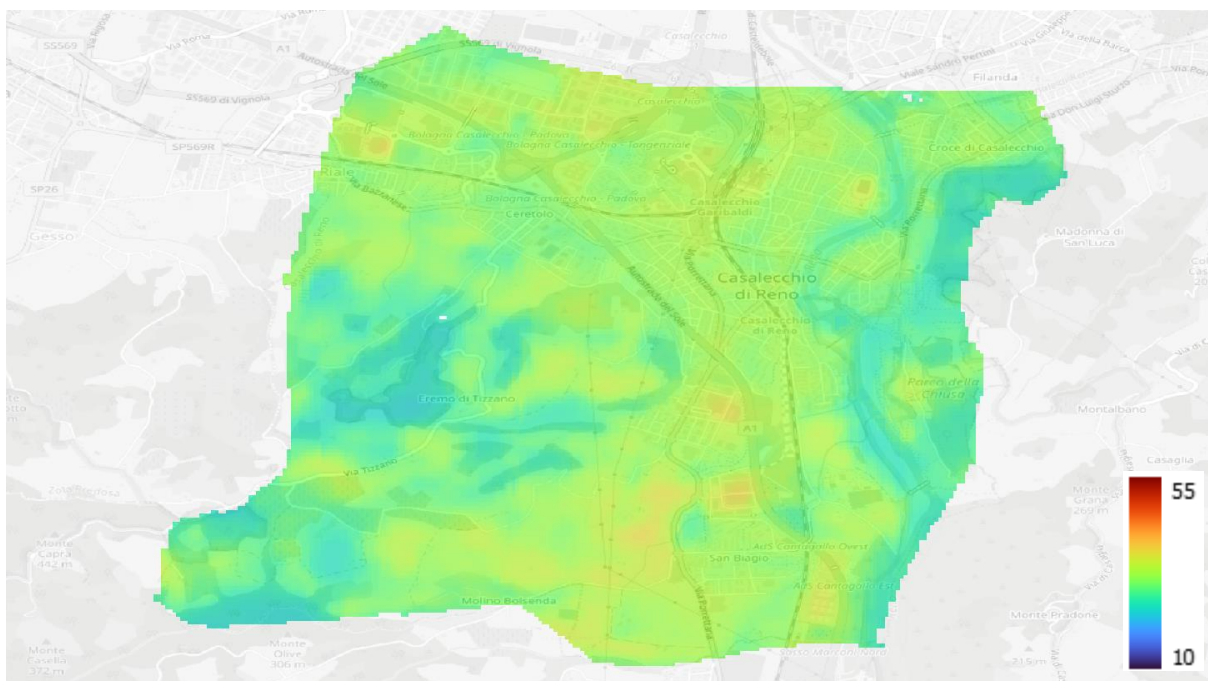


Figura A17 Immagine termica Casalecchio di Reno Agosto 2025

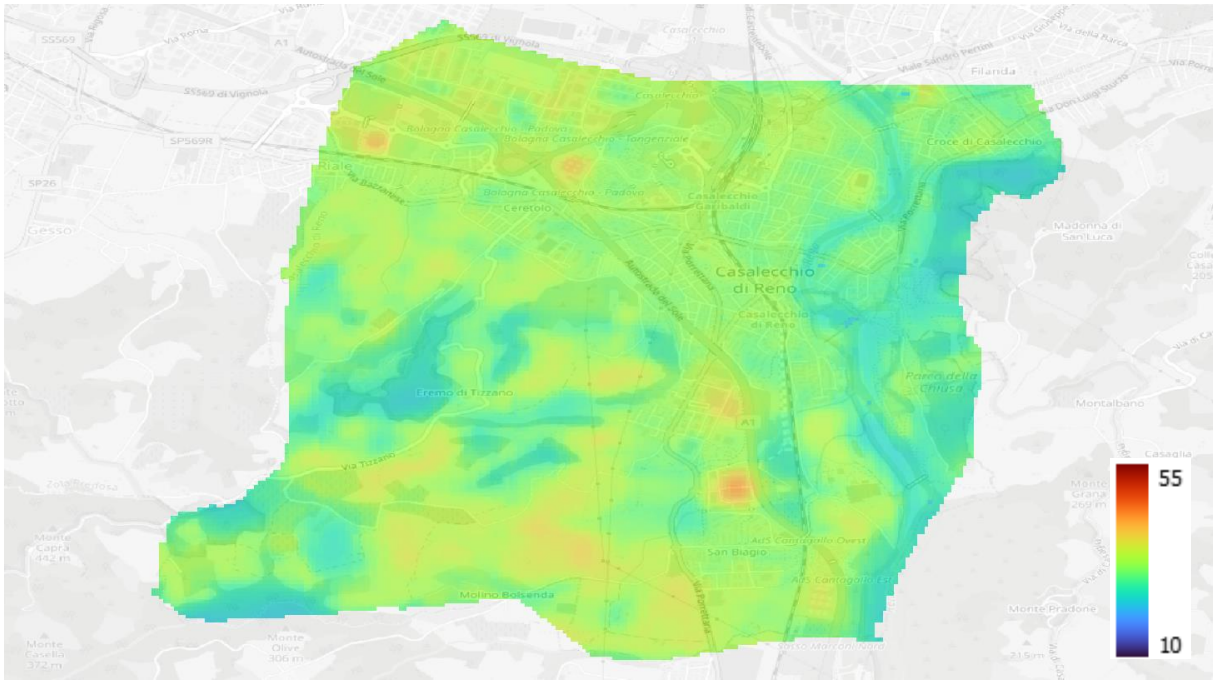


Figura A18 Immagine termica Casalecchio di Reno Settembre 2019

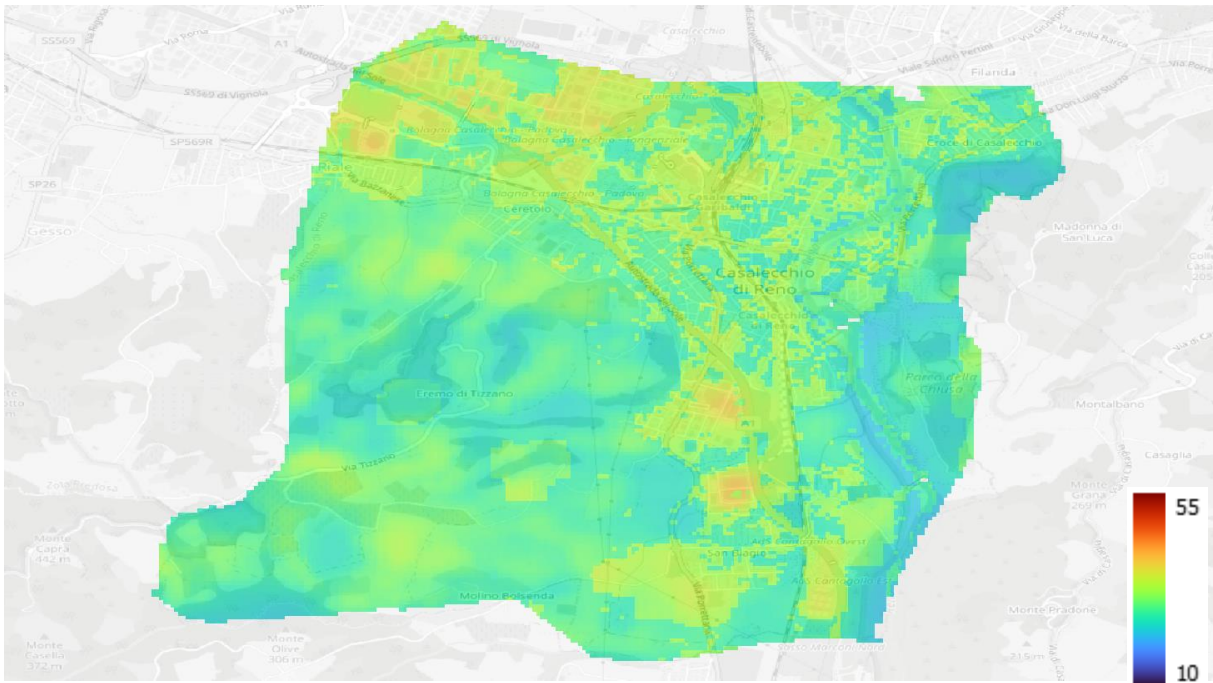
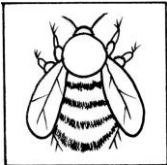
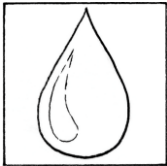



Figura A19 Immagine termica Casalecchio di Reno Settembre 2025

La seguente legenda indica i simboli impiegati per le ambientazioni, realizzate con l'acquerello e rifinite a matita possibili.

SIMBOLO	SPIEGAZIONE
	Arnia per ospitare diversi pronubi
	Specchi d'acqua
	Arnie sopraelevate per ospitare le api domestiche

Nelle ambientazioni non sono state inserite le protezioni previste dal progetto per enfatizzare la presenza della vegetazione.



Figura A20 Fotogramma tratto dal video del 25 maggio 2025 di Casalecchio in volo



Figura A21 Ambientazione con vegetazione e arredi



Figura A22 Fotogramma tratto dal video del 25 maggio 2025 di Casalecchio in volo

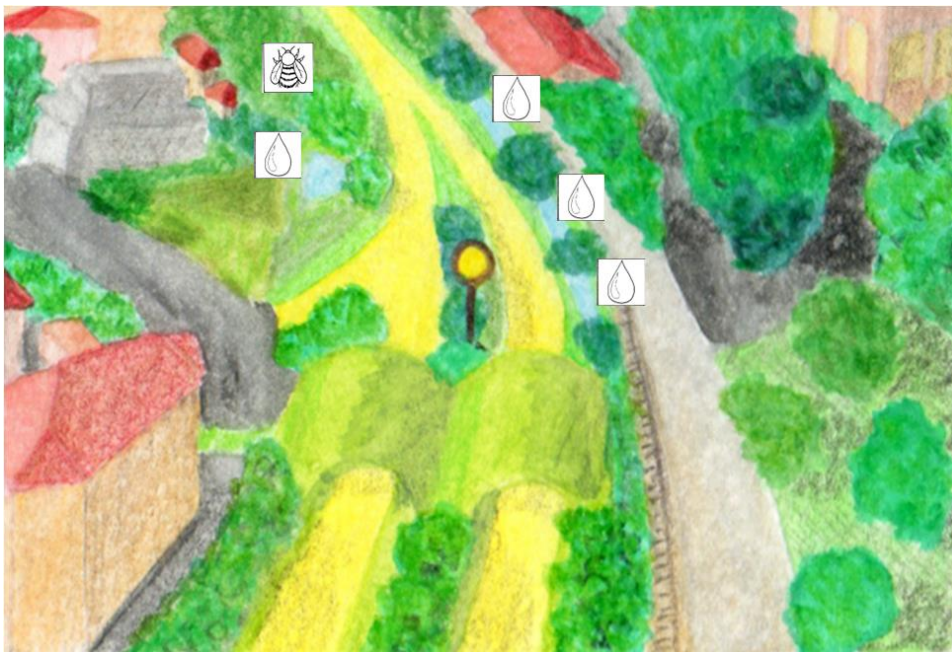


Figura A23 ambientazione con vegetazione e arredi. Nell'angolo in basso a destra è possibile modificare il parcheggio esistente inserendo un parcheggio con grigliato vegetale per favorire l'infiltrazione delle precipitazioni



Figura A24 Fotogramma tratto dal video del 25 maggio 2025 di Casalecchio in volo

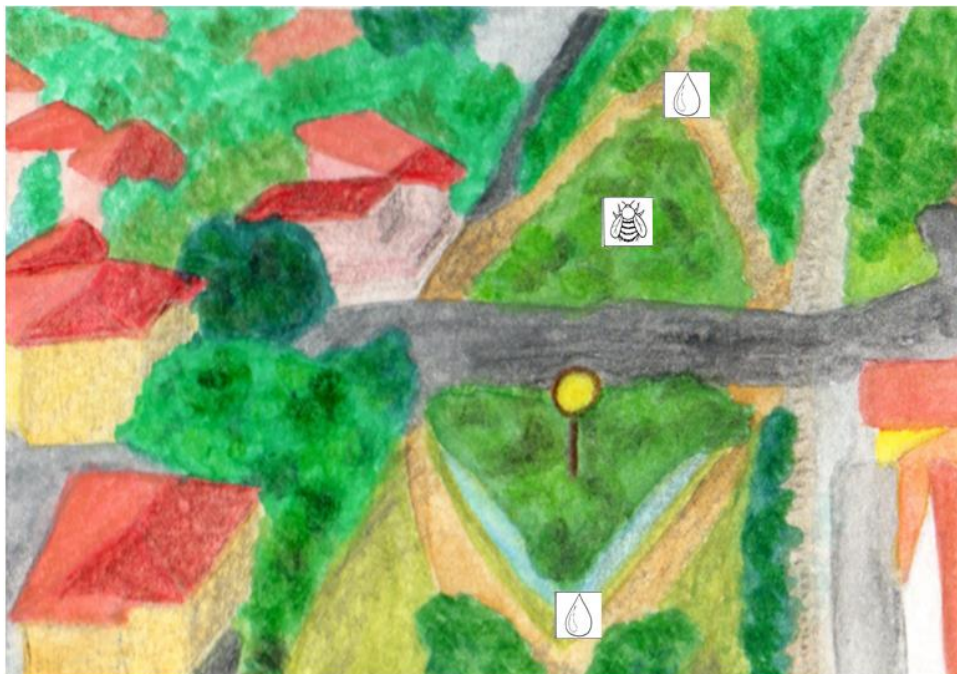


Figura A25 Ambientazione con vegetazione e arredi



Figura A26 Fotogramma tratto dal video del 25 maggio 2025 di Casalecchio in volo



Figura A27 Ambientazione con vegetazione e arredi



Figura A28 Fotogramma tratto dal video del 25 maggio 2025 di Casalecchio in volo



Figura A29 Ambientazione con vegetazione e arredi



Figura A30 Fotogramma tratto dal video del 25 maggio 2025 di Casalecchio in volo



Figura A31 Ambientazione con vegetazione e arredi; nell'area verde è possibile realizzare un rain garden

REFERENZE

Bibliografia

Lingua che scegli, definizione sfumata che trovi

- Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna
- Gentile A., Quanto è diventata calda la città, in «Le Scienze», n. 640, 2021, p. 22
- Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore
- Lewis S. L., Maslin M. A., 2018, Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi
- Mercogliano P., Scenari italiani, in «Le Scienze», n. 639, 2021, p. 42 – 49
- Spano D., Mereu V., Che clima farà in città, in «Le Scienze», n. 639, 2021, p. 50 – 65
- Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO Strategie e politiche, 2023, Il Mulino
- Toensmeier E., Garrity D., Il problema della biomassa, in «Le Scienze», n. 626, 2020, p. 80 – 87
- Valentini R., Un mondo sempre più caldo, in «Le Scienze», n. 639, 2021, p. 38 – 41

