

Stabilizing O3-type layered oxide cathodes through Zn doping for high-energy sodium-ion batteries

*Original*

Stabilizing O3-type layered oxide cathodes through Zn doping for high-energy sodium-ion batteries / Sperati, V., Darjazi, H., Balducci, L., Langella, A., Massaro, A., Munoz-Garcia, A.B., Pavone, M., Proietti, R.Z., Gerbaldi, C., Elia, G.A.. - In: JOURNAL OF POWER SOURCES. - ISSN 0378-7753. - 687:(2026), pp. 1-10. [10.1016/j.jpowsour.2026.240482]

*Availability:*

This version is available at: 11583/3011827 since: 2026-06-09T14:57:11Z

*Publisher:*

Elsevier

*Published*

DOI:10.1016/j.jpowsour.2026.240482

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

## CONTENT

CESARE SPOSITO, FRANCESCA SCALISI (EDITORIAL)	<i>Affrontare la Complessità – Conoscenza, progetto e gestione dell'ambiente costruito</i> Dealing with Complexity – Knowledge, design, and management of the built environment	2
MANUEL GAUSA	<i>Complessità, n-città e sistemi dinamici multilivello – Verso una (geo)urbanità in rete e in reti</i> Complexity, n-city, and multilevel Dynamic systems – Towards a networked (geo)urbanity and networks	16
FEDERICO M. BUTERA	<i>La Città Ideale</i> The Ideal City	30
CONSUELO NAVA, ALESSANDRO MELIS	<i>IA generativa e complessità – Verso un nuovo paradigma nel design digitale rigenerativo</i> Generative IA and complexity – Towards a new paradigm in regenerative digital design	40
ANDREA GIACHETTA, LINDA BUONDONNO	<i>La formazione dell'Architetto in realtà complesse – Un nuovo approccio sul piano cognitivo</i> Architect training in multifaceted environments – A new cognitive level approach	50
MARCELLO CORRADI, TIMO STEVENS, INA MACAIONE ALESSANDRO RAFFA, BIANCA ANDALORO	<i>Rigenerazione climatica green degli streetscapes – L'esperienza di De Urbanisten ad Anversa</i> Green climate-adaptive streetscapes regeneration – The De Urbanisten Experience in Antwerp	60
TOMMASO BERRETTA, FEDERICO DESIDERI MATTEO STALTARI	<i>Il progetto dello spazio pubblico, tra complessità e crisi ecologica – Da sfida a opportunità per la rigenerazione urbana</i> Public space project, between complexity and ecological crisis – From challenge to opportunity for urban regeneration	74
NICOLA V. CANESSA, CHIARA CENTANARO	<i>Co(mplex)city – Utente come sensore urbano e mobilità accessibile nel progetto Mobiquity</i> Co(mplex)city – User as urban sensor and accessible mobility in the Mobiquity project	88
MARIA ROSARIO CHAZA CHIMENO ROSARIA REVELLINI, CRISTIANA CELLUCCI	<i>Invecchiamento della popolazione e spazi urbani – Nuove sfide digitali per il benessere degli anziani</i> Ageing population and urban spaces – New digital challenges for elderly well-being	98
JONATHAN OCHSHORN	<i>Analisi della complessità e delle contraddizioni in Architettura</i> Critiquing complexity and contradiction in Architecture	108
CRISTIAN DALLERE, MATTEO TEMPESTINI	<i>Il Centro di Formazione a Salez – Progettare la sostenibilità con interazioni semplici tra utenti e architettura</i> An Educational Centre in Salez – Designing sustainability through simple interactions between users and architecture	118
ALESSANDRA BIASI, VERONICA RIAVIS ISABELLA ZAMBONI, ALBERTO CERVESATO	<i>Patrimonio architettonico urbano e cambiamento climatico – Un'occasione per affrontarne la complessità</i> Urban architectural heritage and climate change – An opportunity to address its complexity	130
ROBERTA FONTI	<i>Patrimonio per un futuro sostenibile – Il principio teorico della reversibilità e i suoi riflessi in architettura</i> Heritage for a sustainable future – The theoretical principle of reversibility and its reflections on architecture	144
MARCUS CARTER, FEDERICO IANIRI CARMELA MARIANO	<i>Tattiche di resilienza per ambiti urbani costieri – La Marina di Latina e il Porto di New York</i> Resilience tactics for coastal urban areas – The Marina di Latina and the New York Harbour	156
GIUSEPPE LOSCO, CHIARA PASQUALINI MOHAMMADJAVAD KHODAPARAST	<i>Rivitalizzare le comunità rurali – Autosufficienza energetica e valorizzazione delle risorse boschive locali</i> Revitalising rural communities – Energy self-sufficiency and valorisation of local forest resources	174
MATTEO GIOVANARDI, CLAUDIO CASTELLAN, MARCELLO LA ROSA ALEKSANDAR PAVLOVIC, ALESSANDRO PRACUCCI	<i>Progettare BIPV – Strategie per gestire la complessità del fotovoltaico integrato in facciata</i> Designing BIPV – Strategies for managing complexity in the integration of photovoltaics in facades	186
AILEEN IVERSON-RADTKE, OTTO PAANS	<i>Computazione incorporata e spazio-materialità – Esplorare la complessità con la cyber-modellazione</i> Embodied computation and spatiomateriality – Exploring complexity through cybermodelling	194
ANNA OSELLO, MICHELE ZUCCO EMMANUELE IACONO, MATTEO DEL GIUDICE	<i>Logiche nascoste della complessità – Interfacce grafiche e algoritmi per il sistema edificio</i> Hidden logic of complexity – Graphical interfaces and algorithms for the building system	202
ANNA OSELLO, FRANCESCA MARIA UGLIOTTI NICOLA RIMELLA, FRANCESCO LODDO	<i>Modelli digitali e linguaggio naturale – Nuove prospettive per interpretare la complessità</i> Digital models and natural language – New perspectives for interpreting complexity	212
TERESA VILLANI, GIANMAURO ROMAGNA ANGELO ODDI	<i>Ottimizzare la fruibilità nei musei – Gestione integrata di dati sui modi d'uso dello spazio e dei contenuti culturali</i> Optimising usability in museums – Integrated management of data on the use of space and cultural content	220
CLAUDIA PORFIRIONE, XAVIER FERRARI TUMAY ISABEL LEGGIERO	<i>Conoscenza, innovazione e cambiamento – Il potere dell'errore nel design e nei sistemi complessi</i> Knowledge, innovation, and change – The power of error in design and complex systems	232
NICCOLÒ CASIDDU, FRANCESCO BURLANDO BOYU CHEN	<i>Human-de-centred Design – Verso una (nuova) era della sofferenza</i> Human-de-centred Design – Towards a (new) era of suffering	242
CARLA LANGELLA, DARIO RUSSO FRANCESCA SCALISI	<i>Design e Gastrofisica – Innovazione e sostenibilità dei sistemi alimentari multisensoriali</i> Design and Gastrophysics – Innovation and sustainability of multisensory food systems	250
ANTONELLA ROSMINO	<i>Corpi, menti e design – Un approccio integrato per l'innovazione museale</i> Bodies, minds, and design – An integrated approach to museum innovation	278
FEDERICA DAL FALCO, OMAHYMAH AL AZHARI	<i>Complessità e significati del mashrabiya nelle arti islamiche tra tradizione e innovazione digitale</i> Complexity and meanings of the mashrabiya in the Islamic arts between tradition and digital innovation	290
STEFANO MAFFEI, PATRIZIA BOLZAN MASSIMO BIANCHINI, FRANCESCA ZECCARA ET ALII	<i>Svelare la complessità della transizione circolare per il settore del mobile imbottito</i> Unveiling the complexity of circular transition for the upholstered furniture sector	304
EUGENIA MORPURGO	<i>Biomateriali e zone umide – Filieri per l'edilizia e il tessile dalla valorizzazione di ecosistemi locali</i> Biomaterials and wetlands – Supply chains for construction and textiles through the enhancement of local ecosystems	314
LUCA CASAROTTO, MONICA ODDONE	<i>Identità territoriale scalabile – Progettare la comunicazione della complessità</i> Scalable territorial identity – Designing the communication of complexity	324
FLAVIANO CELASCHI, GIORGIO CASONI ELENA FORMIA	<i>La mediazione del Design – L'integrazione tra agenti artificiali autonomi, produzione manifatturiera e servizi</i> The mediation of Design – The integration between autonomous artificial agents, manufacturing production, and services	334
JACOPO MASCITTI, DAVIDE PACIOTTI	<i>Verbal Design Modelling – Complessità, IA e innovazione di prodotto</i> Verbal Design Modelling – Complexity, AI and product innovation	344

