

Rivista svizzera di architettura,
ingegneria e urbanistica
Schweizerische Zeitschrift für Architektur,
Ingenieurwesen und Stadtplanung

4 2020

Verso edifici a zero energia

Auf dem Weg zum Nullenergie-Gebäude

TESTI TEXTE

- Angelo Bernasconi, Fabrizio Noembrini, Luca Pampuri, Luca Panziera, Marta Poretti
- Silvia Erba e Lorenzo Pagliano
- Milton Generelli, Andrea Giovio, Serena Porzio e Luca Pampuri
- Cristina Polo López, Massimo Mobiglia
- Andrea Roscetti

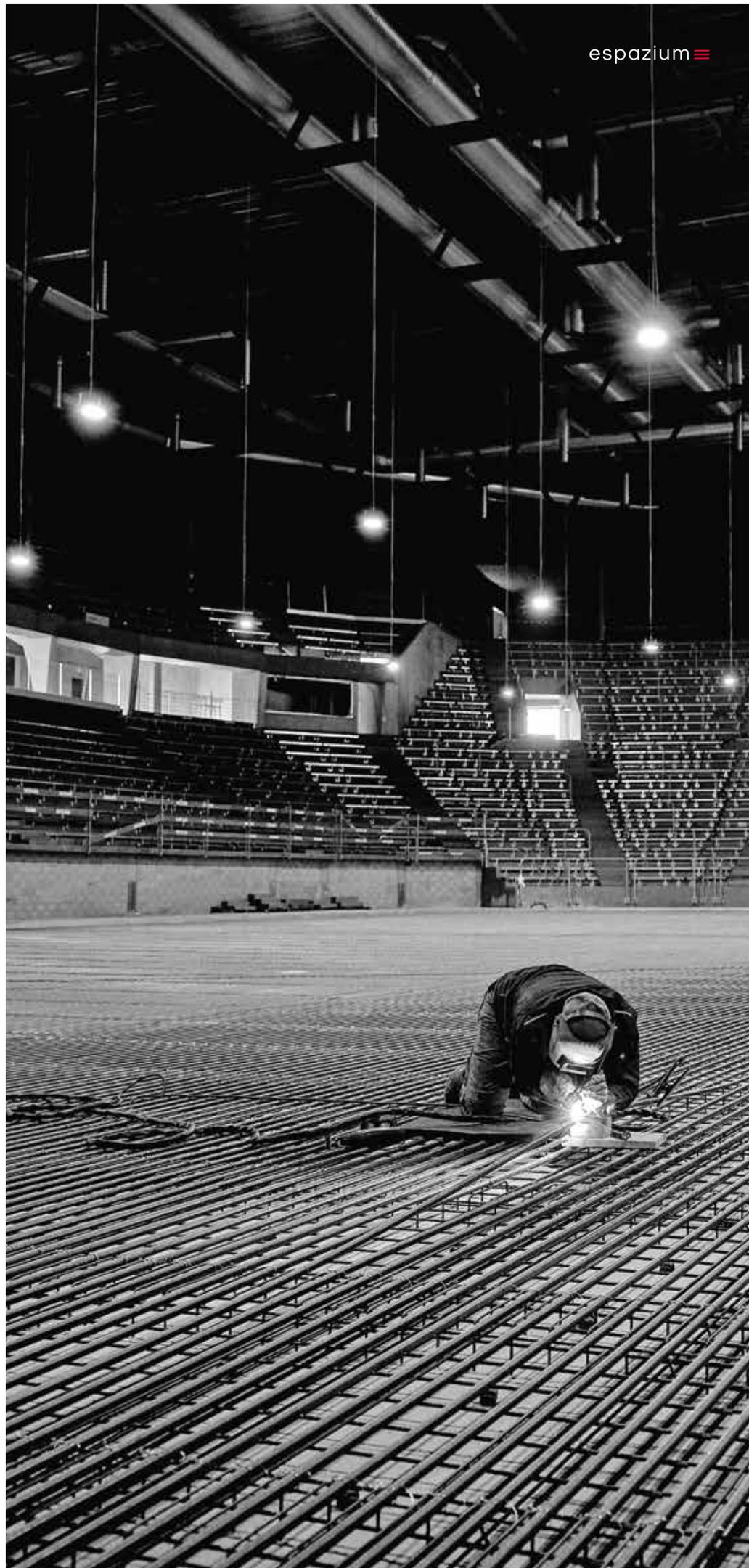
PROGETTI PROJEKTE

- Baumschlager Eberle Architekten
- Buzzi studio d'architettura
- Pont 12 Architectes

sia

Nuova LAPub e regolamenti SIA a braccetto

OTIA



Adattare l'edilizia al clima futuro

Angelo Bernasconi, Fabrizio Noembrini, Luca Pampuri, Luca Panziera, Marta Poretti*

Quali saranno gli effetti del cambiamento climatico sul comfort all'interno degli edifici? Come è possibile attenuarne gli effetti? Le normative attuali considerano in maniera sufficiente tali avvenimenti o è necessario un cambio di paradigma? Sono queste alcune delle domande alle quali vuole rispondere un progetto di ricerca attualmente in corso sul territorio del Canton Ticino.