La legge dell'ambiente

- Corte Costituzionale, La tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali nei giudizi di legittimità costituzionale in via principale, 2015

[,https://www.cortecostituzionale.it/documenti/convegni_seminari/stu_279.pdf](https://www.cortecostituzionale.it/documenti/convegni_seminari/stu_279.pdf)

- Nazioni Unite, Trail smelter case (United States, Canada), volume III, 1941, pp. 1905-1982, https://legal.un.org/riaa/cases/vol_iii/1905-1982.pdf
- Parlamento Europeo, Carta dei Diritti Fondamentali dell'Unione Europea, https://www.europarl.europa.eu/charter/pdf/text_it.pdf
- Zanichelli, L'ambiente entra a far parte dei principi fondamentali della Costituzione, 2022, <https://ultimora.zanichelli.it/diritto/materie-diritto/diritto-pubblico-e-amministrativo/lambiente-entra-a-far-parte-dei-principi-fondamentali-della-costituzione/>

Gaia? πάντα ῥεῖ

- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204, <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2024-12.pdf>
- GEUS Geological Survey of Denmark and Greenland, Stendal H., Thomassen B., Banded iron formation' (BIF) deposits, EXPLORATION AND MINING IN GREENLAND Greenland Mineral Resources, n.16, 2008, [https://eng.geus.dk/media/13373/go_fs16.pdf#:~:text=The%20Isukasia%20\(Isua\)%20iron%20deposit%20is%2C%20with,oldest%20banded%20iron%20formation%20in%20the%20world.&text=Iron%20in%20the%20form%20of%20magnetite%20and,of%20the%20Lauge%20Koch%20Kyst%20supra crustal%20complex](https://eng.geus.dk/media/13373/go_fs16.pdf#:~:text=The%20Isukasia%20(Isua)%20iron%20deposit%20is%2C%20with,oldest%20banded%20iron%20formation%20in%20the%20world.&text=Iron%20in%20the%20form%20of%20magnetite%20and,of%20the%20Lauge%20Koch%20Kyst%20supra crustal%20complex)
- Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

- Lovelock J., GAIA A NEW LOOK AT LIFE ON EARTH, 1979, Oxford University Press
- The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204, Chronostratigraphic Chart v 2024/12
<https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2024-12.pdf>

Ingegneria naturale

- Elementi di Ecologia, 2017, TM Smith, RL Smith., Pearson Education
- Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino
- Montefalcone M., Parravicini V., Bianchi C. N., 10.03 - Quantification of Coastal Ecosystem Resilience, Treatise on Estuarine and Coastal Science, 2011, volume 10, p. 49-70
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123747112010032>
- Mortelliti A., Come i topi coraggiosi tutelano il bosco, in «Le Scienze», 679, 2025, p. 2
- Wohlleben P., 2020, La rete invisibile della natura, Garzanti., Trebaseleghe (PD)

Il ruolo del progettista

- Evelin J., Fumifugium, or The Inconvenience of the Aer and Smoak of London, His Majesties' Command, London, 1661
- Hales S., Vegetable statiks, or, An account of some statical experiments on the sap in vegetables, London, 1727, <https://library.si.edu/digital-library/book/vegetablestatick00hale>

- Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino

Insetti

- Commissione Europea, Revisione dell'iniziativa dell'UE a favore degli impollinatori: un nuovo patto per gli impollinatori, 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023DC0035&from=EN>
- Lewis S. L., 2018, Maslin M. A., Il pianeta umano Come abbiamo creato l'Antropocene, Einaudi editore s.p.a., Torino
- MaSa, Inquinamento e impollinatori, ancora brutte notizie, in «Le Scienze», 644, 2022, p. 25
- Owens A. C. S., Cochard P., Durrant J., Farnworth B., Perkin E. K., Seymoure B., Light pollution is a driver of insect declines, Biological Conservation, 2020, volume 241, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320719307797>
- Pasini A., La plastica che arriva dall'aria, in «Le Scienze», 624, 2020, p. 22
- Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K. A. G., Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers, Biological Conservation, 2019, volume 232, p. 8-27, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718313636>
- Sandal M., Salvare gli insetti dall'estinzione, in «Le Scienze», 676, 2024, p. 66-73
- Wohlleben P., 2020, La rete invisibile della natura, Garzanti., Trebaseleghe (PD)

Uccelli

- Carson R., 1962, *Silent Spring*, Houghton Mifflin Company
- Maznikova V. N., Ormerod S. J., Gómez-Serrano m. A., *Birds as bioindicators of river pollution and beyond: specific and general lessons from an apex predator*, *ecological Indicators*, 2024, volume 158, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X2301508X>
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson, and R.P. Brooks, *Bird guilds as indicators of ecological condition in the central Appalachians*. *Ecological Applications*, 2000. 10 (6): p. 1706-1721
<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761%282000%29010%5B1706%3ABGAI0E%5D2.0.CO%3B2>
- Saporiti M., *Il clima allunga gli animali*, in «Le Scienze», 639, 2021, p. 23
- Schilderman P. A., Hoogewerff J. A., van Schooten F. J., Maas L. M., Moonen E. J., van Os B. J., van Wijnen J.H., Kleinjans J.C., Possible relevance of pigeons as an indicator species for monitoring air pollution, *Environmental Health Perspectives*, 1997, volume 105, Issue 3, p. 322-330, <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/abs/10.1289/ehp.97105322>

Funghi

- Falandysz J., *Fungi and environmental pollution*, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 2017, volume 52, issue 3: *Fungi in the Environmental Sciences*

Piante

- AnPa, Un brutto clima per la produttività agricola, in «Le Scienze», 634, 2021, p. 24
- AnPa, Un'aria più pulita fa bene anche alla produzione agricola, in «Le Scienze», 637, 2021, p. 26
- Hrabovský M., Kubalová S., Kanka R., The impact of changing climate on the spread of the widely expanding species *Ambrosia artemisiifolia* in Slovakia, Theoretical and Applied Climatology, 2024, volume 155, p. 6137-6150, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-024-05006-5>
- Stoian I. M., Pârvu S., Minca D. G., Relationship between Climate Change, Air Pollution and Allergic Diseases Caused by *Ambrosia artemisiifolia* (Common Ragweed), MEDICA - a Journal of Clinical Medicine, 2024, p. 94-105, [https://www.maedica.ro/articles/2024/1/2024_19\(22\)_No1_pg94-105.pdf](https://www.maedica.ro/articles/2024/1/2024_19(22)_No1_pg94-105.pdf)
- Thakur M., Bhardwaj S., Kumar V., Rodrigo-Comino J., Lichens as effective bioindicators from monitoring environmental changes: A comprehensive review, Total Environment Advances, 2024, volume 9, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950395723000012>

La storia della città

- Cillis M., Ventura P., Tracciati storici e città in estensione Temi di paesaggio, 2021, Maggioli S.p.A., Santarcangelo di Romagna (RN)
- Petralli M., Prokopp A., Morabito M., Bartolini G., Torrigiani T., Orlandini S., ruolo delle aree verdi nella mitigazione delle aree verdi nella mitigazione dell'isola di calore urbana: uno studio nella città di Firenze, Rivista italiana di Agrometeorologia 51-58, 2006,

<https://www.researchgate.net/publication/237595856> RUOLO DELLE AREE VERDI NELLA MITIGAZIONE DELL'ISOLA DI CALORE URBANA UNO STUDIO NELLA CITTA DI FIRENZE ROLE OF GREEN AREAS IN URBAN HEAT ISLAND MITIGATION A CASE STUDY IN FLORENCE ITALY

- Santini L., Storia della città e dell'urbanistica Dal villaggio alla città, Università di Pisa - Facoltà di Ingegneria, <https://docenti.ing.unipi.it/l.santini/edilearchitettura/AA2017-2018/lezio%201%20dal%20villaggio%20alle%20citta.pdf>
- Storia Economica, Edizioni Scientifiche Italiane, Anno VII (2004), n. 2–3, <https://www.storiaeconomica.it/pdf/2004.2-3.599.pdf>

Urban sprawl e sviluppo sostenibile

- Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., 2018, Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna
- Buildings & Cities, Shlomo A., Urban expansion: theory, evidence and practice, ubiquity press open scholarship, 2023, volume 4, issue 1, p. 124-138, <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.348>
- Camera dei deputati Servizio Studi XIX Legislatura, Disposizioni per il contenimento del consumo di suolo e la rigenerazione urbana A.C. 1179, Dossier n°176 - Schede di lettura, 2 ottobre 2023, <https://documenti.camera.it/leg19/dossier/pdf/Am0040.pdf>
- Ciabò S., Il futuro del paesaggio tra urban sprawling e sviluppo sostenibile, 2008, <https://www.researchgate.net/profile/Serena-Ciabo/publication/263163185> Il futuro del paesaggio tra urban sprawling

[e_sviluppo_sostenibile/links/02e7e53a12a211c74a000000/Il-futuro-del-paesaggio-tra-urban-sprawling-e-sviluppo-sostenibile.pdf](https://www.istat.it/it/files/2017/05/Urbanizzazione.pdf)

- Gibelli e Salzano 2006
- ISTAT, Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia, 2017
<https://www.istat.it/it/files/2017/05/Urbanizzazione.pdf>
- Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 1987,
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Schirru 2012
- Rosati R. M., Urban Sprawl and Routing: A Comparative Study on 156 European Cities, Landscape and Urban Planning, 2025, volume 253,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204624002044>
- Vozzola M., 2025, Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno, FrancoAngeli s.r.l.

Inquinamento

- Biblioteca Comunale Zola Predosa, Alutto D., Ferrari A., Gennari A., Passerini G. M.
- Connell D. W., 2013, Basic Concepts of Environmental Chemistry Second Edition, Taylor & Francis Inc
- Direttiva (UE) 2024/2881 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2024 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa,
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402881

- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0049-20210729>
- Donati A., Petracchini F., Gasparini C., Tomassetti L., Montiroli C., Talluri M., Pavoncello V., Leonardi C., 2024, Qualità dell'aria sicurezza stradale e città 30 per spazi sicuri la giusta transizione nelle grandi città italiane, KYOTO CLUB - CNR - IIA, https://www.kyotoclub.org/wp-content/uploads/rapporto_mobilitaria2024.pdf
- Gruppo Astrofili Bononia, 1930, Circolare. Gruppo Astrofili Bononia, Bologna
- Minutolo A., Di Simine D., Laurenti M., Fazzalari L., Mal'Aria di città Luci e ombre dell'inquinamento atmosferico nelle città italiane, 2025, <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/MalAria-2025.pdf>
- Minutolo A., Laurenti M., Poggio A., Scaramucci L., Conte J., Urbano M., Bonfanti A., 2021, Mal d'Aria di Città, Legambiente, https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/01/Rapporto_Malaria_2021.pdf
- Minutolo A., Scarafoni S., Laurenti M., Nuglio S., Poggio A., Di Simine D., Eroe K., Bonfanti A., Querzoli G., Fazzalari L., Mal'Aria di città Luci e ombre dell'inquinamento atmosferico nelle città italiane, 2024, https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Report_Malaria-2024.pdf
- Osservatorio Sociale Eremo di Tizzano: Biblioteca Comunale Casa della Conoscenza Cesare Pavese Casalecchio di Reno, Neri M.

- Pubblicazioni dell'Unione europea, 2025, https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2025-02/SR-2025-02_IT.pdf
- Seinfeld J. H., Pandis S. N., 2016, Atmospheric chemistry and physics From Air Pollution to Climate Change Third Edition, Wiley
- Taurino A., Bernetti A., Caputo A., Cordella M., De Laurentis R., D'Elia I., Di Cristofaro E, Gagna A., Gonella B, Moricci F., Pellis G., Peschi E., Romano D., Vitullo M., 2024, Italian Emission Inventory 1990 - 2022 Informative Inventory Report 2024, ISPRA
- Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., 2023, LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO strategie e politiche, Il Mulino, LegoDigit s.r.l - Lavis (TN)
- Università degli Studi, Bologna. Osservatorio Astronomico, 1931-1986, Coelum, Bologna

Mobilità

- Carbeck J., Idrogeno verde Energia a zero anidride carbonica, in aggiunta all'eolico e al solare, in «Le Scienze», 629, 2021, p. 72
- Rathnayaka R.I.A., Ranjith P.G., Hydrogen storage in unlined rock caverns: An insight on opportunities and challenges, International Journal of Hydrogen Energy, volume 72, 2024, p. 1023-1037, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924021578>
- Singh V., Singh Arora K., Mahajan D., Investigation into Hydrogen-Induced Blister Cracking and Mechanical Failure in Pipeline Steels, Advances in Structural Integrity, 2022, p. 267-274,

<https://www.researchgate.net/publication/359169687> Investigation into Hydr
ogen-Induced Blister Cracking and Mechanical Failure in Pipeline Steels

Opere trascurate, rigoglio sfiorito, acqua sublimata e diversità ristretta

- Darwin C., 1881, The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habitats, John Murray, London
- Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L'ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

Impatti sociali

- Belladonna F., Binda M., ASVIS - Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile, Salute globale e determinanti sociali, ambientali, economici, 2022, <https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/QuadernoASVISGoal3.pdf>
- Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia". DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI_DEL_RISCHIO, https://files.cmcc.it/200916_REPORT_CMCC_RISCHIO_Clima_in_Italia.pdf
- Gentile A., Quanto è diventata calda la città, in «Le Scienze», 640, 2021, p. 22
- Spano D., Mereu V., Che clima farà in città, in «Le Scienze», 639, 2021, p. 50

- 65

- WHO - World Health Organization, UCL Institute of Health Equity, 2014, Review of social determinants and the health divide in the WHO European Region: executive summary
- Wilkinson R., Marmot M., I determinanti sociali della salute i fatti concreti (II edizione - 2003) edizioni provincia autonoma di Trento Assessorato alle politiche per la salute, 2006, Trento, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/326568/9789289013710-ita.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- World health statistics 2025: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. Geneva: World Health Organization; 2025. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics>

Lo sviluppo della questione urbana

- Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna, Legge Regionale 21 dicembre 2017, n. 24, <https://demetra.regione.emilia-romagna.it/al/articolo?urn=er:assemblealegislativa:legge:2017:24>
- Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia, Fano E. A., Pusceddu A., Mazzola A., Calizza E., Corno G., Finzio A., Migliore L., Penna A., Rutigliano F. A., Vizzini S., 2021, Scienza e società L'Ecologia è il ponte per il futuro
- Giacomello E., Filesì L., Scarpa M., Perrucci G., 2023, Le NbS-Nature-based Solutions per l'architettura e la città L'approccio prestazionale alle tecnologie vegetate Atti della conferenza Franco Angeli s.r.l., Milano
- Gruppo di Lavoro sul Goal 11 ASviS Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, Chiesura A., Gallamni C., Brini S., Vitali W, Cellai C., Della Valle