ISSN print 2464-9309

ISSN online  
2532-683X



16

AGATHÓN

AFFRONTARE LA COMPLESSITÀ | DEALING WITH COMPLEXITY

International Journal of Architecture Art and Design

16 | 2024

**AFFRONTARE LA COMPLESSITÀ**  
CONOSCENZA, PROGETTO E GESTIONE  
DELL'AMBIENTE COSTRUITO

**DEALING WITH COMPLEXITY**  
KNOWLEDGE, DESIGN, AND MANAGEMENT  
OF THE BUILT ENVIRONMENT



## ARTICLE INFO

Received	10 September 2024
Revised	07 October 2024
Accepted	09 October 2024
Published	30 December 2024

## IL CENTRO DI FORMAZIONE A SALEZ

Progettare la sostenibilità con interazioni semplici tra utenti e architettura

## AN EDUCATIONAL CENTRE IN SALEZ

Designing sustainability through simple interactions between users and architecture

Cristian Dallere, Matteo Tempestini

### ABSTRACT

L'articolo analizza il caso studio del Landwirtschaftliches Zentrum come esempio di edificio in grado di promuovere nuove modalità di interazione tra utenti e architettura attraverso tecnologie semplici e analogiche. L'obiettivo del contributo è comprendere come un approccio low-tech, basato su prefabbricazione, materiali locali e soluzioni prive di automazioni, possa favorire consapevolezza e responsabilità negli utenti. Il contributo, redatto a seguito di visite in loco e interviste agli utenti e al Direttore del Centro Markus Hobi, evidenzia come un approccio al progetto di tipo 'strutturale' permetta l'instaurazione di interazioni consapevoli e positive tra utenti e architettura. L'originalità del contributo risiede proprio nell'indagine del ruolo educativo delle citate interazioni, in grado di aprire una nuova prospettiva sulla sostenibilità architettonica.

The article presents the case study of the Landwirtschaftliches Centre as an example of a building capable of promoting new modes of interaction between users and architecture through simple and analogical technologies. The paper aims to understand how a low-tech approach, based on prefabrication, local materials, and solutions without automation, can stimulate user awareness and responsibility. The study, conducted through site visits and interviews with users and the centre's director, Markus Hobi, underlines how a 'structural' design approach can generate conscious and positive interactions between users and architecture. The paper's originality lies in exploring the educational role of these interactions, which can offer a new perspective on architectural sustainability.

### KEYWORDS

semplicità costruttiva, interazione utente-architettura, sostenibilità, tecnologie passive, architettura pedagogica

construction simplicity, user-architecture interaction, sustainability, passive technologies, pedagogical architecture

**Cristian Dallere** is an Architect and PhD Candidate at the Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino (Italy). He conducts research on timber constructions in the Alpine context, with a focus on the Austrian region of Vorarlberg. He is a Member of the Institute of Mountain Architecture and the Editorial Board of Archalp, International Journal of Alpine Architecture and Landscape. E-mail: cristian.dallere@polito.it

**Matteo Tempestini** is an Architect and PhD at the Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino (Italy). He conducts research on architectural culture in the Alpine context, particularly in Switzerland and Austria. He is a Member of the Institute of Mountain Architecture and the Editorial Board of Archalp, International Journal of Alpine Architecture and Landscape. E-mail: matteo.tempestini@polito.it



La modernità è stata testimone dell'emergere e del progressivo sviluppo di numerose tecnologie, oggi sempre più complesse, in grado di gestire i parametri ambientali interni degli edifici sfruttando diverse forme di energia. Questo avanzamento tecnologico nel controllo ambientale, realizzato attraverso sistemi impiantistici, ha ridotto il ricorso a una gestione 'strutturale' degli spazi architettonici, ovvero basata su una loro specifica definizione morfologica (Banham, 1984). Già nei primi anni del Novecento si assiste a una parziale meccanizzazione della casa e della sfera domestica, durante quella che Sigfried Giedion (1967) definisce la 'prima fase della meccanizzazione', avvenuta grazie alla sempre più massiccia diffusione dell'elettricità e dei combustibili fossili.

Si apre così la strada verso quello spazio ideale definito come 'planetary interior' (Barber, 2020), ovvero un ambiente ermeticamente sigillato e il cui comfort è garantito da aria condizionata e pura. Tale visione è immaginata dagli architetti del Moderno come Le Corbusier che, in alcuni suoi scritti tra le due guerre mondiali, in pieno spirito modernista, proponeva un ambiente adatto a tutte le nazioni e tutti i climi, in grado di funzionare grazie alle recenti scoperte tecnologiche e impiantistiche (Le Corbusier, 1930, 1937). Alla diffusione del 'planetary interior' contribuirà a partire dagli anni Cinquanta il sempre più ampio utilizzo dei sistemi di condizionamento dell'aria, in particolar modo in gran parte del mondo occidentale (Barber, 2020).

Nonostante sia ormai venuta meno la fiducia nel progetto modernista e sia cresciuta una forte consapevolezza della crisi climatica e dell'impatto ambientale delle costruzioni (European Environment Agency, 2022), l'architettura contemporanea continua a basarsi prevalentemente su un approccio di tipo 'rigenerativo' (Banham, 1984), che mira a garantire prestazioni ambientali attraverso l'uso intensivo di energia e di complessi sistemi tecnologici che sono spesso dotati di numerosi sensori e attuatori capaci di trasformare autonomamente gli stimoli ambientali in segnali elettronici e risposte meccaniche.

Parametri come temperatura, umidità, purezza dell'aria e illuminazione, sia naturale che artificiale, sono gestiti automaticamente, senza bisogno alcuno dell'intervento dell'utente. La grande libertà formale offerta da questo approccio progettuale (Calder, 2022) comporta tuttavia l'installazione di sistemi impiantistici complessi e sempre più autonomi rispetto all'edificio, progettati da specialisti terzi e spesso di difficile gestione e comprensione da parte degli utenti, nonché un elevato consumo di energia e risorse non rinnovabili.

Al contrario, un approccio progettuale di tipo 'strutturale' si fonda sulla gestione degli ambienti interni attraverso soluzioni distributive e morfologiche, come la disposizione strategica degli elementi tecnici o l'impiego di materiali con particolari capacità termoigrometriche. È utile specificare come l'adozione di un simile approccio alla progettazione, teorizzato da Reyner Banham (1984), non conduce esclusivamente alla realizzazione di architetture passive, seppure i due termini possano sembrare intercambiabili. Mentre i cinque concetti fondamentali dello standard Passivhaus prevedono l'isolamento completo degli ambienti interni rispetto all'esterno con tecnologie in grado di garantire un involucro ermetico e impermeabile all'aria (Klingenberg, 2018), un'architettura progettata secondo

un approccio 'strutturale' può permettere, e in alcuni casi stimolare, l'apertura degli ambienti e lo scambio verso l'esterno, come nel caso dell'edificio che verrà presentato in questo contributo. Sebbene si caratterizzi per una maggiore complessità nella fase progettuale, allo stesso tempo potenzialmente agevolata dai sempre più sofisticati strumenti digitali (Perriccioli et alii, 2021), questo approccio assicura una maggiore semplicità di utilizzo e manutenzione, favorendo un'interazione diretta tra utenti e architettura.