Un cambiamento già in atto

Quando si parla di cambiamento climatico si ha spesso l'impressione di affrontare un tema che ci toccherà soltanto in un futuro lontano o che riguarda solo altre parti del globo. Il cambiamento, tuttavia, è già in corso e nelle Alpi si sta manifestando in modo più marcato che a livello globale. I dati parlano chiaro: mentre la temperatura media del nostro pianeta è aumentata di circa 0.9 °C dalla fine dell'Ottocento a oggi, in territorio elvetico l'incremento è stato attorno ai 2 °C. Quale conseguenza di questo riscaldamento in Svizzera oggi i periodi di canicola sono diventati più frequenti e più caldi, i periodi freddi sono molto meno presenti in tutte le stagioni, il volume dei ghiacciai alpini si è ridotto complessivamente di circa il 60%, le precipitazioni sono diventate più intense e più frequenti e il periodo vegetativo negli ultimi 60 anni si è allungato di un mese. Un cambiamento già in atto che quindi non può essere negato né tantomeno venir trascurato, dato che i suoi effetti si stanno facendo sempre più concreti anche nella nostra regione con conseguenze importanti in moltissimi settori della nostra società. Sono molti i fattori naturali che influenzano il clima. Tra i principali troviamo i cambiamenti dell'attività solare e dell'orbita terrestre, così come le variazioni della composizione chimica dell'atmosfera. Il mutamento climatico riconducibile ai fattori naturali, tuttavia, si manifesta su periodi temporali dell'ordine delle centinaia e migliaia di anni. Le variazioni climatiche degli ultimi decenni, invece, sono state molto rapide e la variabilità climatica naturale non basta a giustificare i cambiamenti osservati. Lo dicono le simulazioni dei modelli climatici sviluppati dai numerosi istituti di ricerca nel mondo che si occupano di climatologia, quindi lo dice la scienza: non tenendo conto delle emissioni di gas a effetto serra provocate dall'uomo, non si riesce a riprodurre e a spiegare l'innalzamento delle temperature misurato su scala globale e continentale a partire dalla metà del XX secolo a oggi. Come afferma il quinto rapporto dell'IPCC,¹ il Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite, l'influenza umana sul sistema climatico è chiara e continuando a emettere gas a effetto serra il clima del futuro diventerà sempre più caldo. Si tratta di un nesso causale forte che mette in crisi il nostro sistema produttivo ed economico basato essenzialmente sui combustibili fossili, i principali responsabili delle emissioni di gas ad effetto serra.

La risposta del mondo politico

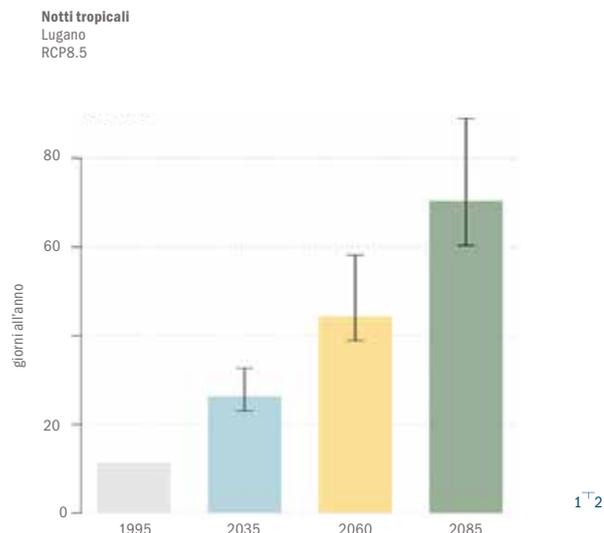
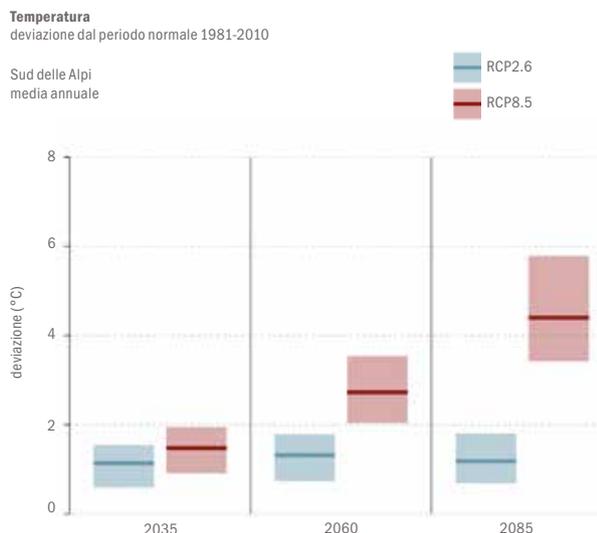
Viste le inconfutabili prove raccolte dalla comunità scientifica nel corso degli ultimi decenni, il mondo politico ha dovuto e dovrà in futuro prendere importanti e concreti provvedimenti per mitigare i cambiamenti in atto.