R., Gallo T., Croci E., Fabris A., Filippeschi M., Galipç M., Gazzarri M., Giarè F., Mazzocchi G., Gualtieri T., Mazzocchi S., Petralli M., Polin V., Tersigni E.,

Le infrastrutture verdi nelle città a dieci anni dalla legge sugli spazi urbani,

Position Paper 2023

<https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/PositionPaper/2023/PositionpaperASviSInfrastruttureVerdiDEF.pdf>

- L. McHarg I., 1989, Progettare con la natura, Franco Muzzio Editore, Padova
- Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile, Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, MATTM, 2017, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/linee_guida_finale_25_maggio_17.pdf
- MASE Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica, Strategia Nazionale Biodiversità 2030, https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/2_snb_2030_marzo_23-pdf
- Nunes P. A. L. D., Kumar P., Dedeurwaerdere T., 2014, Handbook on the Economics of Ecosystem Services and Biodiversity, Edward Elgar, Cheltenham, UK - Northampton, MA, USA
- OECD (2018), Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities, OCED Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264189881-en>
- Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE

- Vozzola M., 2025, Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno, FORME DEL DISEGNO Franco Angeli s.r.l, Milano

Tra cesio e smeraldo

- Bellelli L., Bretzel F., Cattaneo E., D'Ambrogi S., Franchi G., Gibelli G., Invernizzi B., Minelli M., Morelli E., Passi M., Pirola L., Santolini R., Sartori M., ISPRA, CATAP, L'inserimento paesaggistico delle infrastrutture stradali: strumenti metodologici e buone pratiche di progetto, Manuali e linee guida, 2010, 65.5/2010, <https://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.5-paesaggio.pdf>
- Bellelli L., Bretzel F., Cattaneo E., D'Ambrogi S., Franchi G., Gibelli G., Invernizzi B., Minelli M., Morelli E., Passi M., Pirola L., Santolini R., Sartori M., ISPRA, CATAP, L'inserimento paesaggistico delle infrastrutture stradali: strumenti metodologici e buone pratiche di progetto, Manuali e linee guida, 2010, 65.5/2010, <https://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.5-paesaggio.pdf>
- Benedict e McMahon 2006:81
- Cadinu M., 2021, Architetture vegetali. Le strade alberate di Cagliari: catalogo della mostra, Bernd Kamps Steinhäuser Verlag
- Cillis M., Ventura P., 2021, Tracciati storici e città in estensione Temi di paesaggio, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN)
- Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia, Fano E. A., Pusceddu A., Mazzola A., Calizza E., Corno G., Finzio A., Migliore L., Penna A., Rutigliano F. A., Vizzini S., 2021, Scienza e società L'Ecologia è il ponte per il futuro

- Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M. T., 2017, Rigenerare la città con la natura, Guide interdisciplinari REBUS-REnovation of public Buildings and Urban Spaces, Maggiori Editore, seconda edizione Centro Stampa Regione Emilia-Romagna
- Dunnett N., Clayden A., 2007, Rain Gardens Managing water sustainably in the garden and designed landscape, Timber Press, Inc.
- Giacomello E., Filesì L., Scarpa M., Perrucci G., 2023, Le NbS-Nature-based Solutions per l'architettura e la città L'approccio prestazionale alle tecnologie vegetate Atti della conferenza Franco Angeli s.r.l., Milano
- Giorfano F., Aldighieri F., Amori M., Bataloni S., Bultrini M., Chiesura A, De Benedetti A. A., De Maio E., De Maio F., Di Micco L., Faticanti M., Giardi G., Lena F., Lepore A., Lotti A., Santonico D., Silli V., Venturelli S., ISPRA, Verso città resilienti: gli interventi del Programma sperimentale per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano, Quaderni ambiente e società, 29/2023
- Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A., 2017, Nature-based solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open
- Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice, Springer Open
- Legambiente, Biodiversità a rischio Rapporto sullo stato di salute delle specie viventi, sui principali fattori di rischio e sulle strategie da adottare per far fronte alla perdita della diversità biologica, XVII^a edizione, 2024
- Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile, Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, MATTM, 2017,

https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/linee_guida_finale_25_maggio_17.pdf

- Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2012, https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalcemento/wp-content/uploads/ENV-12-009_MEP_IT_final_LR-pdf.pdf
- Manes et al., 2012b, Fusaro et al., 2018
- Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2012, https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalcemento/wp-content/uploads/ENV-12-009_MEP_IT_final_LR-pdf.pdf
- Regione Emilia-Romagna, Liberare il suolo - Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, SOS4LIFE Save Our Soil For LIFE
- Società Italiana di Ecologia, Scienza e società L'Ecologia per un futuro migliore, Secondo Volume 2023
- Vozzola M., 2025, Il rilievo della resilienza urbana Misurare con il disegno, FORME DEL DISEGNO Franco Angeli s.r.l, Milano

Lca e marchi di qualità

- ISO 1997
- LEED rating system

Fitorisanamento e biorisanamento

- ENI Rewind S.p.A., Stantec S.p.A., BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, INERIS - Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, EPA - U.S. Environmental Protection Agency, Petrangeli Papini M., Vademecum Technologie di Bonifica
- Siunova T. V., Filonov A. E., Gorovtsov A. V., Akhmetov L. I., Ivanov F. D., Rajput V. D., Minkina T. M., Sushkova S. N., Wong M. H., Biswas J. K., Potential of nickel and cobalt resistant microorganisms for effective phytoremediation of heavy metal contaminated soils, Discover Environment - Springer Nature, volume 3, 2025

Servizi ecosistemici e Capitale Naturale

- Bouma J. A., van Beukering P. J. H., 2015, Ecosystem Services: From Concept to Practice, Cambridge University Press
- Comitato per il Capitale Naturale, 2019, terzo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia, https://www.isprambiente.gov.it/files2021/notizie/iii_rapporto_stato_del_cn_maggio2020.pdf
- De Groot et al., 2000
- De Groot, 1992
- Elmqvist T., Setälä H., Handel S. N., van der Ploeg S., Aronson J., Blignaut J. N., Gómez-Baggethun E., Nowak D. J., Kronenberg J, de Groot R., Benefits of restoring ecosystem services in urban areas, , Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol 14, p. 101-108, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343515000433>

- Haase D, Frantzeskaki N., Elmqvist T., 2014, Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications, AMBIO - A Journal of environment and society, Volume 43, p. 407- 412, <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-014-0503-1#Sec6>
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Island Press, Washington, DC <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- O’Riordan R., Davies J., Stevens C., Quinton J. N., Boyko C., 2021, The ecosystem services of urban soils: A review, Geoderma, Vol 395, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706121001506>
- Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., 2023, LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO strategie e politiche, Il Mulino, LegoDigit s.r.l - Lavis (TN)

Rapporto uomo – ambiente

- ASVIS - Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile, 2020, Finanza per lo sviluppo sostenibile - un tema strategico per l’Agenda 2030, https://asvis.it/public/asvis2/files/Approfondimenti/GdL_Trasv_FINANZA.pdf
- Chiesura, A. et al. 2024. I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita? Quaderno ISPRA 33/2024 https://www.isprambiente.gov.it/files2024/pubblicazioni/quaderni/quad_as_33_24.pdf
- Govoni P., Belcastro M. G., Bonoli A., Guerzoni G., RIPENSARE L’ANTROPOCENE Oltre natura e cultura, 2024, Carocci editore

- WBCSD - World Business Council for Sustainable Development, Eco-efficiency learning module
<https://docs.wbcsd.org/2006/08/EfficiencyLearningModule.pdf>
- Palahí, M., Pansar, M., Costanza, R., Kubiszewski, I., Potočník, J., Stuchtey, M., Nasi, R., Lovins, H., Giovannini, E., Fioramonti, L., Dixon-Declève, S., McGlade, J., Pickett, K., Wilkinson, R., Holmgren, J., Trebeck, K., Wallis, S., Ramage, M., Berndes, G., Akinnifesi, F.K., Ragnarsdóttir, K.V., Muys, B., Safonov, G., Nobre, A.D., Nobre, C., Ibañez, D., Wijkman, A., Snape, J., Bas, L. 2020. Investing in Nature as the true engine of our economy: A 10-point Action Plan for a Circular Bioeconomy of Wellbeing. Knowledge to Action 02, European Forest Institute. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2020/EFI_K2A_02_2020.pdf

Vis medicatrix naturae – riconnettere uomo e ambiente

- Aerts R., Vanlessen N., Dujardin S., Nemery B., Van Nieuwenhuysse A., Bauwelinck M, Casas L., Demoury C., Plusquin M., Nawrot T. S., Residential green space and mental health-related prescription medication sales: An ecological study in Belgium, Environmental Research, 2022, Volume 211, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935122003838>
- Alcock I., Whit M. P., Wheeler B. W., Fleming L. E., Depledge M. H., Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to -greener and Less Green Urban Areas, 2013, ACS Publications, Environ. Sci. Technol. 2014, 48, 2, 1247-1255, <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es403688w>

- Clarke F., Kotera Y., McEwan K., A Qualitative Study Comparing Mindfulness and Shinrin-Yoku (Forest Bathing): Practitioners' Perspectives, 2021, Sustainability, Volume 13, Issue 12, <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6761>
- Di Luca C, Di Luca A, Approccio One Health Come la perdita di biodiversità compromette la salute umana e quella degli animali, SIMeVeP, n. 2/2023, <https://sivemp.it/wp/wp-content/uploads/2023/12/73-80-diluca.pdf>
- Green and blue spaces and mental health: new evidence and perspectives for action. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., <https://repository.uantwerpen.be/docman/irua/19cce3/179537.pdf>
- Wilkinson R., Marmot M., I determinanti sociali della salute i fatti concreti (II edizione - 2003) edizioni provincia autonoma di Trento Assessorato alle politiche per la salute, 2006, Trento, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/326568/9789289013710-ita.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Meng, L., Xiang P., Li S., Economy or ecology? The relationship between biodiversity and human health in regions with different economic development, 2024, Ecological Indicators, Volume 158, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23013808>
- Ideno Y., Hayashi K., Abe Y., Ueda K., Iso H., Noda M., Lee J. S., Suzuki S., Blood pressure-lowering effect of Shinrin-yoku (Forest bathing): a systematic review and meta-analysis, BMC Complementary Medicine and Therapies, 2017, Volume 17 <https://link.springer.com/article/10.1186/s12906-017-1912-z>

- Kavanaugh J., Hardison M. E., Rogers H. H., White C., Gross J., Assessing the Impact of a Shinrin-Yoku (Forest Bathing) Intervention on Physician/Healthcare Professional Burnout: A Randomized, Controlled Trial, IJERPH, Volume 19, Issue 21, <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/21/14505>
- Kotera Y., Richardson M., Sheffield D., Effects Of Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy on Mental Health: a Systematic Review and Meta-analysis, International Journal of Mental Health and Addiction, 2020, Volume 20, p. 337-361, https://link.springer.com/article/10.1007/s11469-020-00363-4?trk=public_post_comment-text
- Mabey, 2010, Natura come cura. Un viaggio fuori dalla depressione, Einaudi
- Markwell N., Gladwin T. E., Shinrin-yoku (Forest Bathing) Reduces Stress and Increases People's Positive Affect and Well-Being in Comparison with Its Digital Counterpart, 2019, Ecopsychology, Volume 12, n. 4, <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/eco.2019.0071>
- OMS, 2025, World health statistics 2025, monitoring for the SDGs, Sustainable Development Goals
- OMS, Social determinants of health, https://www.who.int/health-topics/social-determinants-of-health#tab=tab_1
- Palahí, M., Pansar, M., Costanza, R., Kubiszewski, I., Potočník, J., Stuchtey, M., Nasi, R., Lovins, H., Giovannini, E., Fioramonti, L., Dixon-Declève, S., McGlade, J., Pickett, K., Wilkinson, R., Holmgren, J., Trebeck, K., Wallis, S., Ramage, M., Berndes, G., Akinnifesi, F.K., Ragnarsdóttir, K.V., Muys, B., Safonov, G., Nobre, A.D., Nobre, C., Ibañez, D., Wijkman, A., Snape, J., Bas, L. 2020. Investing in Nature as the true engine of our economy: A 10-point Action Plan for a Circular Bioeconomy of Wellbeing. Knowledge to Action 02,

European Forest Institute. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2020/EFI_K2A_02_2020.pdf

- Pavese C., Ogni giorno che passa è un riandare, Le poesie, Torino, Einaudi, 1998
- Pirandello L., Il fu Mattia Pascal, 1904
- Regional Office for Europe; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., <https://repository.uantwerpen.be/docman/irua/19cce3/179537.pdf>
- Southon G. E., Jorgensen A., Dunnett N., Hoyle H., Evans K. L., Biodiverse perennial meadows have aesthetic value and increase residents' perceptions of site quality in urban green-space, 2017, Landscape and Urban Planning, Volume 158, p. 105-118, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204616301554>
- Tsunetsugu Y., Park B. J., Miyazaki Y., Trends in research related to “Shinrin-yoku” (taking in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan, 2009, Environmental Health and Preventive Medicine, Volume 15, p. 27-37, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12199-009-0091-z>
- Vanaken G. J., Danckaerts M., Impact of Green Space Exposure on Children's and Adolescents' Mental Health: A Systematic Review, 2018, IJERPH, Volume 15, Issue 12, <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/12/2668>
- Wilkinson R., Marmot M., 2006, I determinanti sociali della salute: i fatti concreti (II edizione - 2003), Edizioni Provincia Autonoma di Trento Assessorato alle politiche per la salute - Tipografia Nuove Arti Grafiche, Trento

L'importanza della comunicazione

- Dondi M., Salustri S., 2021, Comunicazione storica Tecnologie, linguaggi e culture, Biblioteca Clueb, Bologna
- K. Popper, Conoscenza oggettiva: un punto di vista evoluzionistico
- Latour B., 2019, ESSERE DI QUESTA TERRA Guerra e pace al tempo dei conflitti ecologici, LEXIS - Rosenberg & Sellier, Torino
- Villano P., 2016, Psicologia sociale Dalla teoria alla pratica, il Mulino, Bologna (Litografia LI.PE, San Giovanni in Persiceto)
- Zani 1998, 193
- Zhu L., Davis L., Carr A., A picture is not always worth a thousand words: The visual quality of photographs affects the effectiveness of interpretative signage for science communication, 2021, PubMed, National Library of Medicine, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33402040/>
- Zuanelli Sonino 1981