In questa prospettiva il contributo si propone di esplorare le potenzialità dell'approccio strutturale nell'architettura contemporanea, evidenziandone non solo gli aspetti di sostenibilità, ma anche la capacità di promuovere un'interazione attiva tra gli utenti e lo spazio architettonico. In particolare verrà approfondito come l'uso di soluzioni tecniche semplici e analogiche possa facilitare tale interazione e incoraggiare una gestione partecipativa dell'ambiente, con importanti implicazioni pedagogiche e culturali per gli utenti. La teoria sarà supportata dall'analisi critica di un caso studio: il Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen (Centro di Formazione e Ricerca Agraria del Canton San Gallo) a Salez (Svizzera), realizzato nel 2019 su progetto dell'architetto Andy Senn (Figg. 1, 2).

### Verso un'architettura pedagogica sulle interazioni tra utenti ed edificio

I progressi nel controllo ambientale degli edifici attraverso sistemi impiantistici complessi e l'adozione di tecnologie innovative possono avere un impatto negativo sull'esperienza degli utenti, che corrono il rischio di essere alienati dallo spazio in cui vivono, non riuscendo a comprenderlo e controllarlo. Per questo motivo la ricerca recente si è concentrata sempre più sull'importanza dell'interazione attiva tra gli utenti e gli edifici. In questo contesto emerge il filone di studi sull'Human-Building Interaction (HBI) che esplora le modalità con cui gli utenti possono influire sulla gestione dell'ambiente indoor, promuovendo quindi un'interazione attiva con l'architettura.

Diversi studi riguardanti l'Human-Building Interaction (Krukar et alii, 2016; Alavi et alii, 2019) dimostrano che gli utenti che interagiscono in modo attivo con gli edifici tendono a essere più soddisfatti; in particolare Brambilla et alii (2017) sostengono, tramite una sperimentazione empirica, che vi sia una componente psicologica positiva significativa nel controllo dei parametri ambientali tramite tecnologie analogiche. La maggior parte degli studi sull'Human-Building Interaction si concentra tuttavia prevalentemente su sistemi di natura digitale (Alavi et alii, 2016a, 2016b), spesso trascurando il ruolo potenziale delle tecnologie analogiche nel facilitare tali interazioni.

Partendo da questa lacuna il presente contributo si propone di esplorare un approccio alternativo, incentrato su soluzioni tecniche semplici e analogiche, sviluppando il concetto di architettura come 'oggetto performativo', mutuato dalle teorie di Bruno Latour (2022, p. 55), secondo il quale «[...] l'oggetto di una definizione performativa svanisce quando non viene più 'performato'». In base a questo principio si avanza l'ipotesi che l'architettura possa essere considerata come un oggetto performativo: se gli utenti non svolgono alcun ruolo attivo di controllo e gestione, demandato interamente a sensori, attuatori e complessi sistemi impiantistici, l'ar-

chitettura rimane inaccessibile e invisibile agli utenti; essi restano alienati dall'ambiente che li circonda, senza riuscire a comprenderlo appieno né a sviluppare una consapevolezza e una cultura architettonica e ambientale. Al contrario un'architettura progettata con un approccio 'strutturale' e dotata di sistemi di controllo analogici, come nel caso del Landwirtschaftliches Zentrum, instaura un rapporto performativo con gli utenti, stimolati a interagire con l'edificio per la gestione microclimatica dell'ambiente interno: in tal modo l'architettura si rivela agli utenti, assumendo al contempo un ruolo culturale e pedagogico.

Mentre le analisi e gli studi tradizionali sulla sostenibilità architettonica spesso si concentrano sul rispetto di criteri e valori soglia, questo saggio offre quindi un'interpretazione innovativa, valutando la funzione pedagogica del progetto e la sua capacità di rendere gli utenti più consapevoli e responsabili, contribuendo così a un futuro dell'ambiente costruito più sostenibile. Il rapporto tra utente e architettura viene indagato attraverso il riconoscimento del ruolo attivo di oggetti, materiali e soluzioni tecniche (Yaneva, 2012, 2022) che non solo stimolano l'interazione tra utente e architettura, ma si distinguono anche per la semplicità costruttiva legata all'utilizzo di sistemi prefabbricati, permettendo al progetto di svolgere un duplice ruolo di democratizzazione (Di Virgilio, 2023): da un lato favorisce l'interazione degli utenti con l'edificio, dall'altro semplifica la cantierizzazione e il lavoro dell'impresa costruttrice (Pone, 2022).

Lo studio si basa su diverse visite degli autori al Landwirtschaftliches Zentrum durante l'estate del 2023, oltre che sull'analisi di pubblicazioni (pubblicazioni su riviste di settore, il catalogo del premio Constructive Alps e un volume monografico dedicato al progetto) e di fonti secondarie relative all'edificio, selezionate tramite una ricerca sui principali database online<sup>1</sup>. I sopralluoghi sono stati fondamentali per comprendere e documentare la morfologia, le tecnologie e i materiali utilizzati nel Centro, nonché per osservare i rapporti tra gli utenti e l'architettura. Inoltre sono risultate fondamentali sia le informazioni raccolte attraverso interviste non strutturate<sup>2</sup> con studenti, docenti e il committente e Direttore del Centro, Markus Hobi, sia quelle acquisite dall'impresa di costruzioni Blumer Lehman, che ha fornito dettagli significativi riguardo la costruzione dell'edificio, incluse le foto di cantiere che accompagnano questo saggio.

Le pubblicazioni sul Centro evidenziano il particolare approccio a bassa tecnologia dell'edificio (Simmel, 2022; Kleeblatt, 2020), oltre che le potenzialità didattiche di un'architettura quasi esclusivamente analogica (Sauer, 2019), qualità che hanno permesso al Landwirtschaftliches Zentrum di ottenere il primo posto nel premio internazionale Constructive Alps, dedicato alle costruzioni sostenibili in ambiente alpino (Gantenbein, 2020). L'importanza di questo caso studio risiede nell'approccio performativo adottato, che valorizza l'interazione attiva degli utenti, e nel potenziale superamento dei limiti imposti da soluzioni tecnologiche puramente automatizzate. Il Centro apre quindi la strada a nuove forme di sostenibilità che coinvolgono direttamente gli utenti nella gestione dell'ambiente costruito, contribuendo allo sviluppo di una cultura architettonica e ambientale più consapevole e responsabile, capace di affrontare le sfide della sostenibilità in modo olistico e inclusivo.

**Il Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen** | Il progetto del Centro nasce dalla consapevolezza del committente, il Canton San Gallo, delle potenzialità di un'architettura a 'bassa tecnologia'. Infatti, fin dal 2010, in vista della pubblicazione del bando di concorso per la realizzazione del Landwirtschaftliches Zentrum, il Cantone ha condotto studi sull'efficienza energetica degli edifici storici e contemporanei in relazione al loro grado di digitalizzazione e automazione (Gross, 2020) con l'obiettivo di comprendere se la crescente complessità dei sistemi di controllo ambientale negli edifici più moderni portasse a un effettivo miglioramento delle prestazioni energetiche.

I risultati di questi studi hanno evidenziato che edifici storici privi di tecnologie automatizzate consumano circa la stessa quantità di energia degli edifici più avanzati, con una differenza che si attesta attorno al 5% (Binotto, 2019); inoltre gli edifici meno complessi tecnologicamente richiedono una manutenzione inferiore e costi di gestione più contenuti. Di conseguenza, la concezione di sostenibilità dell'architetto cantonale Werner Binotto lo ha portato ad adottare un approccio low-tech, sostenibile anche dal punto di vista economico, sia nella fase di gestione che in quella di costruzione, dove l'incidenza dei costi impiantistici è risultata pari al solo 10% del costo totale dell'opera (Gantenbein, 2020). L'importanza del controllo analogico dei parametri ambientali rappresenta

quindi uno dei principali requisiti progettuali richiesti dal bando di concorso del Landwirtschaftliches Zentrum, pubblicato nel 2011 (Keller, 2012).