Il Governo svizzero ha sottoscritto a fine 2015, e poi ratificato nel 2017, l'accordo di Parigi sul clima.² Questo strumento giuridicamente vincolante vuole limitare l'aumento massimo della temperatura a 1,5 °C. Con la ratifica dell'accordo la Confederazione ha adottato un obiettivo di riduzione del 50% delle emissioni rispetto al 1990 entro il 2030 e un obiettivo complessivo di riduzione indicativo dal 70 all'85% entro il 2050. A seguito della revisione degli scenari da parte dell'IPCC nel 2018, il Governo Svizzero ha deciso di inasprire l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra: entro il 2050³ dovrà essere raggiunta la neutralità carbonica. Ciò vuol dire che in Svizzera non sarà possibile rilasciare nell'atmosfera più gas a effetto serra di quanto siano in grado di assorbire i pozzi di CO₂ naturali (ad esempio le foreste) e artificiali (ad esempio sfruttando la tecnologia di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica, CCS). Da notare che il nuovo obiettivo dovrebbe essere fissato nelle prossime revisioni della legge sul CO₂ e non è incluso nell'attuale revisione totale della legge.⁴ Il Consiglio federale prevede di poter ridurre fino al 95% le emissioni di CO₂ provenienti dal traffico, dagli edifici e dall'industria grazie alle nuove tecnologie e all'utilizzo di energie rinnovabili.

Il Consiglio federale ha inoltre adottato una strategia di adattamento ai cambiamenti climatici, suddivisa in due parti, il cui obiettivo è quello di attenua-

* Dr. A. Bernasconi, IFEC ingegneria SA
Dr. F. Noembrini, Associazione TicinoEnergia
Ing. L. Pampuri, Associazione TicinoEnergia
Dr. L. Panziera, Meteosvizzera
Ing. M. Poretti, IFEC ingegneria SA

1 Temperature minime medie del mese di luglio: a sud delle Alpi alle basse quote lo scenario più estremo prevede un incremento più elevato. Fonte scenari climatici CH2018
2 Previsione del numero di notti tropicali nello scenario RCP8.5. Fonte scenari climatici CH2018



re i rischi esistenti e ridurre al minimo i rischi futuri dovuti ai cambiamenti climatici. Risulta infatti essenziale che la strategia perseguita permetta di cogliere le opportunità, riducendo al minimo i rischi e potenziando le capacità di adattamento dei sistemi naturali e socio-economici.⁵ All'interno della prima parte sono stati formulati gli obiettivi e i principi di adattamento a livello federale così come sono stati identificati i campi d'intervento in nove settori quali ad esempio l'incremento dello stress da caldo in agglomerazioni e città, l'aumento della siccità estiva o il rischio più elevato di piene.

A complemento di tali analisi e in modo specifico per il territorio del Canton Ticino è stato svolto un importante studio, pubblicato nel 2016,⁶ volto a evidenziare i rischi e le opportunità dei cambiamenti climatici a sud delle Alpi su diversi settori socio-economici e ambientali. Le analisi hanno evidenziato come, tra i rischi principali, figurino l'impatto delle ondate di calore sulla salute della popolazione e l'aumento del fabbisogno di energia per il raffrescamento degli edifici.

A livello federale è in seguito stato elaborato un piano d'azione⁷ volto a definire concretamente le misure atte a soddisfare gli obiettivi di adattamento precedentemente adottati. Ciò si è concretizzato, ad esempio, nell'ambito della tematica legata allo stress da caldo in agglomerazioni e città, con l'identificazione di misure legate all'informazione in caso di ondate di caldo, alla riduzione delle isole di calore in città e al contenimento dell'aumento di energia di raffrescamento.