Idee e punti di vista

- Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna
- Chiesa, A. et al. 2024. I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita? Quaderno ISPRA 33/2024 https://www.isprambiente.gov.it/files2024/pubblicazioni/quaderni/quad_as_33_24.pdf
- Comune di Casalecchio di Reno, Regolamento sulla collaborazione tra i cittadini e l'amministrazione per la cura dei beni comuni e lo svolgimento di

azioni utili per la collettività,

https://www.comune.casalecchio.bo.it/upload/casalecchiodireno_ecm6/gestionedocumentale/Regolamentobenicomuniurbani_784_90752.pdf

- Gambetta, 1989
- Greiman V. A., Megaproject Management: Lessons on Risk and Project Management from the Big Dig, Hoboken (N.J.), Wiley, 2013
- Regione Emilia-Romagna, Tamburini M., Gardini T., Sancassiani W., Frascaroli E., Focus Lab, Franceschini S., Pablo Comunicazione, Quaderni dellapartecipazione 01>09, Partecipare e decidere. Insieme è meglio – Una guida per amministratori e tecnici, Centro Stampa Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2009 https://partecipazione.regione.emilia-romagna.it/tutte-le-pubblicazioni/pubblicazioni/partecipazione-1/partecipazione_partecipare_decidere1.pdf
- Roniger, 1992
- Priulla G., 2008, La comunicazione delle pubbliche amministrazioni, Editori Laterza - Gius. Laterza & Figli Spa, Roma-Bari
- Quaderno del Carcere (a cura di V. Gerratana), Torino, Einaudi 1979, vol I
- Sepe S., Crobe E., 2014, La comunicazione partecipata Narrare l'azione pubblica coinvolgendo i cittadini, Luiss University Press - Pola s.r.l., Roma
- Solito L., 2004, Cittadini e Istituzioni: come comunicare, Le bussole/156 scienze della comunicazione, Carocci Editore S.p.A., Roma

Progetti vicini

- Bollini G., Laniado E., Vittadini M. R., (2018), Valutare la rigenerazione urbana, centro stampa regione Emilia Romagna

- Città metropolitana di Bologna, Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale (VALSAT) - prima valutazione preventiva del documento preliminare - relazione, https://cartografia.cittametropolitana.bo.it/ptcp/conf_pian/Valsat/VAL_A.pdf
- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Anno 161°, numero 90, https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/guri_dm_63_del_2020_ver_de_002-pdf

Madrid

- Ginés Garrido, Burgos & Garrido, Porrás La Casta, Rubio & Álvarez-Sala, Madrid Río, <https://cdn.archilovers.com/projects/301e8280-f014-46a2-a725-d39d524740f2.pdf>
- Madrid Calle 30. Un proyecto de transformación urbana, <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UrbanismoYVivienda/Urbanismo/MemoriaDeGestion2006/ActuacionesSingulares/Ficheros/C05.pdf>
- Perini K., Sabbion P., Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure, Blackwell Pub, 2017
- Sustainable Development and Planning IV, Vol. 1 427

Boston

- Greiman V. A., Megaproject Management: Lessons on Risk and Project Management from the Big Dig, Hoboken (N.J.), Wiley, 2013

Barcellona

- Rotatorie architetture per il movimento, Arredo & città, n. 2, 2007, Brighi E., ARRIOLA&FIOL, PLAÇA DE LES GLÒRIES CATALANES, BARCELONA, 1989-1992, https://www.arredoecitta.it/wp-content/uploads/2018/02/AC-2_07-BR.pdf#page=42

Il progetto

- ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori, 2020, Progetto esecutivo Nodo Ferrostradale di Casalecchio di Reno Progetto stradale Stralcio Nord
- ARPA, 2003
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica Archivio delle Delibere CIPE dal 1967 a oggi, Delibera numero 81, del 29 Marzo 2006, <https://ricerca-delibere.programmazioneeconomica.gov.it/81-29-marzo-2006/>
- P.T.C.P., Norme di attuazione https://cartografia.cittametropolitana.bo.it/ptcp/elaborati_piano/Norme%20PTC_P-testo%20coordinato.pdf

Possibili cambiamenti

- Parlamento e Consiglio europeo, Direttiva 2004/54/CE, Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:201:0056:0076:IT:PD>
- F

Vegetazione, acqua, terra e aria

- Alessandrini A., Bersani L., Ferrari P., Merioni N, Picollo S., 2015, Erbario Flora spontanea dell'Emilia-Romagna, Fototeca IBC, Bologna
- ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori, 2020, Progetto esecutivo Nodo Ferrostradale di Casalecchio di Reno Progetto stradale Stralcio Nord
- Bee collective, Sky Hive Beekiping in public spaces by Bee Collective, https://beecollective.eu/wp-content/uploads/2013/03/skyhive_brochure_online1.pdf
- Ferrari C., Istituto e Orto Botanico di Bologna, Accorsi C. A., Bertolani Marchetti D., Ferrari C., Pirola A., Puppi G., Speranza M., Ubaldi D., Maestrini M., Tasca C., Testoni P., 1980, Flora e Vegetazione dell'Emilia-Romagna, Grafiche Zanni, Bologna
- Life Clivut Climate valueof urban trees, Strategia per il verde urbano di Casalecchio di Reno a fini climatici (Urban Green Asset Strategy), https://www.comune.casalecchio.bo.it/upload/casalecchiodireno_ecm6/gestion_edocumentale/STRATEGIA_LifeCLIVUT_Casalecchio_bozza_784_98832.pdf
- Raffaelli K., Balboni M., Guaitoli C., Iannuzzi C., Ramponi L., Toschi A., Poluzzi V., Agostini C., Maccaferri S., Zauli Sajani S., Stortini M., Amorati R., Giovannini G., Bressan L., Veratti G., Ranzi A., Giannini S., PAIR 2030 - Quadro conoscitivo, <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/verso-il-nuovo-pair2030-1/quadro-conoscitivo.pdf/@@download/file/Quadro%20Conoscitivo.pdf>
- Wohlleben P., 2020, La rete invisibile della natura, Garzanti., Trebaseleghe (PD)

- Mencherini E., Rinaldi Ceroni M., Tirimbelli D., Ceroni G., Bologna P., Mao G., Surra E., Gonnelli V., Burdoni N., De Bin F., Feltrin G., Scalini S., 2021, Manuale dell'Esame Abilitante alla professione di Agrotecnico e Agrotecnico laureato nonché per l'Agronomo, il Forestale ed il Perito Agrario, Società editoriale Nepenthes - Grafiche MDM, Forlì (FC)

Pavimentazioni e illuminazione

- Tilche A., Basile F. L., Torsello M., Giovannini E., LE CITTÀ A IMPATTO CLIMATICO ZERO Strategie e politiche, 2023, Il Mulino

La galleria

- ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori, 2020, Progetto esecutivo Nodo Ferrostradale di Casalecchio di Reno Progetto stradale Stralcio Nord
- Sodeca, Sistemi di ventilazione per gallerie e opere sotterranee, [https://www.sodeca.com/files/catalogs/it/SODECA_CT28_SISTEMI_DI_VENTILAZIONE PER GALLERIE IT.pdf](https://www.sodeca.com/files/catalogs/it/SODECA_CT28_SISTEMI_DI_VENTILAZIONE_PER_GALLERIE_IT.pdf)

Monitoraggio

- Aria pesa, Aria pesa (rete civica di cittadini e associazioni), <https://csiaps.org/wpcsi/wp-content/uploads/2019/05/AriaPesa-Prima-Campagna.pdf>
- Aria pesa, Aria pesa e citizen science, <https://csiaps.org/wpcsi/wp-content/uploads/2019/05/1-AriaPesaCitizenScience.pdf>

Obiettivo della tesi

- Parlamento Europeo, Consiglio dell'Unione Europea, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, Regolamento (UE) n. 1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1303&from=IT>
- P.O.In. Attrattori culturali naturali e turismo, Grandi progetti, <http://www.poinattrattori.it/programma/grandi-progetti.html>
- Regione campania, Grandi progetti, <https://porfesr.regione.campania.it/it/por/grandi-progetti-ubd8>

Lingua che scegli, definizione sfumata che trovi

- Bugliosi R., Biodiversità: una ricchezza che stiamo perdendo, in «Almanacco della scienza CNR», n. 4 - 17 aprile, 2025, <https://almanacco.cnr.it/articolo/13355/biodiversita-una-ricchezza-che-stiamo-perdendo>
- Genovalli K., Cambiamento climatico: la situazione è critica, in «Almanacco della scienza CNR», n. 4 - 17 aprile, 2025, <https://almanacco.cnr.it/articolo/13375/cambiamento-climatico-la-situazione-e-critica>
- Wikipedia, Lingue indoeuropee, https://it.wikipedia.org/wiki/Lingue_indoeuropee

La legge dell'ambiente

- Britannica, Levels of environmental law, autori Cheever F., Campbell-Mohn C., controllo Editori dell'Enciclopedia Britannica, 2017,

<https://www.britannica.com/topic/environmental-law/Levels-of-environmental-law>

- Camera dei Deputati, Legge 20 marzo 1941, n. 366, https://legislature.camera.it/chiosco.asp?source=/altre_sezionism/9499/10031/10032/documentotesto.asp&content=/dati/leg03/lavori/schedela/trova_schedacamera.asp?pdl=2612
- Corte Costituzionale, SENTENZA N. 378 ANNO 2007, <https://www.cortecostituzionale.it/actionSchedaPronuncia.do?anno=2007&numero=378>
- Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, Legge 10 maggio 1976, n. 319, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1976/05/29/076U0319/sg>
- <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1888-12-22:5849!vig=1891-11-18>
- MASE, Legge 6 dicembre 1991 n. 394, Legge quadro sulle aree protette, https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/legge_06_12_1991_394-pdf
- Normattiva, Costituzione della Repubblica Italiana, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:costituzione:1947-12-27~art9>
- Parco Nazionale Gran Paradiso, Il primo parco nazionale italiano, <https://www.pngp.it/visita-il-parco/storia>
- Parlamento Europeo, Atto unico europeo (AUE), <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/single-european-act>

- Parlamento Europeo, Trattati di Roma, <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-rome>
- Parlamento Europeo, TRATTATO che istituisce la Comunità Economica Europea e documenti allegati, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:11957E/TXT>
- Parlamento Europeo, Trattato di Amsterdam, <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-amsterdam>
- Parlamento Europeo, Trattato sull'Unione Europea (TUE) / trattato di Maastricht, [https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/maastricht-treaty?&at_campaign=2024-AboutParliament&at_medium=Google Ads&at_platform=Search&at_creation=DSA&at_goal=TR_G&at_advertiser=Webcomm&at_topic=Maastricht&at_location=IT&gad_source=1&gad_campaignid=21726011278&gclid=Cj0KCQjw2tHABhCiARIsANZzDWqAgXBz1rBoB28VRCHv6RhYA9FWjTU_h44LaVddxGkGjEjQVj2EZYaAnV3EALw_wcB](https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/it/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/maastricht-treaty?&at_campaign=2024-AboutParliament&at_medium=Google%20Ads&at_platform=Search&at_creation=DSA&at_goal=TR_G&at_advertiser=Webcomm&at_topic=Maastricht&at_location=IT&gad_source=1&gad_campaignid=21726011278&gclid=Cj0KCQjw2tHABhCiARIsANZzDWqAgXBz1rBoB28VRCHv6RhYA9FWjTU_h44LaVddxGkGjEjQVj2EZYaAnV3EALw_wcB)
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03;152>
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Legge 13 luglio 1966, n. 615, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1966-07-13;615>

- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, LEGGE 22 dicembre 1888, n. 5849
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Legge 29 giugno 1939, n. 1497, <https://www.normattiva.it/atto/caricaDettaglioAtto?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1939-10-14&atto.codiceRedazionale=039U1497&tipoDettaglio=originario&qId=>
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Normattiva, Legge 8 luglio 1986, n. 349, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1986-07-08:349!vig=>
- Senato della Repubblica, La Costituzione Principi fondamentali, <https://www.senato.it/istituzione/la-costituzione/principi-fondamentali/articolo-9>
- Treccani Enciclopedia on line, Ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente/?search=ambiente%2F>
- Treccani Enciclopedia on line, Ambiente. Diritto dell'Unione Europea, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente-diritto-dell-unione-europea/?search=ambiente%2F>
- Treccani Enciclopedia on line, Sviluppo sostenibile, <https://www.treccani.it/enciclopedia/sviluppo-sostenibile/>
- Wikipedia, Trail Smelter dispute, https://en.wikipedia.org/wiki/Trail_Smelter_dispute

Paesaggio – ambiente – territorio: triedro della realtà

- Eniscuola, Ambiente Scopri gli elementi della biosfera, <https://eniscuola.eni.com/it-IT/ambiente.html>
- IL GIORNALE Dell'Ambiente, Ambiente: definizione, criticità e salvaguardia, <https://ilgiornaledellambiente.it/ambiente-definizione-salvaguardia/>
- Ministero dell'interno, Territorio, <https://www.interno.gov.it/it/temi/territorio>
- Regione Emilia-Romagna Direzione generale cura del territorio e dell'ambiente, Che cos'è il paesaggio, <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/sito-paesaggio/il-paesaggio/il-paesaggio>
- Regione Emilia-Romagna Direzione generale cura del territorio e dell'ambiente, La nostra idea di paesaggio, <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/sito-paesaggio/il-paesaggio/la-nostra-idea-di-paesaggio>
- Treccani Enciclopedia dei ragazzi (2005) Cogliati Dezza V., Ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente/?search=ambiente%2F>
- Treccani Enciclopedia on line, Ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/ambiente/?search=ambiente%2F>
- Treccani Enciclopedia on line, Giornata mondiale dell'ambiente, <https://www.treccani.it/enciclopedia/giornata-mondiale-dell-ambiente/?search=ambiente%2F>
- Treccani Enciclopedia on line, Territorio, <https://www.treccani.it/enciclopedia/territorio/>
- Treccani, Paesaggio, <https://www.treccani.it/enciclopedia/paesaggio/>

Gaia? πάντα ῥεῖ

- Allowood A. C., Walter M. R., Kamber B. S., Marshall C. P., Burch I. W., Stromatolite reef from the Early Archean era of Australia, Nature, 2006, <https://www.nature.com/articles/nature04764>
- American Museum of Natural History, Zircon crystals, <https://www.amnh.org/exhibitions/permanent/planet-earth/how-has-the-earth-evolved/the-earths-crust/the-oldest-rocks-and-minerals-on-earth/zircon-crystals>
- AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY Aiyer K., The Great Oxidation Event: How Cyanobacteria Changed Life, 2022, <https://asm.org/articles/2022/february/the-great-oxidation-event-how-cyanobacteria-change>
- Awramik S. M., Riding R., Role of algal eukaryotes in subtidal columnar stromatolite formation, PNAS, 1988, <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.85.5.1327>
- Chi Fru E., Ivarsson M., Kiliyas S. P., Bengtson S., Belivanova V., Marone F., Fortin D., Broman C., Stampanoni M., Fossilized bacteria reveal a pathway to the biological origin of banded iron formation, Nature communications, 2013, <https://www.nature.com/articles/ncomms3050>
- Ferroni E., Vita sulla terraferma 3,5 miliardi di anni fa, Media Inaf 2017, <https://www.media.inaf.it/2017/05/09/vita-stromatoliti/>
- Iori D., La complessità delle forme di vita di 3,5 miliardi di anni fa, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2018, <https://pikaia.eu/la-complessita-delle-forme-di-vita-di-35-miliardi-di-anni-fa/>
- Jeltsch A., Oxygen, epigenetic signaling, and the evolution of early life, ScienceDirect, Trends in Biochemical Sciences, Volume 38, Issue 4, 2013, p.