La proposta vincitrice, elaborata dall'architetto svizzero Andy Senn, ha risposto alle richieste del bando attraverso soluzioni particolari nella distribuzione degli spazi e l'adozione di specifici elementi tecnici. L'edificio, che ospita aule, sale riunioni, uffici e un dormitorio per studenti, si configura come una lunga 'manica', con i lati maggiori orientati a Nord e Sud; l'ala Ovest, che ospita il dormitorio su tre piani, è ruotata di 90 gradi rispetto al corpo principale (Figg. 4, 5); l'ala didattica, alta come il dormitorio, si sviluppa su due piani e presenta spazi a doppia altezza come la mensa e l'ingresso.

L'intero complesso è realizzato quasi esclusivamente in legno (Fig. 3), eccezion fatta per il piano seminterrato e i pali di fondazione in calcestruzzo armato, necessari a causa della natura del terreno alluvionale della Valle del Reno; la struttura principale è in abete rosso proveniente da boschi di proprietà cantonale (Merz, 2019), mentre gli elementi esposti alle intemperie sono realizzati in quercia e i rivestimenti interni in abete bianco; la pavimentazione è realizzata con un conglomerato di argilla e caseina che, combinata con un solaio misto in legno e calcestruzzo, fornisce la necessaria inerzia termica alla leggera costruzione lignea (Figg. 6, 7).

Gli elementi strutturali visibili all'interno dell'edificio mettono in risalto una griglia di portali in le-

gno, con un passo di 2,14 metri e luci di 8,5 metri (Fig. 8), che contribuiscono alla caratterizzazione spaziale degli ambienti. La manica del dormitorio, a differenza dell'ala didattica, utilizza un sistema strutturale in pannelli X-LAM, a marcare la differente conformazione degli spazi e le diverse esigenze funzionali. Questo uso di differenti tecnologie costruttive in legno, materiale che viene valorizzato per le sue proprietà fisiche, meccaniche ed ecologiche (Park Associati and Bollinger + Grohmann, 2021), dimostra un approccio consapevole e orientato ai principi dell'economia circolare (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Hillebrandt et alii, 2019). In questo senso il Centro si distingue per un'attenta progettazione sia delle connessioni, che consentono un facile smontaggio e rimontaggio dell'intero edificio al termine del primo ciclo di vita (Fig. 9), sia di peculiari componenti impiantistici modulari che garantiscono notevoli economie in fase di gestione del manufatto (Sposito and Scalisi, 2020).

L'approccio sostenibile e consapevole che caratterizza l'uso del legno si riflette anche nelle scelte progettuali per il controllo climatico. I prospetti Nord e Sud presentano ampi ballatoi (Fig. 10), che oltre a caratterizzare fortemente la morfologia dell'edificio, fungono sia da sistema distributivo esterno sia da elemento di schermatura passiva: durante i mesi estivi i ballatoi, insieme alle persiane scorrevoli in legno, offrono una protezione efficace contro la radiazione solare diretta, riducendo il surriscal-



Fig. 1 | The Landwirtschaftliches Centre St. Gallen, viewed from the south, showing the building's integration into the surrounding landscape (credit: the Authors, 2023).

damento degli ambienti interni; al contempo questi spazi lineari servono da aree comuni all'aperto, dove studenti e docenti possono socializzare durante le pause (Fig. 11).

Il controllo climatico all'interno degli spazi dell'ala didattica è affidato direttamente agli utenti. L'edificio infatti non dispone di sistemi automatizzati per il ricambio d'aria: le grandi porte finestre che si aprono sui ballatoi vengono utilizzate per favorire il ricircolo dell'aria durante la bella stagione, creando un legame diretto tra interno ed esterno: questo tipo di ventilazione naturale non solo favorisce la regolazione climatica degli spazi, ma anche la socializzazione e la fruizione degli ambienti esterni da parte degli utenti.

Un'altra soluzione utile per il controllo climatico è la finestra a nastro che corre lungo tutta la facciata scostandosi leggermente verso l'esterno rispetto al tamponamento perimetrale. Questo scostamento crea una fessura che può essere aperta manualmente tramite sportelli, garantendo così una ventilazione continua anche nei periodi invernali, quando l'apertura completa delle porte finestre risulterebbe impraticabile a causa del rigido clima alpino (Fig. 12). Il sistema di ventilazione incrociata è completato da una seconda fila di finestre a nastro, azionabili meccanicamente attraverso un sistema di manovelle e tiranti in acciaio. Queste finestre si affacciano su un tunnel di ventilazione che attraversa l'intera lunghezza dell'edificio e sfocia sopra la copertura a tetto verde estensivo, permettendo lo smaltimento dell'aria viziata e il raffrescamento passivo (Fig. 13). Il tunnel di ventilazione, che rappresenta la spina dorsale dell'edificio, divide il complesso in due maniche ed è collegato a tutti gli ambienti interni, compreso il piano inferiore, dove il ricambio d'aria è ulteriormente potenziato dall'effetto camino.

Impiegando queste soluzioni tecnologiche le interazioni tra edificio e utenti variano in base alle stagioni, riflettendo l'adattabilità del sistema analogico. Durante le calde giornate estive i ballatoi, insieme allo sporto del tetto, funzionano come schermature fisse, mentre le persiane in legno possono essere chiuse per un ulteriore controllo della radiazione solare. A ogni cambio d'ora gli studenti e i docenti aprono le grandi porte finestre e utilizzano il sistema a manovella per attivare la ventilazione incrociata attraverso le finestre a nastro (Fig. 14); in questo modo, oltre che migliorare il comfort interno, si favorisce la socializzazione negli spazi esterni condivisi; in inverno invece, quando le temperature rigide impediscono l'uso delle porte finestre, i piccoli sportelli posti in alto, combinati con le finestre a nastro verso il tunnel di ventilazione, permettono una micro-ventilazione incrociata, assicurando comunque un ricambio d'aria efficace (Fig. 15).

Questo sistema, pur basandosi su soluzioni tecniche analogiche e semplici, dimostra come una progettazione climatica di tipo 'strutturale' possa risultare altamente efficiente quando pensata in sinergia con l'architettura sin dalle prime fasi progettuali. Sebbene un sistema di controllo di tipo analogico possa sembrare meno appetibile e confortevole rispetto a un sistema automatizzato, le esperienze degli utenti testimoniano una soddisfazione generale, dovuta alla sensazione di maggiore controllo e consapevolezza sui parametri ambientali. Una tale dimensione esperienziale rafforza i risultati degli studi sull'Human-Building Interaction menzionati in precedenza, dimostrando che il coinvolgimen-



**Fig. 2** | The Landwirtschaftliches Centre St. Gallen viewed from the inner courtyard. The image depicts the connection between the two-storey teaching wing and the three-storey dormitory wing (credit: the Authors, 2023).

to diretto degli utenti nella gestione del clima interno può migliorare significativamente la qualità dell'esperienza abitativa.

#### **Altri casi di studio di architettura low-tech per un diverso controllo del comfort ambientale**

Il comfort ambientale diviene quindi un obiettivo ricercato dall'utente, perseguito grazie alla peculiare modellazione della forma dell'architettura (Nicol and Roaf, 2017). Nel momento in cui il comfort non è più un requisito fornito dagli impianti e dai sistemi di servizio dell'edificio (Nicol, 2011), si rovescia il rapporto di tipo industriale che ha caratterizzato gran parte della produzione architettonica contemporanea fin dalle prime fasi della meccanizzazione: l'utente non è più mero consumatore di un servizio, ma diviene di nuovo padrone dello strumento (Ilich, 2013), ovvero dell'architettura.