Gli scenari climatici del futuro

Gli scenari climatici CH2018, sviluppati da MeteoSvizzera e dal Politecnico Federale di Zurigo e presentati nel 2018, quantificano i cambiamenti climatici attesi fino alla fine del secolo in Svizzera. Poiché l'entità delle future emissioni di origine antropica dipenderà fortemente dalle decisioni politiche internazionali e dal progresso tecnologico, quale base di riferimento per calcolare il possibile sviluppo del clima sono stati utilizzati svariati scenari di emissione di gas a effetto serra, in modo da considerare le incertezze sulle emissioni future. Lo scenario RCP2.6 parte dal presupposto che la comunità internazionale si accordi rapidamente sulla riduzione drastica dei gas a effetto serra e metta in atto interventi di protezione del clima, mentre lo scenario RCP8.5 presuppone che l'aumento delle emissioni continui incondizionatamente anche in futuro. Fra questi due scenari estremi ve ne sono altri che prendono in considerazione una parziale diminuzione delle emissioni. I modelli climatici inizializzati con i diversi scenari di emissione

consentono quindi di quantificare le conseguenze climatiche in base alle scelte politiche e allo sviluppo tecnologico del futuro.

Se nel prossimo futuro le emissioni di gas a effetto serra dovessero continuare ad aumentare incondizionatamente (scenario RCP8.5), a sud delle Alpi la temperatura media annuale continuerà ad aumentare e verso la fine del secolo essa sarà fino a oltre 4 °C superiore rispetto alla media del trentennio di riferimento 1981-2010. Nel caso venissero messi in atto efficaci interventi di protezione del clima (scenario RCP2.6), invece, dopo la metà del secolo la temperatura media potrebbe stabilizzarsi attorno a un'anomalia positiva di circa 1.5 °C (fig. 1). Questi valori numerici sono soggetti a incertezze che dipendono dai modelli climatici utilizzati e dai metodi usati negli stessi per rappresentare i processi fisici coinvolti, tuttavia essi non alterano il carattere dei cambiamenti attesi. L'estate sarà in ogni caso la stagione che presenterà il riscaldamento più marcato, che, nel caso di emissioni incontrastate, potrebbe addirittura superare i 6 °C. Nel corso di questo secolo a sud delle Alpi le ondate di caldo diventeranno più intense e più durature e, a causa della particolare conformazione geografica della Pianura Padana, che favorisce il ristagno di umidità e l'assenza di ventilazione, le condizioni canicolari dovute ad alte temperature ed elevati tassi di umidità diventeranno sempre più frequenti. Per capire quali possano essere le conseguenze causate dall'aumento della temperatura annuale media, sono stati sviluppati i cosiddetti indicatori climatici. Tra questi ritroviamo ad esempio le notti tropicali, ossia quelle notti durante le quali la temperatura minima non scende al di sotto dei 20 °C, e i giorni tropicali, durante i quali la temperatura massima supera i 30 °C. La figura 2 mostra la variazione del numero di notti tropicali secondo lo scenario di emissioni RCP8.5 per Lugano, dove negli ultimi 30 anni si sono verificate mediamente 15 notti tropicali ogni estate: attorno alla metà del secolo il loro numero sarà compreso tra 40 e 60, verso la fine del secolo addirittura tra 60 e 90. Anche in futuro le variazioni di questo parametro dipenderanno in modo marcato dalla quota, così ad esempio a Piotta a quasi 1000 metri, dove attualmente non si verificano notti tropicali, attorno alla metà del secolo si registreranno fino a 5 notti tropicali all'anno e verso la fine del secolo fino a 17. In futuro anche il numero di giorni tropicali tenderà ad aumentare. Attorno alla metà del secolo a Lugano questi potrebbero verificarsi tra 25 e 45 volte all'anno, a fronte di una frequenza dell'ultimo trentennio di 10 giorni all'anno. A Piotta, dove tra il 1990 e

il 2019 sono stati registrati in media 2 giorni tropicali all'anno, a metà secolo il loro numero sarà invece compreso tra 10 e 30.

Sulla base di queste simulazioni si può quindi affermare che, anche tenendo in considerazione gli scenari più ottimistici e attuando le politiche climatiche più drastiche, un cambiamento climatico è ormai inevitabile. Per questa ragione occorre sin da subito adottare strategie di adattamento ai cambiamenti climatici che implicino soluzioni sociali, comportamentali e tecnologiche.

Quali conseguenze all'interno degli edifici?