172-176,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968000413000224>

- McGuinness, Stromatolites: The Earth's oldest living lifeforms, BBC, 2021, <https://www.bbc.com/travel/article/20210117-stromatolites-the-earths-oldest-living-lifeforms>
- Olejarz J., Iwasa Y., Knoll A. H., Nowak M. A., The Great Oxygenation Event as a consequence of ecological dynamics modulated by planetary change, Nature communications, 2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23286-7>
- Quattro miliardi di anni fa c'era vita sulla Terra?, in Le Scienze, 2017, https://www.lescienze.it/news/2017/12/19/news/fossili_batteri_archea_3_5_miliardi_di_anni_fa-3795724/
- Shawwa N. A., McLoughlin-Coleman T. R., Babechuk M. G., Shahabi Far M., Mungall J. E., Rainbird R. H., Earth's oldest terrestrial red beds as direct evidence for the Great Oxidation Event ca. 2.3Ga, ScienceDirect, Precambrian Research, Volume 409, 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926824001360>
- Suosaari E. P., Reid R. P., Playford P. E., Foster J. S., Stolz J. F., Casaburi G., Hagan P. D., Chirayath V., Macintyre I. G., Planavsky N. J., Eberli G. P., New multi-scale perspectives on the stromatolites of Shark Bay, Western Australia, Nature, 2016, <https://www.nature.com/articles/srep20557>
- Vergano D., Earth's Oldest Crust Dates to 4.4 Billion Years Ago, National Geographic, 2014, <https://www.nationalgeographic.com/science/article/140224-oldest-crust-australia-zircon-science>

Ingegneria naturale

- Campanella S., Cambiamenti ambientali e attività genica: la plasticità che non ti aspetti, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2015, <https://pikaia.eu/cambiamenti-ambientali-e-attivita-genica-la-plasticita-che-non-ti-aspetti/>
- CNR, Ottimizzazione di rete in un organismo unicelulare, <https://www.cnr.it/it/focus/003-1/ottimizzazione-di-rete-in-un-organismo-unicellulare>
- FAO BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF WATER BODIES, 1987, 2.Ecosystem, <https://www.fao.org/4/ac176e/AC176E02.htm>
- Hunt Jr. G. L, McKinnell S., Interplay between top-down, bottom-up and wasp waist control in marine ecosystems, Progress in Oceanography, 2006, volume 68, issues 2-4,p. 115-124
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079661106000139>
- Keystone species, 2024, Encyclopedia of Biodiversity (Third Edition)
<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/keystone-species>
- Nürnberger B., Ecological Genetics, Encyclopedia of Biodiversity (Third Edition), 2013, vol. 7, p. 436-455,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128225622002188>
- Oostra V., Saastamoinen M., Zwaan B. J., Wheat C. W., Strong phenotypic plasticity limits potential for evolutionary responses to climate change, Nature Communications, 2018, <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03384-9#ref-CR24>

- Parravicini A., Plasticità: un nuovo fattore nell'evoluzione?, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2018, <https://pikaia.eu/plasticita-un-nuovo-fattore-nellevoluzione/>
- Pigliucci M., Treccani Enciclopedia della Scienza e della Tecnica 2007, Evoluzione. Plasticità del fenotipo, [https://www.treccani.it/enciclopedia/evoluzione-plasticita-del-fenotipo_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/evoluzione-plasticita-del-fenotipo_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)
- Tarantino R., Demoni darwiniani e nematodi cannibali: il costo della plasticità fenotipica, Pikaia Il portale dell'evoluzione, 2023, <https://pikaia.eu/demoni-darwiniani-e-nematodi-cannibali-il-costo-della-plasticita-fenotipica/>
- Totaro R., Una muffa ha riprogettato in sole 28 ore la rete metropolitana di Tokyo, 2024, https://www.domusweb.it/it/citta-sostenibili/2024/12/04/muffa-riprogetta-rete-metropolitana-tokyo.html?_gl=1*1s18fqc*_up*MQ..*_ga*MTYxMTc4OTkxLjE3NDYwMDE5NzA.*_ga_1B6D1YS5ZT*MTc0NjAwMTk3MC4xLjEuMTc0NjAwMjA5Ni4wLjAuNjA5MTA3NjQ2
- Treccani Enciclopedia online, Biocenosi, <https://www.treccani.it/enciclopedia/biocenosi/>
- West-Eberhard M. J., Phenotypic Plasticity, Encyclopedia of Ecology, 2008, p. 2701-2707, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780080454054008375>
- Wogan T., Ride the Slime mold Express!, Science, 2010, <https://www.science.org/content/article/ride-slime-mold-express>

Il ruolo del progettista

- ECHA EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, UNDERSTANDING POPs, <https://echa.europa.eu/understanding-pops>
- EPA U.S. Environmental Protection Agency, Persistent Organic Pollutants: A Global Issue, A Global Response, 2025, <https://www.epa.gov/international-cooperation/persistent-organic-pollutants-global-issue-global-response>
- Pusceddu A., Sarà G., Viaroli P., Ecologia, 2020, UTET
- Raimondi F., 2023, BIOMAGNIFICAZIONE: LA MIGRAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI, MICROBIOLOGIA ITALIA, <https://www.microbiologiaitalia.it/ecologia/biomagnificazione/>
- Smith T. M., Smith R. L., Elementi di Ecologia, 2017, Pearson Education

Insetti

- Briolat E. S., Gaston K. J., Bennie J., Rosenfeld E. J., Troscianko J., Artificial nighttime lighting impacts visual ecology links between flowers, pollinators and predators, Nature communications, 2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-24394-0>
- Cereda M., Orto da coltivare, Insetti impollinatori: come attrarre api, bombi e altri pronubi, <https://www.ortodacoltivare.it/insetti/impollinatori.html>
- Coallier N., Perez L., Fraser Franco M., Cuellar Y, Vadnais J., Poor air quality raises mortality in honey bees, a concern for all pollinators, Communications Earth & Environment, 2025, <https://www.nature.com/articles/s43247-025-02082-x>
- Da Rocha J. R. M., Ribeiro Almeida J., Aveiro Lins G., Durval A., INSECTS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL CHANGING AND POLLUTION: A

REVIEW OF APPROPRIATE SPECIES AND THEIR MONITORING, HOLOS Environment, 2010, volume 10, n. 2, p. 250, <https://www.ceanunesp.org.br/holos/article/view/2996/3759>

- Focus Animali Un piano per salvare gli insetti dall'estinzione, <https://www.focus.it/ambiente/animali/il-piano-per-salvare-gli-insetti-dall-estinzione>
- Focus Natura, Estinzione degli insetti: colpa (anche) dell'inquinamento luminoso <https://www.focus.it/ambiente/natura/estinzione-insetti-inquinamento-luminoso>
- Focus, Animali Apocalisse degli insetti: una questione complessa, <https://www.focus.it/ambiente/animali/apocalisse-degli-insetti-ipotesi-complesse>
- Focus, Animali Insetti: siamo vicini a un'apocalisse ecologica, <https://www.focus.it/ambiente/animali/insetti-volanti-apocalisse-ecologica>
- Focus, Animali L'illuminazione notturna impedisce agli animali di mimetizzarsi, <https://www.focus.it/ambiente/animali/illuminazione-notturna-problemi-mimetizzazione>
- Focus, Animali La luce artificiale sta cambiando il comportamento degli insetti notturni, <https://www.focus.it/ambiente/animali/la-luce-artificiale-sta-cambiando-il-modo-in-cui-vedono-gli-insetti>
- Focus, Animali Le api stanno meglio in città che in campagna <https://www.focus.it/ambiente/animali/le-api-stanno-meglio-in-citta-che-in-campagna>

- Focus, Animali Troppa luce? Le zanzare pungono più spesso, <https://www.focus.it/ambiente/animali/troppa-luce-le-zanzare-pungono-piu-spesso>
- Focus, Ecologia I nuovi dati sull'ecatombe mondiale di insetti, <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/insetti-ecatombe-mondiale-scomparsa-specie>
- Focus, Ecologia Insetti e inquinamento luminoso, <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/insetti-e-inquinamento-luminoso>
- Fraccari E., Gli effetti del cambiamento climatico sugli impollinatori, 3Bee, 2023, <https://blog.3bee.com/gli-effetti-del-cambiamento-climatico-sugli-impollinatori/>
- MoVITo, 6 passi per aiutare gli impollinatori, <https://www.movito.unito.it/6-passi-per-aiutare-gli-impollinatori/>
- Pertile C., Alla ricerca di nuove piante amiche degli impollinatori, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/alla-ricerca-di-nuove-piante-amiche-degli-impollinatori/#paragraph-26011>
- Rossi L., Gli effetti (silenziosi) delle microplastiche sulla biodiversità, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/gli-effetti-silenziosi-delle-microplastiche-sulla-biodiversita/>
- Ryalls J. M. W., Langford B., Mullinger N. J., Bromfield L. M., Nemitz E., Pfrang C., Girling R., Anthropogenic air pollutants reduce insect-mediated pollination services, in Environmental Pollution, Vol. 297, 2022, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122000616?via%3Dihub>

- Rund S. S. C., Labb L. F., Benefiel O. M., Duffield G. E., Artificial Light at Night Increases *Aedes aegypti* Mosquito Biting Behavior with Implications for Arboviral Disease Transmission, THE AMERICAN JOURNAL OF TROPICAL MEDICINE AND HYGENE, <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/103/6/article-p2450.xml>
- Theodorou P., Radzevičiūtė R., Lentendu G., Kahnt B., Husemann M., Bleidorn C., Settele J., Schweiger O., Grosse I., Wubet T., Murray T.E., Paxton R. J., Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects, Nature communications, 2020, <https://www.nature.com/articles/s41467-020-14496-6>
- University of Reading, Air pollution reduces pollination by confusing bees, 2022, <https://www.reading.ac.uk/news/2022/Research-News/Pollution-and-pollination>
- Vivarelli L., Effetti delle microplastiche sull'impollinazione, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/effetti-delle-microplastiche-sull-impollinazione/>

Uccelli

- Forest and Rangeland Ecosystem Science Center, Birds as Indicators of Ecosystem Health, 2022, <https://www.usgs.gov/centers/forest-and-rangeland-ecosystem-science-center/science/birds-indicators-ecosystem-health#overview>
- Hill J., Birds as Environmental Indicators, Environmental SCIENCE, <https://www.environmentalscience.org/birds-environmental-indicators# ENREF 3>

Microbi

- Dockrill P., Cities have Unique Microbial “Fingerprints”, First Study of Its Kind Reveals, Science alert, 2021, <https://www.sciencealert.com/cities-are-teeming-with-thousands-of-species-of-unknown-microbes-scientists-find>
- National Geographic, What bacteria and fungi lurk in your city? Bees may have the answer, 2023, <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/honeybees-reveal-city-microbiome-bacteria-fungi-viruses>

Funghi

- Focus, Natura Il fungo fossile più antico del mondo, <https://www.focus.it/ambiente/natura/il-fungo-fossile-piu-antico-del-mondo>
- Giannace D, Funghi a rischio estinzione: cosa sta cambiando negli ecosistemi, Lega Nerd, https://leganerd.com/2025/03/30/funghi-a-rischio-estinzione-cosa-sta-cambiando-negli-ecosistemi/?utm_source=firefox-newtab-it-it
- Giannace D, Funghi a rischio estinzione: cosa sta cambiando negli ecosistemi, Lega Nerd, https://leganerd.com/2025/03/30/funghi-a-rischio-estinzione-cosa-sta-cambiando-negli-ecosistemi/?utm_source=firefox-newtab-it-it
- Sinibaldi M., I funghi come bioindicatori della qualità ambientale, Nuova Micologia Associazione di Studi Micologici ONLUS, <http://www.nuovamicologia.eu/i-funghi-come-bioindicatori-della-qualita-dellambiente/>

Piante

- Area di progetto specializzazione CHIMICA ITI L. da Vinci Firenze - Anno 2000, Gli effetti dell'inquinamento sulle piante, <https://www.andytonini.com/area-progetto-aria/effinqveg.htm>
- Focus Ecologia, Le luci delle città allungano la stagione dei pollini, <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/luci-citta-allungano-stagione-pollini>
- Fraccari E., Gli effetti del cambiamento climatico sugli impollinatori, 3Bee, 2023, <https://blog.3bee.com/gli-effetti-del-cambiamento-climatico-sugli-impollinatori/>
- Kandler O., The air pollution/forest decline connection: The “Waldstreben” theory refuted, <https://www.fao.org/4/v0290e/v0290e07.htm>
- Lichens as Bioindicators (U.S. National Park Service), <https://www.nps.gov/articles/lichens-as-bioindicators.htm>
- Meng L., Zhou Y., O Romàn M., C Stokes E., Wang Z, R Asrar G., Mao J., D Richardson A., Gu L., Wang Y., Artificial light at night: an underappreciated effect on phenology of deciduous woody plants, PNAS Nexus, volume 1, Issue 2, 2022, <https://academic.oup.com/pnasnexus/article/1/2/pgac046/6569705?login=false>
- Rasmussen K., Thyrring J., Muscarella R., Borchsenius F., Climate-change-induced range shifts of three allergenic ragweeds (*Ambrosia L.*) in Europe and their potential impact on human health, PeerJ Life & Environment, 2017, <https://peerj.com/articles/3104/>
- Redazione Microbiologia Italia, I METABOLITI SECONDARI VEGETALI: FUNZIONI E DIFESA DELLE PIANTE, 2021,

<https://www.microbiologiaitalia.it/didattica/i-metaboliti-secondari-vegetali-funzioni-e-difesa-delle-piante/>

- Vivarelli L., Effetti delle microplastiche sull'impollinazione, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/effetti-delle-microplastiche-sull-impollinazione/>