Nella contemporaneità un numero sempre maggiore di progettisti persegue questo obiettivo: alcuni casi di studio, con caratteristiche paragonabili a quelle del Landwirtschaftliches Zentrum, sono stati intercettati all'interno del lavoro di ricerca degli autori, con riferimento alla produzione architettonica contemporanea in area alpina e con sistema costruttivo ligneo. In particolare si riferirà di due progetti, entrambi realizzati in Germania.

Il primo è la Haus der Berge, sede del Club Alpino tedesco a Monaco di Baviera, progettata dallo studio Element A Architekten e completata nel 2021: si tratta della riqualificazione di un edificio costruito con struttura in calcestruzzo armato negli anni Settanta del Novecento, i cui lavori di ristrutturazione hanno previsto il mantenimento dello scheletro strutturale in calcestruzzo armato, alto quattro piani, a cui sono stati aggiunti due piani realizzati con struttura in legno massiccio; come nel Landwirtschaftliches Zentrum i lati lunghi dell'edificio sono caratterizzati da balconate lignee in grado di controllare la radiazione solare nelle stagioni più calde.

Nella Haus der Berge il controllo dell'aria interna è realizzato con una particolare soluzione che prevede l'assenza di un impianto di ventilazione meccanica controllata e nel quale la ventilazione naturale è garantita da un sistema di condotti inseriti in una speciale 'cassapanca', posta lungo il perimetro degli ambienti interni. L'aria esterna entra dentro la cassapanca tramite feritoie ricavate lungo la facciata e si scalda passando attraverso un termoconvettore; l'aria calda sale e si immette nell'ambiente per mezzo di fessure nella parte superiore della cassapanca, mentre l'aria di scarico viene estratta a soffitto ed espulsa in copertura.

Si realizza così una soluzione low-tech che permette un ricambio d'aria continuo all'interno dell'edificio senza bisogno di impianti di ventilazione meccanica controllata e senza bisogno di aprire le finestre, soprattutto nelle stagioni più fredde (Zettel, 2024). L'intervento dell'utente è limitato in questo caso alla decisione di accendere o meno il convettore, regolando la temperatura dell'aria immessa nell'ambiente. Al contrario che nel Landwirtschaftliches Zentrum, le interazioni tra utenti e architettura sono ridotte al minimo, fattore che inficia la potenziale funzione pedagogica dell'edificio.

Un altro edificio di interesse è il Grünes Zentrum a Immenstadt in Algovia (Germania), completato nel 2016 su progetto dello studio tedesco f64 Architekten: l'edificio, che ospita uffici e sale formazione per l'Holzcluster, è realizzato esclusivamente con legno locale e si sviluppa intorno a un nucleo centrale di servizio e distribuzione affiancato da un atrio a tutta altezza caratterizzato dalla presenza di un muro monolitico in terra cruda, che assolve la doppia funzione di controllo igrometrico e di massa di accumulo.

L'elemento più interessante del progetto è indubbiamente il sistema di controllo della qualità dell'aria degli ambienti interni: infatti, al contrario del Landwirtschaftliches Zentrum di Salez, il Grünes Zentrum adotta due sistemi differenziati in base al



**Fig. 3** | Construction site photograph of the central distribution corridor, showcasing the doubling of the vertical structure next to the double-height outdoor terrace (credit: Blumer Lehmann | Claude Hausammann, 2017).

livello di privacy degli ambienti. Nei locali a carattere pubblico, come le aule didattiche e le sale riunioni, viene utilizzato un sistema automatizzato di ventilazione meccanica con recupero di calore, mentre nei locali privati come gli uffici il controllo della qualità dell'aria è deputato agli utenti, coadiuvati da sensori che segnalano la necessità di ricambio d'aria e di apertura delle finestre.

La differenziazione dei sistemi di trattamento dell'aria in funzione del livello di privacy degli ambienti adottata nel Grünes Zentrum risulta estremamente rilevante perché in grado di evidenziare una delle criticità riscontrabili nel progetto del Landwirtschaftliches Zentrum di Salez, ovvero il raggiungimento di un livello di comfort ottimale in ambienti abitati da numerose persone, con preferenze e bisogni differenti.

**Conclusioni** | L'esempio del Landwirtschaftliches Zentrum dimostra come un approccio progettuale di tipo 'strutturale', orientato a ridurre al minimo il consumo energetico per il mantenimento dei parametri ambientali interni, possa anche facilitare interazioni dirette e semplici tra utenti e architettura in grado di rendere l'architettura un oggetto performativo e quindi uno strumento educativo che coinvolge attivamente chi lo vive (DeKay and Tornieri, 2023): in questo senso il progetto non solo garantisce un'ottima efficienza energetica, ma diventa anche un'opportunità formativa per gli utenti, rafforzando gli aspetti pedagogici dell'architettura.

Gli studenti e i docenti che frequentano quotidianamente il Centro hanno l'opportunità di sviluppare una consapevolezza concreta dell'influenza delle condizioni climatiche esterne sull'ambiente interno, qualcosa che sarebbe difficilmente percepibile in un edificio completamente automatizzato e autoregolato. L'interazione diretta con l'ambiente

costruito li spinge inoltre a sviluppare un senso critico e una maggiore consapevolezza sia dell'architettura sia del contesto naturale che li circonda. Secondo Marko Sauer (2019) l'approccio progettuale adottato non solo caratterizza l'edificio esteticamente e formalmente, ma instaura un rapporto di responsabilità reciproca tra l'utente e l'edificio: meno tecnologia automatizzata implica una maggiore partecipazione attiva degli utenti e un superamento dell'alienazione spesso associata agli edifici ultratecnologici; la gestione dell'edificio nel Landwirtschaftliches Zentrum diventa quindi una vera e propria misura pedagogica.

Il Centro rappresenta un esempio di architettura sostenibile alternativa, che si discosta dai modelli di architettura rigenerativa ed estremamente energivora, basati solo sulla rispondenza a standard qualitativi e di carattere prescrittivo (Rocca, 2010). In tal senso il progetto offre uno spunto critico per la comunità scientifica internazionale, suggerendo un possibile cambiamento paradigmatico nella concezione dell'architettura sostenibile, in cui comfort e basso consumo energetico non sono in contraddizione, come sostenuto da Senn (2021). Questo cambiamento diventa realizzabile solo attraverso la creazione di cluster collaborativi tra progettisti, costruttori e utenti in grado di mettere in luce il ruolo determinante del committente nel plasmare l'intero processo operativo, come evidenziato da Sposito e Scalisi (2020) e, nel caso specifico oggetto di studio, dagli studi preliminari del Canton San Gallo sugli edifici low-tech (Binotto, 2019).

In questo modo il progetto non solo facilita la collaborazione tra le diverse parti coinvolte, ma apre nuove opportunità di ricerca sia per la pratica che per la teoria architettonica: in questo caso il progettista affronta un processo di responsabilizzazione nel quale si fa carico della progettazione com-

pressa di tutti gli elementi tecnici, nell'ottica di semplificare la costruzione e agevolare la cantierizzazione. Tale semplificazione, oltre che garantire un maggiore controllo sull'esecuzione del progetto, incoraggia anche l'uso di strumenti di progettazione che si allineano naturalmente con il computational design, come osservato da Parvin (2013).

Dal punto di vista culturale e socio-economico il contributo presenta implicazioni rilevanti. Esso suggerisce che, in un contesto dominato da architetture ad alta tecnologia, esiste spazio per un approccio che riduce la complessità tecnologica a favore di soluzioni più semplici e analogiche, ma non per questo meno efficaci. Questo approccio potrebbe essere trasferito ad altri contesti, soprattutto in regioni o situazioni con risorse limitate o dove è necessario ripensare il rapporto tra comfort e sostenibilità; le considerazioni qui presentate sono pertanto rilevanti e attuali, sia per la pratica architettonica che per il dibattito scientifico.