Tali considerazioni sono valide anche per il settore degli edifici, che causa in Svizzera più di un terzo delle emissioni di gas a effetto serra.⁸ In questo settore la riduzione dei consumi energetici e l'utilizzo di energie rinnovabili rivestono un ruolo fondamentale. Inoltre, al fine di contenere il surriscaldamento urbano dovuto alla presenza di isole di calore risulterà essenziale sviluppare degli approcci progettuali (presenza di spazi liberi e valorizzazione di infrastrutture verdi, evitando l'impermeabilizzazione del suolo, orientamento ottimale degli assi di comunicazione, creazione di zone d'ombra e di verde ecc.) e urbanistici consapevoli e attenti a questo particolare microclima. Numerosi studi a livello internazionale, cantonale o comunale sono attualmente in fase di sviluppo per meglio rispondere a questa importante necessità.⁹

Come evidenziato da un recente studio condotto dalla Scuola Universitaria Professionale di Lucerna¹⁰ il cambiamento climatico avrà un impatto considerevole sul comfort e sul fabbisogno energetico degli edifici. Mentre si prevede di riuscire a ridurre il fabbisogno necessario al riscaldamento degli edifici del 20-30%, la necessità di raffreddare gli edifici aumenterà infatti fino a raggiungere la metà del fabbisogno energetico totale.

L'influenza di singoli parametri gestionali (raffreddamento notturno, protezione solare, comportamento dell'utente) e progettuali (valori U, proporzione superfici vetrate, orientamento, inerzia termica dell'edificio) sul benessere igrotermico risulta essere molto variabile. Se la proporzione delle superfici vetrate e l'inerzia termica sono stati identificati come parametri decisivi per quanto riguarda il comfort e la necessità di raffreddamento, ciò non è stato il caso per parametri quali l'orientamento dell'edificio e i valori U degli elementi costruttivi che sono risultati essere meno rilevanti.

Nonostante il raffreddamento attivo degli edifici risulterà in molti casi essere imprescindibile, esso non è tuttavia l'unica soluzione percorribile. Sarà infatti possibile ridurre le situazioni di discomfort presenti all'interno degli edifici applicando al meglio i principi dell'architettura solare e della ventilazione naturale. Lo studio ha infatti evidenziato come, anche in futuro, sarà possibile garantire temperature dell'ambiente interno accettabili grazie a un corretto utilizzo della protezione solare e all'implementazione di un intenso raffreddamento notturno. Sarà importante verificare l'applicabilità di questi risultati per il territorio a sud delle Alpi, che già oggi si deve confrontare con una situazione climatica estiva più estrema rispetto alla Svizzera interna.

È pertanto evidente che in futuro tali aspetti avranno un ruolo centrale nel garantire il comfort interno e dovranno di conseguenza essere affrontati in maniera approfondita già in fase di progettazione.

Linee guida per l'edilizia: il Sud delle Alpi precursore

In virtù dei notevoli cambiamenti che ci attendono e delle relative esigenze che l'ambiente costruito dovrà forzatamente considerare, sarà necessario agire anche a livello

legislativo e normativo aggiornando gli attuali modelli di prescrizione energetici intercantionali,¹¹ favorendo un approccio che tenga in maggiore considerazione le diverse realtà territoriali, con l'obiettivo di affrontare e anticipare correttamente i bisogni futuri dell'ambiente costruito. Solo in questo modo sarà possibile elaborare delle misure mirate a garantire le migliori condizioni di benessere igrotermico interno garantendo al contempo un'ottimizzazione dei consumi energetici sull'arco dell'anno.

A questo scopo l'associazione TicinoEnergia, in collaborazione con numerosi partner istituzionali e privati aventi competenze complementari, promuove il progetto di ricerca «Linee guida per l'edilizia al Sud delle Alpi»¹² nell'ambito della seconda fase del Programma pilota «Adattamento ai cambiamenti climatici»¹³ sostenuto dall'Ufficio federale dell'ambiente e dell'Ufficio federale delle abitazioni, che vuole illustrare, grazie allo sviluppo di progetti esemplari e innovativi, come la Svizzera può adattarsi concretamente ai cambiamenti climatici.

L'obiettivo del progetto, avente una durata di tre anni, è quello di identificare degli approcci progettuali e delle modalità costruttive e di utilizzo sostenibili e durevoli nel tempo che permettano di adeguare l'edificio in funzione del clima della regione (p.es. rivalutare il ruolo preponderante della protezione termica invernale rispetto a quella estiva, la modularità della costruzione, la modalità di utilizzo degli spazi ecc.).