La storia della città

- Bottini F., Robinson C. M., Royal Institute of British Architects, Town Planning Conference - London - 1910, Cities of the present as representative of a transition period in urban development - The evidence of standardised streets, <https://www.cittaconquistatrice.it/il-sistema-delle-strade-nella-citta-in-transizione-1910/>
- Capsoni M, Carraro G., L'uomo e la strada Emozioni sotto i nostri piedi, Rassegna del bitume 62/09, SITEB, https://www.siteb.it/wp-content/uploads/rassegna_del_bitume/articoli/6209_1.pdf
- Gottmann J., Megalopoli. Funzioni e relazioni di una pluri-città (1960), 2004, <https://eddyburg.it/archivio/megalopoli-funzioni-e-relazioni-di-una-pluri-citta-1960/>
- Treccani, Liverani M., Marzocchella A., Uggeri G., Volpe G., Romana Stasolla F., Feller L., Strika V., Hamarneh B., Lala Comneno M. A., Lo Muzio C., Salviati F., Fattovich R., E. Smith M., Petrocchi M. C., Cofini G., Dai primi insediamenti al fenomeno urbano. Aspetti e forme dell'organizzazione del territorio, Il mondo dell'Archeologia (2002), [https://www.treccani.it/enciclopedia/dai-primi-insediamenti-al-fenomeno-urbano-aspetti-e-forme-dell-organizzazione-del-territorio_\(Il-Mondo-dell%27Archeologia\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/dai-primi-insediamenti-al-fenomeno-urbano-aspetti-e-forme-dell-organizzazione-del-territorio_(Il-Mondo-dell%27Archeologia)/)

- Treccani, Maiocchi M., L'origine della città, Storia della civiltà europea a cura di Umberto Eco (2014), [https://www.treccani.it/enciclopedia/l-origine-della-citta_\(Storia-della-civilt%C3%A0-europea-a-cura-di-Umberto-Eco\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/l-origine-della-citta_(Storia-della-civilt%C3%A0-europea-a-cura-di-Umberto-Eco)/)

Urban sprawl e sviluppo sostenibile

- Barrington-Leigh C., Millard-Ball A., Hanson S., Global trends toward urban street-network sprawl, PNAS, 2020, <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1905232116>
- Carpentieri G., Cremascoli F., Drigo E., "Eco-villaggi"? è sprawl urbano! ,2017, <https://peppecarpentieri.wordpress.com/2017/05/25/eco-villaggi-e-sprawl-urbano/>
- Commissione Europea, New Urban Agenda, https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/themes/urban-development/new-urban-agenda_en
- De Tommasi A, FOCUS. Contro il consumo dei suoli la legge in Italia e i nuovi modelli produttivi, ASVIS, 2024, <https://asvis.it/notizie/2-19899/focus-contro-il-consumo-dei-suoli-una-legge-in-italia-e-nuovi-modelli-produttivi>
- Enel, Città sostenibile: significato e progetti, 2023, <https://www.enelx.com/it/it/storie/2021/10/cosa-significa-citta-sostenibile>
- European Environment Agency, La sovraccrescita urbana - La sfida ambientale ignorata dall'Europa, 2006, <https://www.eea.europa.eu/it/pressroom/newsreleases/la-sovraccrescita-urbana-la-sfida-ambientale-ignorata-dell2019europa>

- Garosi I., Il fenomeno urban sprawl: cause e conseguenze, IARI Istituto Analisi Relazioni Internazionali, 2022, <https://iari.site/2022/01/08/il-fenomeno-urban-sprawl-cause-e-conseguenze/>
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, Città per lo sviluppo sostenibile, <https://www.mase.gov.it/portale/citt%C3%A0-per-lo-sviluppo-sostenibile>
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, Linee guida nazionali per l’Agenda Urbana Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, <https://www.mase.gov.it/portale/web/guest/linee-guida-nazionali-per-l-agenda-urbana-nazionale-per-lo-sviluppo-sostenibile>
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, Piano per la Transizione Energetica, <https://www.mase.gov.it/portale/piano-per-la-transizione-ecologica-pte->
- Mino Caggiula Architects, Urban Sprawl: significato, sfide sociali, soluzioni, <https://www.minocaggiula.com/urban-sprawl/>
- Monnier J., Thompson A., Reducing street Sprawl Could Help Combat Climate Change, 2020, Scientific American, <https://www.scientificamerican.com/article/reducing-street-sprawl-could-help-combat-climate-change/>
- Nazioni Unite, Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili, <https://unric.org/it/obiettivo-11-rendere-le-citta-e-gli-insediamenti-umani-inclusivi-sicuri-duraturi-e-sostenibili/>
- Treccani Enciclopedia, Sviluppo sostenibile, <https://www.treccani.it/enciclopedia/sviluppo-sostenibile/>

- Treccani Lessico del XXI Secolo (2013), Sprawl, [https://www.treccani.it/enciclopedia/sprawl_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/sprawl_(Lessico-del-XXI-Secolo)/)

Problemi della città

- National Geographic, Urban Threats, <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/urban-threats>
- RICHMOND VALE ACADEMY, 13 Effetti dell'urbanizzazione che ti faranno riflettere!, 2022, <https://richmondvale.org/it/13-effetti-dellurbanizzazione-che-ti-faranno-riflettere/#>

Inquinamento

- Arpa Veneto, Inquinanti Atmosferici, <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/approfondimenti/inquinanti-atmosferici>
- ASVIS Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, Rapporto MobilitAria 2024: l'inquinamento nelle città italiane rimane stabile, 2024, <https://asvis.it/notizie/2-20715/rapporto-mobilitaria-2024-linquinamento-nelle-citta-italiane-rimane-stabile>
- Carbognani A., L'inquinamento luminoso a Loiano, 2025, Media INAF, <https://www.media.inaf.it/2025/05/02/inquinamento-luminoso-a-loiano/#:~:text=Il%20risultato%20%C3%A8%20che%20ora,output%20luminoso%20verso%20l%27osservatorio>
- Cinzano P., Light Pollution in Italy Inquinamento luminoso in Italia, <http://www.lightpollution.it/cinzano/en/mapsitaly.html>

- Commissione europea, Direzione generale dell'Ambiente, *Light pollution : mitigation measures for environmental protection*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/906521>
- Commissione Europea, noise pollution from the main sources, https://environment.ec.europa.eu/topics/noise/noise-pollution-main-sources_en?prefLang=it
- Commissione Europea, Sshhhh - LIFE projects provide road noise reduction solutions for a quieter Europe, 2024, https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/sshhh-life-projects-provide-road-noise-reduction-solutions-quieter-europe-2024-02-20_en
- Commissione Europea, Zero pollution : New EU report calls for stronger action to reduce harmful noise pollution, 2023, https://environment.ec.europa.eu/news/zero-pollution-new-eu-report-calls-stronger-action-reduce-harmful-noise-pollution-2023-03-20_en
- Corte dei conti europea, relazione speciale 02/2025: "Inquinamento urbano nell'UE –
- Dati ambientali Emilia-Romagna, Emissioni di CO, COV, NOx, SOx, PM10, NH3, CH4, CO2, N2O e loro distribuzione percentuale per macrosettore, <https://webbook.arpae.it/indicatore/Emissioni-di-CO-COV-NOx-SOx-PM10-NH3-CH4-CO2-N2O-e-loro-distribuzione-percentuale-per-macrosettore-00001/?espandi=grafici>
- Kyoto Club, Inquinamento atmosferico nelle città italiane: è sempre emergenza, 2025, <https://www.kyotoclub.org/it/media-e-documenti/comunicati/2025/04/30/inquinamento-atmosferico-nelle-citta-italiane-e-sempre-emergenza-2/>

- Le città hanno aria più pulita, ma sono ancora troppo rumorose”, Ufficio delle
- Legambiente, Mal’Aria di città 2024: i nuovi dati sull’inquinamento atmosferico nelle città italiane, 2024, <https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/i-dati-di-malaria-di-citta-2024/>
- Legambiente, Mal’Aria di città, <https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/malaria-di-citta/>
- Light Pollution Atlas, <https://djllorenz.github.io/astronomy/lp/overlay/dark.html>
- Light pollution map, <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=13.04&lat=44.4859&lon=11.2632&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCaW5nSHlicmlkiwib3ZlcmxheSI6IndhXzlwMTUuLCJvdmVybGF5Y29sb3liOmZhbHNILCJvdmVybGF5b3BhY2I0eSI6IjYwliwiZmVhdHVyZXNvcGFjaXR5IjojODUifQ==>
- National Geographic, Light Pollution, <https://education.nationalgeographic.org/resource/light-pollution/>
- National Geographic, MAPMAKER, <https://www.arcgis.com/apps/instant/atlas/index.html?appid=0cd1cdee853c413a84bfe4b9a6931f0d&webmap=b296947d717643e5805378a5c3f5e6eb>
- Seitron, Inquinamento nelle città: cause e settori più inquinanti, 2021, <https://seitron.com/it/come-composto-inquinamento-della-citta>
- Xearpro, 2018, Aerosol, Inquinante Atmosferico, <https://xearpro.it/aerosol/aerosol-inquinante-atmosferico/>

Mobilità

- Angi N., Motori delle auto: le principali tipologie, Al Volante, 2024, https://www.alvolante.it/da_sapere/tecnica/motori-auto-tutte-le-tipologie-395281

- BMW, Auto a idrogeno: tutto quello che c'è da sapere, <https://www.bmw.com/it/innovation/come-funzionano-le-auto-a-idrogeno.html>
- Comunicato stampa, Com'è fatta e come funziona l'Elettra H2 fuel cell, (2001) https://www.media.stellantis.com/it-it/flat/press/com-egrave-fatta-e-come-funziona-l-elettra-h2-fuel-cell?adobe_mc_ref=&adobe_mc_ref=
- Fiat "Panda Hydrogen" UN GIOIELLINO PULITO, (2006) https://www.quattroruote.it/news/nuove_tecnologie/2006/02/13/un_gioiellino_pulito.html
- Fiat panda Hydrogen, https://it.wikipedia.org/wiki/Fiat_Panda_Hydrogen
- Gruppo Marino Concessionarie, La guida definitiva ai diversi tipi di carburante: benzina, diesel, GPL, elettrico, 2024, <https://www.gruppomarino.it/la-guida-definitiva-ai-diversi-tipi-di-carburante-benzina-diesel-gpl-elettrico/>
- Leasys, Tutti i tipi di alimentazione dell'auto e come scegliere, https://www.leasys.com/it/italiano/leasys-world/news_alimentazione_auto_tipi_e_come_scegliala
- Nationalgrid, The hydrogen colour spectrum, <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/hydrogen-colour-spectrum>
- Padin M, Storia: La prima auto alimentata ad idrogeno, 2016, <https://www.electricmotornews.com/gb/energie-alternative/storia-prima-auto-idrogeno/>
- Pirelli, Idrogeno come combustibile: i pro e i contro, <https://www.pirelli.com/global/it-it/road/auto/idrogeno-come-combustibile-i-pro-e-i-contro-49365/>

- QN Motori, Tipi di carburante: quanti e quali sono, 2022, <https://motori.quotidiano.net/comefare/tipi-carburante-quant-quali.htm>
- Quattroruote, Motori auto: tutto quello che c'è da sapere, <https://www.quattroruote.it/guide/scuola-guida/motore-auto.html>
- Valente C., Ambiente e sicurezza: Fiat Panda Hydrogen, (2006) https://www.infomotori.com/auto/ambiente-e-sicurezza-fiat-panda-hydrogen_10806/

Opere trascurate, rigoglio sfiorito, acqua sublimata e diversità ristretta

- Commissione Europea, Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, 2012, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, https://www.legambiente.emiliaromagna.it/stopalcemento/wp-content/uploads/ENV-12-009_MEP_IT_final_LR-pdf.pdf#%5B%7B%22num%22%3A426%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22Fit%22%7D%5D
- Focus Natura, In città gli alberi crescono più velocemente che non in campagna, <https://www.focus.it/ambiente/natura/in-citta-gli-alberi-crescono-piu-velocemente-che-non-in-campagna>
- Pretzsch H., Biber P., Uhl E., Dahlhausen J., Schütze G, Perkins D., Rötzer T., Caldentey J., Koike T., van Con T., Chavanne A., du Toit B., Foster K. & Lefer B., Climate change accelerates growth of urban trees in metropolises worldwide, Scientific Reports 7, 2017, <https://www.nature.com/articles/s41598-017-14831-w>

- Santillo L., Perché la biodiversità è importante anche in città?, 3Bee, 2024, <https://blog.3bee.com/perche-la-biodiversita-e-importante-anche-in-citta/>
- Savian D. G., Il ruolo delle infrastrutture nella crescita delle città, 2018 <https://www.bgt-grantthornton.it/insights/articoli/2018/il-ruolo-delle-infrastrutture-nella-crescita-delle-citta/>

Impatti sociali

- Arpa Veneto, Inquinanti Atmosferici, <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/approfondimenti/inquinanti-atmosferici>
- Commissione europea, Zero Pollution Action Plan, https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en
- European Air Quality Index, <https://airindex.eea.europa.eu/AQI/index.html#>
- European Environment Agency, Exceedance of air quality standards in Europe, 2025, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/exceedance-of-air-quality-standards>
- National Geographic, Light Pollution, <https://education.nationalgeographic.org/resource/light-pollution/>
- Xearpro, 2018, Aerosol, Inquinante Atmosferico, <https://xearpro.it/aerosol/aerosol-inquinante-atmosferico/>

Lo sviluppo della questione urbana

- Brody S., The Characteristics Causes and Consequences of Sprawling Development Patterns in the United States. How do development patterns impact our ecological systems and the livability of our local communities?,

Nature, 2013, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/the-characteristics-causes-and-consequences-of-sprawling-103014747/>

- Commissione Europea, Urban Nature Platform, https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/urban-nature-platform_en

Tra cesio e smeraldo

- D'Ambrosi D., Norvegia, i lampioni intelligenti si accendono solo se ci sono auto, Sicurauto, <https://www.sicurauto.it/news/norvegia-i-lampioni-intelligenti-si-accendono-solo-se-ci-sono-auto-video/>
- DarkSky, Solutions to light pollution, 2023, [https://darksky.org/resources/what-is-light-pollution/light-pollution-solutions/#:~:text=LEDs%20and%20compact%20fluorescents%20\(CFLs,and%20save%20even%20more%20energy](https://darksky.org/resources/what-is-light-pollution/light-pollution-solutions/#:~:text=LEDs%20and%20compact%20fluorescents%20(CFLs,and%20save%20even%20more%20energy)
- ESI, Are LEDs the best solution for environmentally friendly lighting ?, 2024, <https://blog.esi.info/2024/11/15/are-leds-really-the-answer-to-environmentally-friendly-lighting/>
- Futoora, La turbina che trasforma il traffico in energia, <https://www.futoora.it/la-turbina-che-trasforma-il-traffico-in-energia>
- Science for Environment Policy (2023) Light Pollution: Mitigation measures for environmental protection. Future Brief 28, <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/5727bc7c-843c-11ee-99ba-01aa75ed71a1/>