Nonostante i numerosi benefici esistono tuttavia anche dei limiti all'approccio progettuale proposto: esso richiede infatti una continua partecipazione attiva dell'utente, cosa che potrebbe non essere sempre compatibile con tutte le tipologie di edifici o contesti sociali. Inoltre, avendo ogni utente preferenze e bisogni differenti, ovvero essendo la sensazione di comfort di difficile oggettivazione (Nicol, 2011), la libertà del singolo di regolare le condizioni ambientali di uno spazio può potenzialmente portare a delle controversie, problematica che potrebbe essere risolta, come nel caso del Grünes Zentrum, differenziando il grado di interazione degli utenti in relazione al livello di privacy degli ambienti. Tuttavia è proprio la partecipazione continua che rappresenta la chiave pedagogica del progetto del Landwirtschaftliches Zentrum, poiché spinge gli utenti sia a relazionarsi tra loro che a interagire attivamente con l'edificio e l'ambiente circostante.

Si ritiene quindi che il contributo abbia il pregio di alimentare il dibattito sul concetto di comfort, ponendo al centro la relazione attiva tra utenti e architettura in vista di sviluppi futuri interessanti. Come indicato da Barber (2019) la progettazione del 'discomfort' potrebbe diventare un campo di ricerca cruciale per i progettisti, spingendo la riflessione verso architetture capaci di innescare comportamenti più sostenibili attraverso l'interazione attiva degli utenti. Tale direzione di ricerca fornisce ulteriori spunti per stimolare nuovi studi e arricchire il dibattito sulla sostenibilità nel campo dell'architettura, allontanandosi definitivamente da approcci di carattere prescrittivo e quantitativo.

---

In contemporary architecture, numerous complex technologies have emerged that can manage the internal environmental parameters of buildings by exploiting various forms of energy. This technological advance in environmental control, performed through mechanical systems, has reduced the appeal of a 'structural' management of architectural spaces, based on their specific morphology (Banham, 1984). In the early twentieth century, a process of partial mechanisation of the home and domestic sphere was underway in what Sigfried Giedion (1967) called the 'first phase of mechanisation', driven by the increasing diffusion of electricity and fossil fuels.



**Figg. 4, 5** | Ground floor plan: 1) Hallway; 2) Dormitory room; 3) Dressing room; 4) Kitchen; 5) Auditorium; 6) Canteen; 7) Terrace; 8) Lounge; 9) Didactic kitchen; 10) Classroom; 11) Gym. First-floor plan: 1) Hallway; 2) Dormitory room; 3) Technical room; 4) IT room; 5) Classroom; 6) Group room; 7) Lounge area; 8) Men's toilet; 9) Women's toilet; 10) Terrace; 11) Lounge (credits: A. Senn, 2024; adapted by the Authors).

These technological developments paved the way for the ideal space defined by Barber (2020) as the 'planetary interior': a hermetically sealed environment where comfort is ensured by clean, conditioned air. This vision was embraced in its full modernist spirit by architects such as Le Corbusier, who, in several writings between the two world wars, proposed an environment suitable for all nations and climates, made possible by technological and mechanical discoveries (Le Corbusier, 1930, 1937). The diffusion of the 'planetary interior' was further accelerated from the 1950s onwards by the pervasive adoption of air conditioning, particularly in much of the Western world (Barber, 2020).

Despite the current waning faith in the modernist project and the growing awareness of the climate crisis and the environmental impact of the construc-

tion industry (European Environment Agency, 2022), contemporary architecture continues to rely mainly on a 'regenerative' approach (Banham, 1984). This approach aims to provide environmental performance through the intensive use of energy and sophisticated technological systems, frequently comprising numerous sensors and actuators capable of autonomously transforming environmental stimuli into electronic signals and mechanical responses.

Parameters such as temperature, humidity, air purity, and natural and artificial lighting are managed automatically without user intervention. However, the substantial morphological flexibility afforded by this design approach (Calder, 2022) entails the installation of complex and autonomous mechanical systems that operate autonomously.

Such systems are often designed by specialists, making them challenging for users to manage or even understand. Furthermore, they consume considerable quantities of energy and non-renewable resources.

A different, 'structural' design approach is based on the management of indoor environments through the strategic placement of technical elements and the use of materials with specific thermo-hygrometric properties, as well as through the manipulation of the layout and morphology of the building. It is important to clarify that adopting this approach, theorised by Reyner Banham (1984), does not necessarily result in passive architectures, although the two terms may appear interchangeable. While the five core concepts of the 'Passivhaus' standard involve the complete insulation of interior spaces from



**Fig. 6, 7** | Construction site photographs taken during the installation of the prefabricated façade panels (credits: Blumer Lehmann | Claude Hausammann, 2017).

**Fig. 8** | The terrace dedicated to leisure and relax is connected to the network of external balconies (credit: the Authors, 2023).

**Fig. 9** | A detailed photograph of the connection between the timber elements of the portals. The connections are secured using metal plates bolted to the timber components (credit: the Authors, 2023).

**Fig. 10** | A photograph of the external balcony featuring the wooden sliding shutters visible on the façade (credit: the Authors, 2023).

the outside, using technologies that ensure an airtight and impermeable envelope (Klingenberg, 2018), a building designed according to a 'structural' approach may allow – and in some cases encourage – an opening of spaces and interaction with the outside environment. Although this approach involves greater complexity in the design phase, potentially mitigated by contemporary digital tools (Perriccioli et alii, 2021), it simultaneously ensures greater simplicity in use and maintenance, promoting direct interaction between users and architecture.

From this perspective, this article examines the potential of the structural approach in contemporary architecture, highlighting its sustainability features and its ability to promote active interaction between users and the architectural space. In particular, it examines how simple and analogue technical solutions can facilitate this interaction and encourage participatory management of the environment, with significant pedagogical and cultural implications for users. This theory will be supported by a critical analysis of a case study: the Landwirtschaftliches Zentrum (Agricultural Educational Centre) of the Canton St. Gallen in Salez, Switzerland, designed by architect Andy Senn and built in 2019 (Figg. 1, 2).

### Towards a pedagogical architecture for user / building interaction |

The implementation of advanced environmental control systems, comprising intricate mechanical plants and technologies, can affect users' experience, alienating them from the space they inhabit by making it difficult to understand and regulate. Consequently, recent research has increasingly emphasised the significance of active interaction between users and buildings. In this context, the field of study known as Human-Building Interaction (HBI) has emerged, with the aim of exploring how users can influence the management of indoor environments, thereby promoting active interaction with architecture.

Several studies on human-building interaction (Krukar et alii, 2016; Alavi et alii, 2019) have demonstrated that users who engage actively with buildings have a higher level of satisfaction. Brambilla et alii (2017) argue, through empirical tests, that there is a notable positive psychological impact when environmental parameters are controlled through analogue technologies. Nevertheless, the majority of studies on human-building interaction focus primarily on digital systems (Alavi et alii, 2016a, 2016b), frequently overlooking the potential role of analogue technologies in facilitating such interactions.

Here, an alternative approach that prioritises simple and analogue technical solutions is examined. This approach develops the concept of a building as a 'performative object'. The concept is borrowed from the sociological theories of Bruno Latour (2022), who suggests that the object of a performative definition becomes imperceptible when it is no longer 'performed'. In accordance with this principle, architecture can be considered a performative object: when users do not play an active role in its control and management, leaving it entirely to sensors, actuators and mechanical systems, it remains inaccessible and invisible to them. As a result, users become estranged from the environment in which they live, unable to comprehend it or cultivate a comprehensive understanding of the architectural and environmental factors that shape their spatial experience.

Architecture designed using a structural approach and equipped with analogue control systems is dif-

ferent. As the Landwirtschaftliches Centre exemplifies, this design fosters a performative relationship with its users, encouraging them to interact with the building to manage the indoor environment. In this manner, the building is revealed to the users, simultaneously assuming a cultural and educational role.