Prendendo spunto dai risultati ottenuti dallo studio della Scuola Universitaria Professionale di Lucerna e approfondendo ulteriormente gli aspetti più critici si vuole comprendere se e come i cambiamenti climatici accentueranno le differenze di comfort interno in edifici aventi tipologie costruttive diverse e localizzati in varie condizioni climatiche. Si vuole inoltre raggruppare e caratterizzare le misure dedicate all'ottimizzazione del comfort interno degli edifici con l'obiettivo di sviluppare delle indicazioni che sostengano un adeguamento normativo.

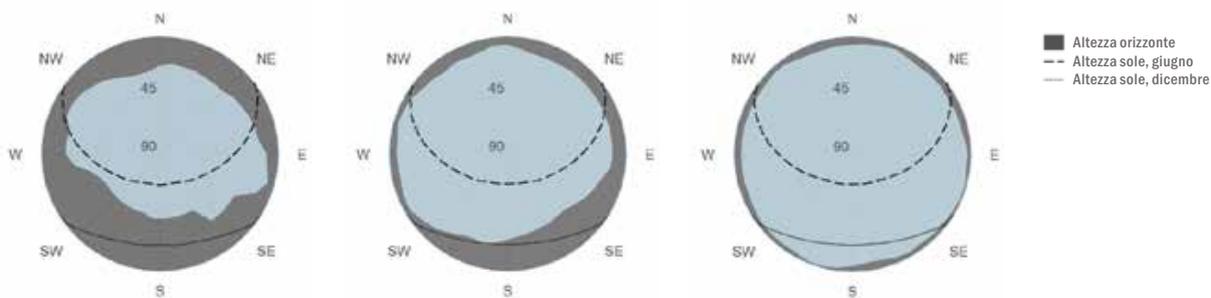
Grazie alla selezione di tre edifici aventi funzionalità, caratteristiche e contesti urbani differenti tra loro sarà inoltre possibile ampliare la casistica sviluppata nello studio precedentemente citato, identificando e analizzando nuove categorie edilizie e nuove caratteristiche architettoniche, ponendo un particolare accento sull'aspetto progettuale dell'edificio.

Partendo da una base regionale, le considerazioni dovranno essere valide per l'intero territorio nazionale.

Per questo motivo sono state selezionate per le analisi tre località rappresentative delle peculiarità del territorio a sud delle Alpi, tenendo anche in considerazione la reale collocazione degli edifici analizzati. In particolare, si tratta di:

- Piotta, località montana, a circa 1000 metri di altitudine s.l.m., ma che presenta comunque nei mesi estivi una significativa esposizione all'irraggiamento solare;
- Magadino, località di pianura, con microclima tipico della relativa piana, a circa 200 metri s.l.m.; si specifica che la stazione meteorologica si trova in prossimità dell'aeroporto, ben esposta in tutte le stagioni all'irraggiamento solare;
- Stabio, località rappresentativa del clima nella parte più meridionale del territorio svizzero, scelta per la caratteristica escursione termica particolarmente elevata tra estate e inverno e tra il dì e la notte nelle mezze stagioni.

Queste località sono strettamente legate agli edifici scelti quale modello per rappresentare il parco immobiliare della nostra regione, sia in termini di carattere architettonico/formale, sia come destinazione d'uso. Tra i vari casi studio messi a disposizione dai partner di progetto, sono stati selezionati gli edifici elencati e descritti di seguito.



3 Confronto tra I diagrammi solari delle località Piotta, Magadino, Stabio.
 Fonte PVGIS, 2020, <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
4 Schemi rappresentativi delle 3 tipologie di edifici presi a modello delle analisi.
 Fonte IFEC ingegneria SA
5 Schema esemplificativo delle varianti in fase di analisi. Fonte IFEC ingegneria SA