LCA e marchi di qualità

- Antunes L. N., Ghisi E., Thives L. P., 2018, Permeable Pavements Life Cycle Assessment: A Literature Review, <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/11/1575>
- Blauer Engel, <https://www.blauer-engel.de/en>
- Commissione Europea, EU Ecolabel - The official European Union voluntary label for environmental excellence, https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel_en
- EPD, <https://www.epditaly.it/epd-2/>
- Klöpffer W., Grahl B., 2014, Life Cycle Assessment (LCA) A Guide to Best Practice, Blackwell Verlag GmbH
- Commissione Europea, European Platform on LCA | EPLCA, Life Cycle Assessment (LCA), <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/lifecycleassessment.html>
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Ecolabel EU, <https://www.mase.gov.it/pagina/ecolabel-ue>
- Nordic Swan Ecolabel, <https://www.nordic-swan-ecolabel.org/>

Fitorisanamento e biorisanamento

- Bazzicalupo M., Biorisanamento, Treccani - Enciclopedia della Scienza e della Tecnica (2008), [https://www.treccani.it/enciclopedia/biorisanamento_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/biorisanamento_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)
- Centorrino F., Biorisanamento: vantaggi, svantaggi e caratteristiche, 2021, Microbiologia Italia,

<https://www.microbiologiaitalia.it/batteriologia/biorisanamento-vantaggi-svantaggi-e-caratteristiche/>

- ENI, Fitorimediao per la bonifica di terreni contaminati, <https://www.eni.com/it-IT/azioni/tecnologie-transizione-energetica/bonifiche-ambientali/fitorimediao.html>
- Greipsson S., Phytoremediation, Nature Education, 2011, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/phytoremediation-17359669/>
- IRIDRA S.r.l., Phytoremediation, <https://www.igidra.eu/it/nature-based-solutions/siti-contaminati/phytoremediation>
- Marzano F., In Sardegna le piante amiche dei metalli, 2025, Huffingtonpost, https://www.huffingtonpost.it/green-and-blue/2025/05/16/news/in-sardegna-le-piante-amiche-dei-metalli-424190032/?utm_source=firefox-newtab-it-it
- Monitoring and Management of Microbial Resources - M3R, Fitorisanamento di un sito in contesto urbano contaminato da metalli, <https://www.m3r.it/fitorisanamento-di-un-sito-in-contesto-urbano-contaminato-da-metalli/>
- Suman J., Uhlik O., Macek T., 2018, Phytoextraction of Heavy Metals: A Promising Tool for Clean-Up of Polluted Environment?, <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01476/full>

Servizi ecosistemici e Capitale Naturale

- Eboli F., Salvatori E., Pallante G, Il Capitale Naturale: un patrimonio (a rischio) da proteggere e valorizzare, Energia ambiente e innovazione - ENEA, <https://www.eai.enea.it/archivio/green-generation/il-capitale-naturale-un-patrimonio-a-rischio-da-proteggere-e-valorizzare.html>
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, Capitale Naturale e servizi Ecosistemici, <https://www.mase.gov.it/portale/web/guest/capitale-naturale-e-servizi-ecosistemici>
- UIA, Leidal Intermunicipal Association, <https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/leidal-intermunicipal-association>

Rapporto uomo – ambiente

- ASVIS - Alleanza italiana per lo sviluppo sostenibile, Goal e Target: obiettivi e traguardi per il 2030, <https://asvis.it/goal-e-target-obiettivi-e-traguardi-per-il-2030/>
- Consiglio europeo, The Economy of Wellbeing: going beyond GDP, <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/economy-wellbeing/>
- EuroHealthNet, 2024, Un sistema economico ripensato, <https://eurohealthnet.eu/it/publication/a-reimagined-economic-system-wellbeing-economies-for-healthier-sustainable-and-equitable-societies/>
- Mody K., Lerch D., Müller A. K., Simons N. K., Blüthgen N., Harnisch M, 2020, Flower power in the city: Replacing roadside shrubs by wildflower meadows increases insect numbers and reduces maintenance costs, PLOS One, <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0234327>
- Nazioni Unite, The 17 Goals, <https://sdgs.un.org/goals>

- WBCSD - World Business Council for Sustainable Development, Eco-efficiency learning module Wellbeing Economy Alliance, What is a wellbeing economy, <https://weall.org/what-is-wellbeing-economy>

Vis medicatrix naturae – riconnettere uomo e ambiente

- Aguilera O., Fernández A. F., Muñoz A., Fraga M. F., Epigenetics and environment: a complex relationship, 2010, Journal of applied physiology, <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00068.2010>
- Antonelli M., Donelli D., Il Forest Bathing: una pratica antica dai benefici moderni, Fondazione Patrizio Paoletti, <https://fondazionepatriziopaoletti.org/blog/educazione/il-forest-bathing-una-pratica-antica-dai-benefici-moderni/>
- Astell-Burt T., Feng X., Association of Urban Green Space With Mental Health and General Health Among Adults in Australia, 2019, Jama Netw Open, <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2739050>
- Bagno nella foresta: una cura contro ansia, depressione e tensione, 2024, Trekking & outdoor, <https://www.trekking.it/salute-e-benessere/bagno-nella-foresta/>
- Bergland C., Large City Parks and Green Spaces Promote Well-Being, 2015, Psychology Today, <https://www.psychologytoday.com/gb/blog/the-athletes-way/201509/large-city-parks-and-green-spaces-promote-well-being>
- Bortolazzi E., Shinrin-yoku: il potere terapeutico della natura per la gestione dello stress, La grande via, <https://lagrandevia.it/shinrin-yoku-il-potere-terapeutico-della-natura/>

- Davitt A., The importance of Green Spaces in an Increasingly Gray World, 2023, <https://sustainable-earth.org/green-spaces/>
- Diglio L., Ecco come il canto degli uccelli cambia con l'età e viene influenzato dalle migrazioni, 2025, https://www.huffingtonpost.it/la-zampa/2025/03/18/news/canto-uccelli-cambia-eta-migrazioni-424069637/?utm_source=firefox-newtab-it-it
- Forest Bathing, Parco del respiro, <https://www.parcodelrespiro.it/forest-bathing/>
- Davitt A., The importance of Green Spaces in an Increasingly Gray World, 2023, <https://sustainable-earth.org/green-spaces/>
- Hansen M. M., Jones R., Tocchini K., Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review, 2017, IJERP, Volume 14, Issue 8, https://www.mdpi.com/1660-4601/14/8/851?utm_source=aposto
- Hrustic A, Perché ascoltare il canto degli uccelli fa bene alla nostra salute mentale, 2025, National Geographic, https://www.nationalgeographic.it/perche-ascoltare-il-canto-degli-uccelli-fa-bene-alla-nostra-salute-mentale?utm_source=firefox-newtab-it-it
- Immergiti nella natura e scopri le proprietà benefiche delle piante, Trentino, <https://www.visittrentino.info/it/articoli/natura-benessere/forest-bathing>
- Lorenzoni S., The good in town, Forest bathing e forest therapy, cosa sono e perchè sono differenti, 2023 <https://www.thegoodintown.it/forest-bathing-definizione-perche-fa-bene/>
- Maanzi R., I Millennial sono la generazione più esausta tra burnout, produttività esasperata, ansia e depressione, greenMe,

https://www.greenme.it/lifestyle/costume-e-societa/millennial-generazione-esausta/?utm_source=firefox-newtab-it-it

- Marmot, Michael & UCL Institute of Health Equity. (2014). Review of social determinants and the health divide in the WHO European Region: executive summary, Updated reprint 2014. World Health Organization. Regional Office for Europe
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344954/9789289000321-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pagliaro I. R., Il giardinaggio ti allunga la vita: lo studio che conferma gli effetti terapeutici per mente e corpo, greenMe, 2025, https://www.greenme.it/casa-e-giardino/coltivare/il-giardinaggio-ti-allunga-la-vita-lo-studio-che-conferma-gli-effetti-terapeutici-per-mente-e-corpo/?utm_source=firefox-newtab-it-it
- Sardegna Foreste, L'importanza degli alberi, troppo spesso trascurata, 2022, <https://www.sardegnaforeste.it/notizia/limportanza-degli-alberi-troppo-speso-trascurata>
- Settore Nazionale forest bathing, Forest Bathing, <https://www.forestbathing.net/forest-bathing/>
- Shinrin-Yoku: Cos'è e Come Funziona il Bagno nella Foresta, 2021, mypersonalTrainer, <https://www.my-personaltrainer.it/benessere/shinrin-yoku-bagno-foresta-cos-e-come-funziona.html>
- Silli V., Bellucci V., Bianco P., Gli alberi e il miglioramento della qualità della vita nelle città, ISPRA, <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/ispra-e-la-biodiversita/articoli/gli-alberi-e-il-miglioramento-della-qualita-della-vita-nelle-citta>

- Vitali A., Effetti benefici del verde sulla salute: nuove ricerche e progressi scientifici, Floraviva, <https://www.floraviva.it/news/servizi/5488-effetti-benefici-del-verde-sulla-salute-nuove-ricerche-e-progressi-scientifici.html>

L'importanza della comunicazione

- 2B Srl, Comunicazione ambientale, <https://to-be.it/soluzioni/comunicazione-ambientale/>
- Agrawal S., Ulrich P., A Picture is Worth 1000 Words: Teaching Science Communication with Graphical Abstract Assignments, 2023, JMBE - Journal of Microbiology & Biology Education, <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/jmbe.00208-22>
- Lucarelli S., La costruzione dell'allegoria, 2020, Fototeca Girardi, <https://fototeca-girardi.com/blog/la-costruzione-dellallegoria/>
- Pincherle A., Mazzoni G., Cessi C., Allegoria, Treccani - Enciclopedia Italiana (1929), [https://www.treccani.it/enciclopedia/allegoria_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/allegoria_(Enciclopedia-Italiana)/)
- Treccani, Infodemia, Neologismi 2020, [https://www.treccani.it/vocabolario/infodemia_\(Neologismi\)/](https://www.treccani.it/vocabolario/infodemia_(Neologismi)/)

Idee e punti di vista

- Comune di Milano, Cosa sono i Patti di Collaborazione?, <https://www.comune.milano.it/web/patti-di-collaborazione/cosa-sono-i-patti-di-collaborazione>

- Consiglio dei Ministri, Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Normattiva, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03:152>
- Fondazione Innovazione Urbana, Dal 2014, cittadini e Amministrazioni possono stipulare dei “patti di collaborazione” per condividere la responsabilità nella cura e nella rigenerazione della città. Vuoi prenderti cura di un bene comune? Scopri come., <https://www.fondazioneinnovazioneurbana.it/pattidicollaborazione>
- ISPRA, La Convenzione di Aarhus, https://www.isprambiente.gov.it/it/garante_aia_ilva/normativa/Normativa-sull-accesso-alle-informazioni/normativa-sovranaazionale/la-convenzione-di-aarhus
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, Partecipazione pubblica, <https://www.mase.gov.it/pagina/partecipazione-pubblica>
- Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Funzione Pubblica, Comunicazione ambientale, <http://qualitapa.gov.it/sitoarcheologico/relazioni-con-i-cittadini/comunicare-e-informare/comunicazione-esterna/comunicazione-ambientale/>
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Legge 16 marzo 2001, n. 108, Normattiva, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2001-03-16:108!vig=>

Analisi di progetti strategici significativi

- Arpa Piemonte, Cosa sono le grandi opere?, <https://www.arpa.piemonte.it/scheda-informativa/cosa-sono-grandi-opere>

- P.O.In. Attrattori culturali naturali e turismo, Grandi progetti, <http://www.poinattrattori.it/programma/grandi-progetti.html>
- Parlamento Europeo, Consiglio dell'Unione Europea, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, Regolamento (UE) n. 1303/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1303&from=IT>
- Provincia di Rimini - ptav piano territoriale d'area vasta, valsat, <https://ptav-rimini.it/cose-il-ptav/valsat/>
- Regione Campania, Grandi progetti, <https://porfesr.regione.campania.it/it/por/grandi-progetti-ubd8>

Madrid

- AdminStat Spagna, Mappe, analisi e statistiche sulla popolazione residente, <https://ugeo.urbistat.com/AdminStat/it/es/demografia/popolazione/madrid/20242802/4>
- Archello, Madrid RIO, <https://www.archello.com/project/madrid-rio>
- Calle 30 , m30 madrid, <https://tunnel.ita-aites.org/en/cases-histories/case/m30-madrid>
- Gobierno de Espana, Urban Heat Islands: How Geospatial Open Data Can Make Our Cities More Resilient, <https://datos.gob.es/en/blog/urban-heat-islands-how-geospatial-open-data-can-make-our-cities-more-resilient>
- Kunak, Calle 30: vertical gardens and air quality sensors combat pollution in the M-30 in Madrid, <https://kunakair.com/case-studies/calle-30-natura-vertical-gardens-kunak-air-quality-sensors/>
- Madrid calle 30, <https://mc30.es/>

- Madrid calle 30, 50 años al servicio de los madrileños, <https://mc30.es/historia/>
- Parrinelli M. G., Madrid Río, il parco del XXI secolo, 2022, Villegiardini, <https://www.villegiardini.it/madrid-rio-parco/>
- Portal web de Ayuntamiento de Madrid, Madrid Río, Flora y fauna <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/20Sabado/Madrid-Rio-informacion-ampliada/?vgnextfmt=default&vgnextoid=5acc7f0917afc110VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=4ff09d2e69de1210VgnVCM2000000c205a0aRCRD&idCapitulo=5955523>
- Sendas temáticas Madrid Río, Sendas temáticas, <https://parquemadridrio-sendastematicas.com/fauna/>
- use - urban sustainability exchange, The Madrid Río Project, <https://use.metropolis.org/case-studies/the-madrid-rio-project>
- use - urban sustainability exchange, The Madrid Río Project, <https://use.metropolis.org/case-studies/the-madrid-rio-project#casestudydetail>

Boston

- Agronline, Micale R., Greenery Scanner: il monitoraggio intelligente del verde urbano in fase di test a Roma, https://www.agronline.it/ambiente-territorio/greenery-scanner-il-monitoraggio-intelligente-del-verde-urbano-in-fase-di-test-a-roma_41782
- ENR, Knapschaefer J., MassDOT Crews Finish Fixing Big Dig Tunnel Lights With Safety Straps, <https://www.enr.com/articles/5075-massdot-crews-finish-fixing-big-dig-tunnel-lights-with-safety-straps>