Against the backdrop of existing research in the field of architectural sustainability, which tends to concentrate on the fulfilment of specific criteria and thresholds, this paper presents an innovative interpretation which evaluates the pedagogical function of design and its potential to enhance user awareness and responsibility, thereby contributing to a more sustainable future for the built environment. The relationship between users and architecture is examined by recognising the active role of objects, materials and technical solutions (Yaneva, 2012, 2022). These not only stimulate interaction between users and architecture, but are also characterised by their simple construction, facilitated by prefabricated systems. This approach enables a dual function of the project in terms of democratisation (Di Virgilio, 2023). Firstly, it encourages user engagement with the built environment. Secondly, it streamlines the construction process, offering benefits to the construction company (Pone, 2022).

The study is based on multiple visits by the authors to the Landwirtschaftliches Centre during the summer of 2023, as well as an in-depth analysis of a range of relevant publications. These include articles in specialist journals, the catalogue of the Constructive Alps Award, and a monographic volume dedicated to the project. Secondary sources related to the building were also selected through research in the primary online databases<sup>1</sup>. Site visits were of great importance for gaining insight into the morphology, technologies and materials used, as well as for observing the relationship between users and the built environment. Moreover, the authors gathered valuable information through unstructured interviews<sup>2</sup> with students, teachers, the director of the Centre, Markus Hobi, and representatives of the construction company Blumer Lehman. This company provided indispensable details regarding building construction, including the site photographs accompanying this essay.

The literature on the Centre highlights its low-tech approach (Simmel, 2022; Kleeblatt, 2020) and the educational benefits of its almost entirely analogue systems (Sauer, 2019). These qualities have been recognised with the Landwirtschaftliches Centre receiving the Constructive Alps award for sustainable construction in the Alpine environment (Gantenbein, 2020). The significance of this case study lies in the performative approach it adopts, which encourages active user engagement and has the potential to overcome the limitations imposed by purely automated technological solutions. The Centre thus paves the way for new forms of sustainability that directly involve users in managing the built environment. This contributes to the development of a more conscious and responsible architectural and environmental culture, capable of addressing sustainability challenges holistically and inclusively.

**The Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen** | The project for the Landwirtschaftliches Centre was inspired by the Canton of St. Gallen's recognition of the potential of 'low-tech' architectural solutions. In 2010, in anticipation of the competition for the design of the Centre, the Canton conducted studies

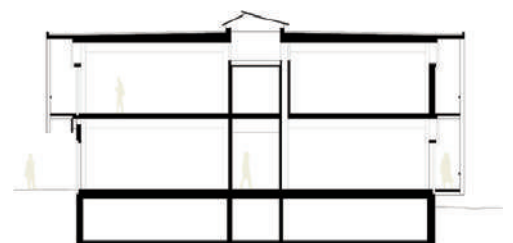
on the energy efficiency of historic and contemporary buildings in relation to their degree of digitalisation and automation (Gross, 2020). The goal was to determine whether the growing complexity of environmental control systems in contemporary buildings was resulting in tangible enhancements in energy performance.

The findings of these studies demonstrated that historical buildings lacking automated technologies consume a comparable quantity of energy to that of more technologically sophisticated ones, with a discrepancy of only approximately 5% (Binotto, 2019). Furthermore, buildings with reduced technological complexity necessitate lower maintenance and management costs. Consequently, the cantonal architect, Werner Binotto, adopted a low-tech approach that was economically sustainable, both in terms of management and construction. The necessity for analogue control of environmental parameters thus became a principal design requirement in the competition brief for the Landwirtschaftliches Centre, published in 2011 (Keller, 2012). Ultimately, the impact of system costs constituted a mere 10% of the overall project expenditure (Gantenbein, 2020).

The winning proposal, developed by Swiss architect Andy Senn, is an effective response to the requirements of the brief, offering specific solutions in terms of spatial distribution and technical elements. The building, which hosts classrooms, meeting rooms, offices and a student dormitory, is organised as a long volume, with its longer sides oriented to the north and south. The west wing, which contains the three-storey dormitory, is rotated 90 degrees from the main body (Figg. 4, 5). The teaching wing, which is of the same height as the dormitory, extends over two floors and is characterised by double-height spaces, including the cafeteria and entrance hall.

The entire complex is built almost entirely in timber (Fig. 3), except for the basement and the reinforced concrete foundation piles, which were necessary due to the alluvial nature of the soil in the Rhine Valley. The primary structure is made of spruce sourced from cantonal forests (Merz, 2019), while the weather-exposed elements are made of oak and the interior finishes are made of white fir. The flooring is composed of a blend of clay and casein, which, in conjunction with a hybrid timber-concrete floor slab, offers the requisite thermal inertia for the lightweight timber structure (Figg. 6, 7).

The visible structural elements within the building emphasise a grid of timber frames with a 2.14-metre spacing and 8.5-metre spans (Fig. 8), thus contributing to the spatial character of the interiors. In contrast to the teaching wing, the dormitory wing is constructed using an X-LAM panel structural system, which reflects its different spatial config-



**Fig. 11** | Cross-section of the building in the teaching wing (credit: A. Senn, 2024; adapted by the Authors).



urations and functional requirements. The deployment of diverse timber construction techniques, a material renowned for its physical, mechanical and ecological properties (Park Associati and Bollinger + Grohmann, 2021), exemplifies a meticulous approach aligned with the principles of circular economy (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Hillebrandt et alii, 2019). In this regard, the Centre is noteworthy for its meticulous design of the joints between structural elements, which facilitate the straightforward disassembly and reassembly of the building at the end of its life cycle (Fig. 9). Additionally, the modular system components have been designed to guarantee substantial savings in management costs (Sposito and Scalisi, 2020).

The sustainable and thoughtful use of timber is also reflected in the design choices for climate control. The north and south façades feature wide balconies (Fig. 10), which strongly define the morphology of the building and act as both external circulation and passive shading systems. In summer, the balconies and wooden sliding shutters provide adequate protection from direct solar radiation, reducing the risk of overheating within the interior spaces. At the same time, these linear spaces serve as outdoor communal areas where students and teachers can socialise during breaks (Fig. 11).

The responsibility for regulating the climate within the classrooms and other shared spaces is delegated to the users. The building is devoid of automated air exchange systems. However, the presence of large glass doors opening onto the balconies facilitates airflow in warm weather, establishing a direct connection between the indoor and outdoor spaces. Natural ventilation assists in regulating the indoor climate, while also encouraging social interaction and the use of outdoor spaces by the building's occupants.

Another helpful solution for climate control is the continuous ribbon window along the façade, which is slightly offset outwards from the perimeter wall. The offset creates a gap that can be opened manually via flaps, ensuring continuous micro-ventilation even in winter, when the harsh Alpine climate makes it impractical to open the glass doors fully (Fig. 12). A second row of ribbon windows completes the cross-ventilation system, which is operated by a mechanical system of cranks and steel rods. These windows open onto a ventilation tunnel that runs the length of the building and exits above the extensive green roof, allowing the release of stale air and passive cooling (Fig. 13). The ventilation tunnel, which acts as the backbone of the building, divides the complex into two portions and is connected to all internal spaces, including the basement, where a chimney effect further enhances air exchange.

**Fig. 12** | A photograph of the exterior balcony taken from below. The façade features two metal grilles: the first, positioned 22 cm away from the façade at the bottom, houses a user-controllable flap designed to promote micro-ventilation of the interior spaces; the second grille accommodates the rainwater drainage system and the ventilation layer of the façade (credit: the Authors, 2023).

**Fig. 13** | The ventilation tunnel that runs along the entire building length. The windows are controlled analogically by users via cranks (credit: the Authors, 2023).

**Fig. 14** | An interior photograph of a classroom, where ribbon windows integrated into the structure can be mechanically opened by users through a system of steel cranks and rods (credit: the Authors, 2023).