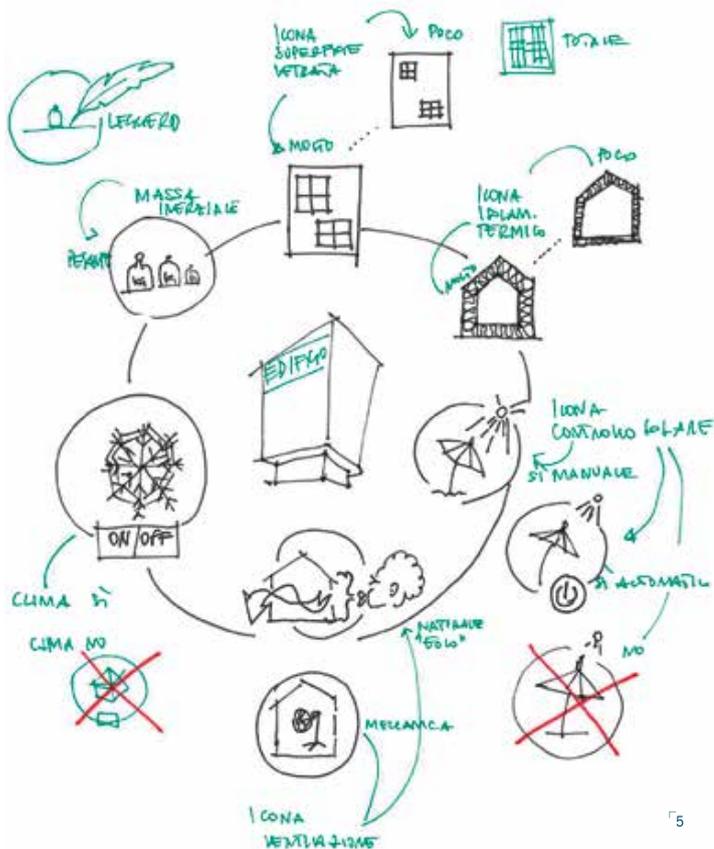
3

- Le scuole elementari e medie di Faido: costruzione di inizio anni Ottanta, con struttura esterna in beton, isolamento intermedio minimo con ponti termici in corrispondenza delle strutture portanti non isolate e grandi superfici vetrate delle aule, allineate lungo la facciata sud; facciate molto lineari, senza particolari oggetti / protezioni solari fisse.
- La residenza per anziani San Carlo di Locarno: costruzione degli anni Settanta, con doppie pareti e isolamento minimo in intercapedine, superfici vetrate di dimensioni contenute rispetto alle facciate (ca 20%) ed elevata protezione solare dovuta alla geometria dell'edificio, con oggetti dovuti ai balconi e al profilo «a scacchiera» delle facciate; tale edificio rappresenta gran parte degli edifici abitativi plurifamiliari costruiti dagli anni Sessanta agli Ottanta nella regione;
- Un edificio amministrativo situato nel centro di Locarno, risanato secondo lo standard MINERGIE-P nel 2019, con isolamento esterno a cappotto, serramenti e relative protezioni solari aggiornati secondo lo stato della tecnica e con una percentuale vetrata media, soprattutto per i due orientamenti principali (nord e sud).
 Scopo delle simulazioni dinamiche in corso è quello di verificare il comportamento degli edifici «modello» in termini di condizioni di comfort interno per gli utenti e di fabbisogno energetico sia di riscaldamento che di raffreddamento durante tutto l'arco dell'anno nelle seguenti condizioni:
 - al variare delle sollecitazioni climatiche, ovvero dal clima odierno al clima futuro, secondo gli scenari climatici CH2018 elaborati a livello federale, con particolare riferimento al periodo «2060» (2045-2074) e al variare

- della località di collocazione dell'edificio (Piotta, Magadino e Stabio);
 - al variare delle strategie di gestione degli edifici, p.es. con ventilazione naturale e/o meccanica, con controllo manuale o automatico delle schermature solari, con presenza o assenza di un impianto di raffrescamento o climatizzazione estiva e la relativa tipologia di produzione energetica;
 - al variare delle caratteristiche progettuali e costruttive, tra cui a titolo di esempio la percentuale vetrata delle facciate, le caratteristiche di isolamento termico e capacità termica degli spazi interni.
- Grazie a questo approccio sarà possibile esaminare centinaia di varianti, rappresentative di una vasta gamma di edifici presenti sul territorio regionale e nazionale.
- Inoltre, si cercherà di individuare gli approcci di progettazione in grado di ottimizzare la risposta degli edifici - esistenti e nuovi - nelle condizioni climatiche che ci attendono nel futuro prossimo e che la regione a sud delle Alpi sta già sperimentando negli ultimi anni: in questo senso il Cantone Ticino svolge un ruolo di precursore in quanto il suo clima odierno si avvicina a quello che sarà nei prossimi decenni il clima a nord delle Alpi.
- Le simulazioni dinamiche in corso vengono svolte con il software TRNsys®, in grado di elaborare e fornire la risposta degli edifici con risoluzione oraria sulla base dei dati climatici registrati negli ultimi vent'anni. Per gli scenari climatici futuri, i dati sono disponibili con un livello di dettaglio più approssimato e in particolare con risoluzione giornaliera. Una delle sfide del progetto consiste proprio nell'ottenere, nonostante tale limitazione, informazioni interessanti e consi-



4



Können sich Gebäude dem Klimawandel anpassen?