- Highway Division, Commonwealth of Massachusetts, The Big Dig: fact and Figures, <https://www.mass.gov/info-details/the-big-dig-facts-and-figures>
- Highway Division, Commonwealth of Massachusetts, The Big Dig: project background, <https://www.mass.gov/info-details/the-big-dig-project-background>
- ITA-AITES, Boston's central artery, <https://tunnel.ita-aites.org/en/cases-histories/case/boston-s-central-artery>
- La Repubblica, D'Elia Dario, un occhio elettronico controlla la salute delle piante in città, <https://www.repubblica.it/green-and-blue/2023/12/04/news/monitoraggio-verde-urbano-roma-421568594/>
- NBC NEWS, \$14.6 billion Boston Big Dig project is leaking, <https://www.nbcnews.com/id/wbna6451292>
- Sound Seal, Boston's Big Dig, <https://www.soundseal.com/full-article/acoustical-curtain-panels>
- The Greenway, <https://www.rosekennedygreenway.org/>
- The Greenway, <https://www.rosekennedygreenway.org/history/>
- The Greenway, Public Documents, <https://www.rosekennedygreenway.org/publicdocuments/>
- Worldometer, Le città più grandi per popolazione negli Stati Uniti (2025), [https://www.worldometers.info/it/popolazione/citta-piu-grandi-in-stati-uniti/#:~:text=Table title:%20Le%20citt%C3%A0%20pi%C3%B9%20grandi%20per%20popolazione,urbana:%20Boston%20%7C%20Densit%C3%A0%20\(Ab/Km%C2%B2\):%203.474%20%7C](https://www.worldometers.info/it/popolazione/citta-piu-grandi-in-stati-uniti/#:~:text=Table%20title:%20Le%20citt%C3%A0%20pi%C3%B9%20grandi%20per%20popolazione,urbana:%20Boston%20%7C%20Densit%C3%A0%20(Ab/Km%C2%B2):%203.474%20%7C)

Barcellona

- Barcelona, Info Barcelona, Less noise and pollution with the opening of the tunnel in Glòries, https://www.barcelona.cat/infobarcelona/en/tema/environment-and-sustainability/less-noise-and-pollution-with-the-opening-of-the-tunnel-in-glories_1202251.html
- Barcelona, Info Barcelona, Urban planning, Ecological Transition, Urban Services and Housing, <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/en/bodies-involved/citizen-participation/les-glories-and-surrounding-area>
- Gobierno de Espana, Urban Heat Islands: How Geospatial Open Data Can Make Our Cities More Resilient, <https://datos.gob.es/en/blog/urban-heat-islands-how-geospatial-open-data-can-make-our-cities-more-resilient>
- Wikipedia, Barcellona, [https://it.wikipedia.org/wiki/Barcellona#:~:text=Barcellona%20\(pron.%20%22B arcell%C3%B3na%22;%20in%20catalano%20Barcelona%20%5Bb%C9%99 %C9%BEs%CC%99%C9%99%CB%88%C9%ABon%C9%99%5D,dello%20S tato%2C%20oltre%20che%20dell%27omonima%20provincia%20e](https://it.wikipedia.org/wiki/Barcellona#:~:text=Barcellona%20(pron.%20%22B arcell%C3%B3na%22;%20in%20catalano%20Barcelona%20%5Bb%C9%99 %C9%BEs%CC%99%C9%99%CB%88%C9%ABon%C9%99%5D,dello%20S tato%2C%20oltre%20che%20dell%27omonima%20provincia%20e)
- Worldometer, Spagna: Dati demografici, <https://www.worldometers.info/it/demografia/spagna-demografia/>
- Nadotti C., L'esempio di Barcellona: spazi verdi al posto del cemento, 2023, https://www.repubblica.it/green-and-blue/2023/11/10/news/decarbonizzazione_citta_barcellona-419870430/
- Plaza de las Glorias, 2020, <https://www.architonic.com/it/pr/plaza-de-las-glorias/20229370/>

- Tzvetozar Vincent Iolov, New tunnel in the heart of Barcelona lets the city breathe easy, 2021, <https://www.themayor.eu/en/a/view/new-tunnel-in-the-heart-of-barcelona-lets-the-city-breathe-easy-9317>

Possibili cambiamenti

- ANAS, espropri e altri avvisi <https://www.stradeanas.it/it/espropri-altri-avvisi>
- Regione Emilia-Romagna, Ambiente Area valutazione impatto ambientale e autorizzazioni <https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/viavasweb/ricerca/dettaglio/1116>

Vegetazione, acqua, terra e aria

- Be.Green, 5 Alberi con poche radici, <https://be.green/it/blog/5-alberi-con-poche-radici>
- BibLus, SLU: lo stato limite ultimo nella progettazione strutturale, 2024, <https://biblus.acca.it/slu-lo-stato-limite-ultimo-nella-progettazione-strutturale/>
- Casalecchio in Volo, https://www.youtube.com/@autozoom2003_casalecchioinvolo
- Dbdel H., VERTO Air Purification Tower / Studio Symbiosis, 2023, <https://www.archdaily.com/1000839/verto-air-purification-tower-studio-symbiosis>
- De Blasio F., Bennet L., Gli alberi da giardino meno invasivi, Casa e giardino, 2021, <https://www.casaegiardino.it/giardinaggio/gli-alberi-da-giardino-meno-invasivi.php>

- domus - Città Sostenibili, Le torri di Studio Symbiosis che purificano l'aria in città, <https://www.domusweb.it/it/citta-sostenibili/gallery/2023/07/10/studio-symbiosis-disegna-delle-torri-aerodinamiche-per-la-purificazione-dellaria-->
- Focus Natura, Alveari in città, <https://www.focus.it/ambiente/natura/alveari-in-citta>
- Focus Natura, Quando le api si trasferiscono in città, <https://www.focus.it/ambiente/natura/sky-hive-alveare-urbano-a-maastricht-09092012>
- sbam - Scuola di progettazione Bioclimatica per l'Adattamento e la Mitigazione, Cremonini L., 2023, ITree #5 Strumenti per la misurazione del comfort outdoor, https://www.anci.emilia-romagna.it/wp-content/uploads/2023/02/SBAM_05_Cremonini.pdf
- Studio Kernaland, Sky Hive, <https://www.studio-kernaland.com/sky-hive/#ms-3>
- i Tree Engine - MyTree, mytree.itreetools.org/#/location
- Italgreen landscape, I 4 interventi di verde urbano più belli del mondo, (2019), <https://www.italgreenlandscape.com/verde-urbano-progetti-piu-belli-del-mondo/index.html>
- iTree, www.itreetools.org/tools
- Plantzon, <https://www.plantazon.it/>
- Rai, Medellin, la rivoluzione verde, Presa Diretta, Direttore Di Nicola M., Conduzione Iacona R., <https://www.youtube.com/watch?v=zrz2KkZs4SI>
- Rai Veneto, Bragaglia A., Inquinamento delle falde lungo la Pedemontana Veneta: dodici indagati tra tecnici e dirigenti, 2025, <https://www.rainews.it/tgr/veneto/articoli/2025/10/procura-vicenza->

[inquinamento-falde-acqua-lungo-la-pedemontana-veneta-dodici-indagati-tra-
tecnici-e-dirigenti-87dcfbb9-2aa8-4f55-aff1-4fb1c5cdadea.html](https://www.rainews.it/tgr/veneto/video/2025/10/vicenza-trissino-ipotesi-possibile-nuovo-inquinamento-da-pfas-innescato-dalle-terre-di-scavo-della-pedemontana-documento-regione-veneto-mette-nero-su-bianco-la-questione-37e89c9f-0734-4624-8703-094c942bbdb9.html)

- Rai Veneto, Mohorovicich M., Un possibile nuovo inquinamento fa Pfas innescato dalle terre di scavo della Pedemontana, 2025, <https://www.rainews.it/tgr/veneto/video/2025/10/vicenza-trissino-ipotesi-possibile-nuovo-inquinamento-da-pfas-innescato-dalle-terre-di-scavo-della-pedemontana-documento-regione-veneto-mette-nero-su-bianco-la-questione-37e89c9f-0734-4624-8703-094c942bbdb9.html>
- Regione Emilia-Romagna, Ambiente Area valutazione impatto ambientale e autorizzazioni <https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/viavasweb/ricerca/dettaglio/1116>
- Riccio G., VERTO, torre urbana che purifica l'aria e cambia il futuro delle città, 2023, <https://www.futuroprossimo.it/2023/09/verto-torre-urbana-che-purifica-laria-e-cambia-il-futuro-delle-citta/>
- The Ashden Award, Cooling by Nature: An Urban Greening Award, <https://ashden.org/news/cooling-for-people-an-urban-greening-award/>
- The High Lin, History, https://www.thehighline.org/history/?utm_source=highline&utm_medium=website-homepage-carousel&utm_content=website-homepage&utm_campaign=history
- The High Line, <https://www.thehighline.org/#>
- Università di Bari, Le verifiche agli stati limite di esercizio, [https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/209/Corso Tecnica 2014 2015/Teoria/12.%20SLE_1.pdf](https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/209/Corso_Tecnica_2014_2015/Teoria/12.%20SLE_1.pdf)

- Vannucci Piante, Ornamental plants Healthy plants, <https://www.vannucciante.it/healthy-plants/>
- VERTO, Elegance Meets Technology, <https://vertoair.com/>
- Zoccali G, 5 piante rampicanti come liane pronte a trasformare il balcone in una giungla, Elle Decor, 2024, https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a65517211/5-piante-rampiacanti-bellissime-per-il-balcone/?utm_source=firefox-newtab-it-it%20%20%20%20%20%20%20%20https://www.elledecor.com/it/lifestyle/g65397840/piante-perenni-facili-curare/
- Zoccali G., Ecco quali sono le “superpiante” contro l’inquinamento in città:lo dice la scienza, Elle Decor, 2025, <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a64433717/piante-contro-inquinamento-citta/>
- Zoccali G., Le cinque rose selvatiche più belle e sane, perfette per la siepe, e gli 11 giardini dove ammirarle, Elle Decor, 2025, <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a64663716/cinque-rose-selvatiche-belle-sane-siepe/>

Pavimentazioni e illuminazione

- D’Ambrosi D., Norvegia, i lampioni intelligenti si accendono solo se ci sono auto, Sicurauto, <https://www.sicurauto.it/news/norvegia-i-lampioni-intelligenti-si-accendono-solo-se-ci-sono-auto-video/>
- Gruppo IREN, Come funziona Smartflower, l’innovativo impianto fotovoltaico installato nella centrale Iren di Torino Nord, 2019, <https://www.gruppoiren.it/it/everyday/sfide-di-innovazione/2022/come->

[funziona-smartflower-innovativo-impianto-fotovoltaico-installato-nella-centrale-iren-di-torino-nord.html](#)

- Orlandi F., 2022, Smartflower: il girasole fotovoltaico intelligente, Cuenews,
- <https://www.energycue.it/2022/04/14/smartflower-girasole-fotovoltaico-intelligente/>
- Rinnovabili, 2019, Minuscoli girasoli per aumentare l'efficienza dei pannelli solari, <https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/pannelli-solari-migliora-efficienza/>

La galleria

- CRL - City Rail Link, Ventilation Underground, <https://www.youtube.com/watch?v=SI4gAWXHaZE>
- Expoclima, La ventilazione delle gallerie stradali: sistemi e modalità di ventilazione sanitaria e di emergenza per i trafori, 2018, <https://www.expoclima.net/dossier/la-ventilazione-delle-gallerie-stradali-sistemi-e-modalit%C3%A0-di-ventilazione-sanitaria-e-di-emergenza-per-i-trafori>
- Focus, Mediaset, Mandolesi M., Centioni C., Mandolesi M., Gulluni G., Parenti G. P., Bertoncini L., Croce D., Corbetta D., Raimondo M., Forelli C., Il Traforo del Monte Bianco, 60 anni di storia e ingegneria, https://mediasetinfinity.mediaset.it/movie/traforodelmontebianco60annidistoria-inegneria/traforo-del-monte-bianco-60-anni-di-storia-e-inegneria_F314034801000101

- Merzagora E. A., Sistemi antincendio per gallerie: l'uovo di Colombo, 2015, <https://www.stradeeautostrade.it/gallerie-e-tunnelling/sistemi-antincendio-per-gallerie-l-uovo-di-colombo/>
- PIARC, Manuale delle gallerie stradali, <https://tunnels.piarc.org/it/operativita-e-requisiti-di-sicurezza-impianti-e-sistemi/ventilazione>
- Traforo del Monte Bianco - Tunnel du Mont Blanc, Un dispositivo di sicurezza complesso - Prevenzione, sorveglianza e rilevamento: i pilastri di sicurezza, 2018, <https://www.tunnelmb.net/it-IT/dispositivi-di-sicurezza>

Monitoraggio

- Pierucci agricoltura, 2024, Come e perchè monitorare i parametri chimici e fisici delle piante in vaso, <https://professional.pierucciagricoltura.it/2024/06/19/come-perche-monitorare-parametri-delle-piante-in-vaso/>
- Sherwood Foreste ed alberi oggi, Droni e camere multispettrali nel monitoraggio della Salute Forestale (FHM), 2024, <https://www.rivistasherwood.it/t/gestione/camere-multispettrali-fhm>

Cittadini al centro

- Be.Green, 5 Alberi con poche radici, <https://be.green/it/blog/5-alberi-con-poche-radici>
- De Blasio F., Bennet L., Gli alberi da giardino meno invasivi, Casa e giardino, 2021, <https://www.casaegiardino.it/giardinaggio/gli-alberi-da-giardino-meno-invasivi.php>
- ISTAT, <https://demo.istat.it/app/?a=2025&i=D7B>

- Plantzon, <https://www.plantazon.it/>
- tuttitalia, Popolazione per età, sesso e stato civile 2024, <https://www.tuttitalia.it/emilia-romagna/56-casalecchio-di-reno/statistiche/popolazione-eta-sesso-stato-civile-2024/>
- Vannucci Piante, Ornamental plants Healthy plants, <https://www.vannucciante.it/healthy-plants/>
- Zoccali G, 5 piante rampicanti come liane pronte a trasformare il balcone in una giungla, Elle Decor, 2024, https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a65517211/5-piante-rampiacanti-bellissime-per-il-balcone/?utm_source=firefox-newtab-it-it%20%20%20%20%20%20%20%20https://www.elledecor.com/it/lifestyle/g65397840/piante-perenni-facili-curare/
- Zoccali G., Ecco quali sono le “superpiante” contro l’inquinamento in città:lo dice la scienza, Elle Decor, 2025, <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a64433717/piante-contro-inquinamento-citta/>
- Zoccali G., Le cinque rose selvatiche più belle e sane, perfette per la siepe, e gli 11 giardini dove ammirarle, Elle Decor, 2025, <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a64663716/cinque-rose-selvatiche-belle-sane-siepe/>