Der Klimawandel ist zu einem nicht mehr umkehrbaren Phänomen geworden. Im Alpenraum zeichnen sich die Veränderungen deutlicher ab als an vielen anderen Orten der Erde. In der Schweiz sind die Durchschnittstemperaturen im Vergleich zum Ende des 19. Jahrhunderts bereits um 2,0 °C gestiegen. Um die Effekte des Klimawandels, der bereits in vollem Gang ist, zumindest abzuschwächen, hat die Schweizer Regierung Ende 2015 das Pariser Klimaabkommen unterzeichnet und sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 die CO₂-Emissionen zu halbieren und bis 2050 die Klimaneutralität zu erreichen. Auf regionaler, nationaler sowie internationaler Ebene werden zahlreiche Studien durchgeführt, die Interventionsstrategien mit sozialen, verhaltensorientierten und technologischen Ansätzen entwickeln. Der Wohnkomfort des Immobilienbestands verursacht derzeit mehr als ein Drittel der Treibhausgasemissionen und steht deshalb im Fokus der Studien. Wie wirkt sich der Klimawandel auf den Komfort von Wohnbauten aus? Wie können negative Effekte abgemildert werden? Berücksichtigen die gegenwärtigen Vorschriften diese Veränderungen ausreichend oder ist ein Paradigmenwechsel notwendig? Antworten auf diese und andere Fragen soll das Forschungsprojekt «Leitlinien für das Bauwesen in der Südschweiz» bringen, das von der Vereinigung TicinoEnergia in Zusammenarbeit mit mehreren Partnern gefördert wird. Das Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren (2019–2021) und wird vom Bundesamt für Umwelt BAFU und vom Bundesamt für Wohnungswesen BWO im Rahmen der zweiten Phase des Pilotprogramms «Anpassung an den Klimawandel» getragen. Ziel des Projekts ist es, Entwurfsansätze, Konstruktionsweisen und Nutzungsstrategien für die Baupraxis zuerst auf kantonaler und schliesslich auf nationaler Ebene zu entwickeln, die nachhaltig sind und erlauben, die Gebäude dem Klimawandel anzupassen.

stenti in merito ai parametri che caratterizzano il comfort degli utenti (p.es. temperatura e umidità all'interno degli edifici) su intere giornate/settimane/mesi. Si sta valutando di poter raggiungere questo obiettivo grazie a metodi di analisi dei dati che si avvalgono di reti neurali, la cui intelligenza artificiale verrà istruita mediante i risultati ottenuti su svariate simulazioni svolte per gli anni compresi tra il 1999 e il 2019.

Questo studio permetterà di poter guidare al meglio la risposta e l'adattamento degli edifici al cambiamento climatico, in occasione dei risanamenti che man mano vedranno coinvolti un numero sempre maggiore di edifici che raggiungeranno il termine per una necessaria manutenzione straordinaria o un rinnovo. Allo stesso tempo sarà possibile fornire delle linee guida coerenti per la progettazione di nuovi edifici, affinché il cambiamento climatico non rappresenti solo un fenomeno da subire, ma possa trasformarsi in opportunità per migliorare il comfort delle persone, ridurre il fabbisogno energetico e fare spazio a un uso più consistente di fonti energetiche rinnovabili, in linea con la politica energetica federale e cantonale.

 Approfondimenti in lingua tedesca [espazium.ch/archi4-20_clima](https://www.espazium.ch/archi4-20_clima)

Note

1. www.ipcc.ch
2. https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/clima-affari-internazionali/_accordo-di-parigi-sul-clima.html
3. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/obiettivo-climatico2050.html>
4. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/diritto/totalrevision-co2-gesetz.html>
5. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/publicazioni-studi/publicazioni/adattamento-cambiamenti-climatici-svizzera-2012.html>
6. Analisi dei rischi e delle opportunità legati ai cambiamenti climatici in Svizzera: Caso di studio del Canton Ticino, 2016.
7. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/publicazioni-studi/publicazioni/adattamento-cambiamenti-climatici-svizzera-2014.html>
8. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/politica-climatica/edifici.html>
9. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/it/home/provvedimenti/programma-pilota-adattamento-ai-cambiamenti-climatici/projektfase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel-cluster-umgang-a.13-isole-di-calore-nella-citta-di-friburgo.html>
10. <https://www.aramis.admin.ch/Default.aspx?DocumentID=46167&Load=true>
11. <https://www3.ti.ch/CAN/RLeggi/public/raccolta-leggi/legge/numero/9.1.7.1.6>
12. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/it/home/massnahmen/pak/projektfase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel-cluster-umgang-a-14-leitlinien-fuer-das-bauwesen-in-der-suedschweiz.html>
13. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/adattamento-ai-cambiamenti-climatici/programma-pilota-adattamento-ai-cambiamenti-climatici.html>