The technological solutions adopted in the Landwirtschaftliches Centre enable the interactions between the building and its users to vary in response to seasonal changes, thereby reflecting the adaptability of the analogue system. On hot summer days, the balconies and roof overhangs serve as fixed shading elements, while the wooden shutters can be closed to provide additional solar control. At each class change, students and teachers open the large glass doors and use the crank system to activate cross-ventilation through the ribbon windows (Fig. 14). This enhances the comfort of the indoor environment and facilitates social interaction in the shared outdoor spaces. During the winter months, when external temperatures preclude the use of glass doors, the small flaps at the top and the ribbon windows facing the ventilation tunnel facilitate micro cross-ventilation, thereby ensuring adequate air exchange (Fig. 15).

Although based on simple and analogue technical solutions, this system exemplifies the potential for a structural climate control design to be highly efficient when integrated into the architectural design from the earliest stages. Although an analogue control system may seem less appealing and comfortable than an automated one, user experience suggests a general sense of satisfaction due to greater control and awareness of environmental parameters. This experiential dimension corroborates the findings of studies in Human-Building Interaction, which demonstrate that direct involvement of users in the

management of an indoor environment can significantly enhance quality of life.

**Other low-tech architecture for the management of environmental comfort** | In the Landwirtschaftliches Centre, environmental comfort becomes a goal sought by the user and achieved through the design of architecture (Nicol and Roaf, 2017). When comfort is no longer a requisite provided solely by a building's systems (Nicol, 2011), the industrial relationship that has characterised much of contemporary architectural production since the early days of mechanisation is reversed. The user is no longer simply a consumer of services, but instead regains mastery over the tool (Illich, 2013): architecture itself. This shift in perspective is becoming increasingly prevalent among architects.

The authors' research on contemporary architectural production in the Alpine region and timber construction systems has identified several case studies comparable to the Landwirtschaftliches Centre in Salez. Two projects in the South of Germany stand out as particularly noteworthy.

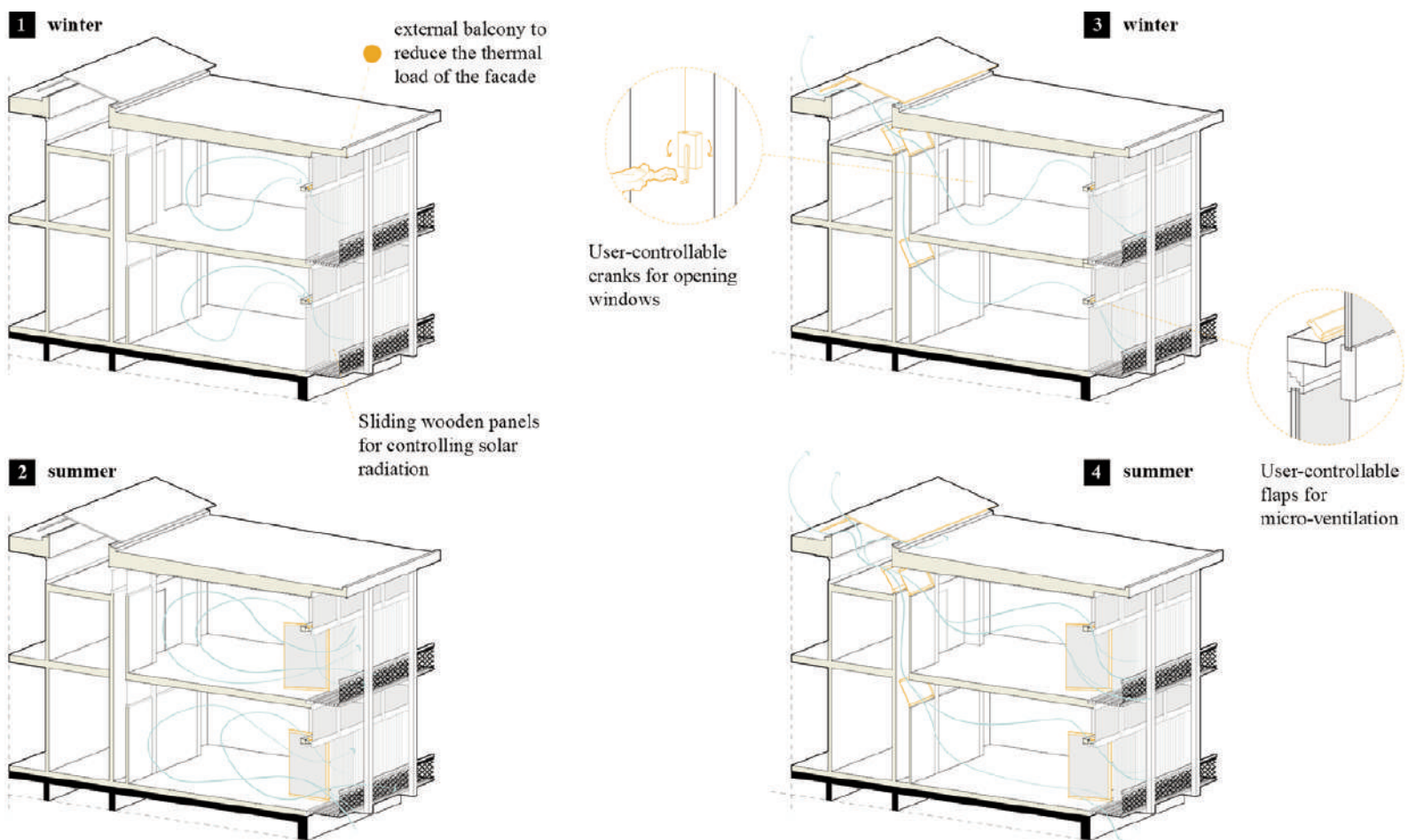
The first is the Haus der Berge, the headquarters of the German Alpine Club in Munich. It was designed by Element A Architekten and completed in 2021. The project involved the renovation of a concrete building originally constructed in the 1970s. The intervention preserved the four-storey concrete structure, to which two additional solid timber levels were added. As with the Landwirtschaftliches Cen-

tre, the long sides of the building have timber balconies to control solar gain in the warmer seasons.

In the German Haus der Berge, indoor air control is achieved through a solution that does not rely on a mechanical ventilation system. Natural ventilation is provided by a series of ducts integrated in a particular 'bench' that encircles the interior spaces. Outside air enters the bench through vents in the façade, is heated as it passes through a convector, and then rises into the room through openings at the top of the bench. Meanwhile, stale air is extracted at the ceiling level and expelled through the roof.

This solution, which relies on relatively simple technology, permits uninterrupted air flow within the building without requiring the use of automated ventilation or the opening of windows, particularly during the winter months (Zettel, 2024). In this instance, user involvement is confined to the decision as to whether the convector should be activated to regulate the temperature of the incoming air. In contrast to the Landwirtschaftliches Centre, the interaction between the user and the building is minimised, thereby reducing the potential educational function of the architecture.

Another interesting architecture is the Grünes Zentrum in Immenstadt im Allgäu, completed in 2016 and designed by the German firm f64 Architekten. The building, which serves as the headquarters for the Allgäu Holzcluster, is built entirely from locally sourced timber and is organised around a central service and distribution core adjacent to a full-height



**Fig. 15** | The axonometric drawings illustrate four classroom ventilation scenarios: 1) The user-controllable flap is opened to promote micro-ventilation, particularly in winter when external conditions are harsh; 2) During the summer, the windows can be opened to enhance ventilation; 3) To improve cross-ventilation in winter, users can open both the flap and the internal ribbon windows that connect directly to the ventilation tunnel (this configuration is ideal for cooler summer nights to regulate temperature and air quality in the classrooms for the following day); 4) During breaks, especially in summer, this configuration resembles scenario 3, but with the windows fully opened, providing optimal ventilation for the classrooms (credit: the Authors, 2023).

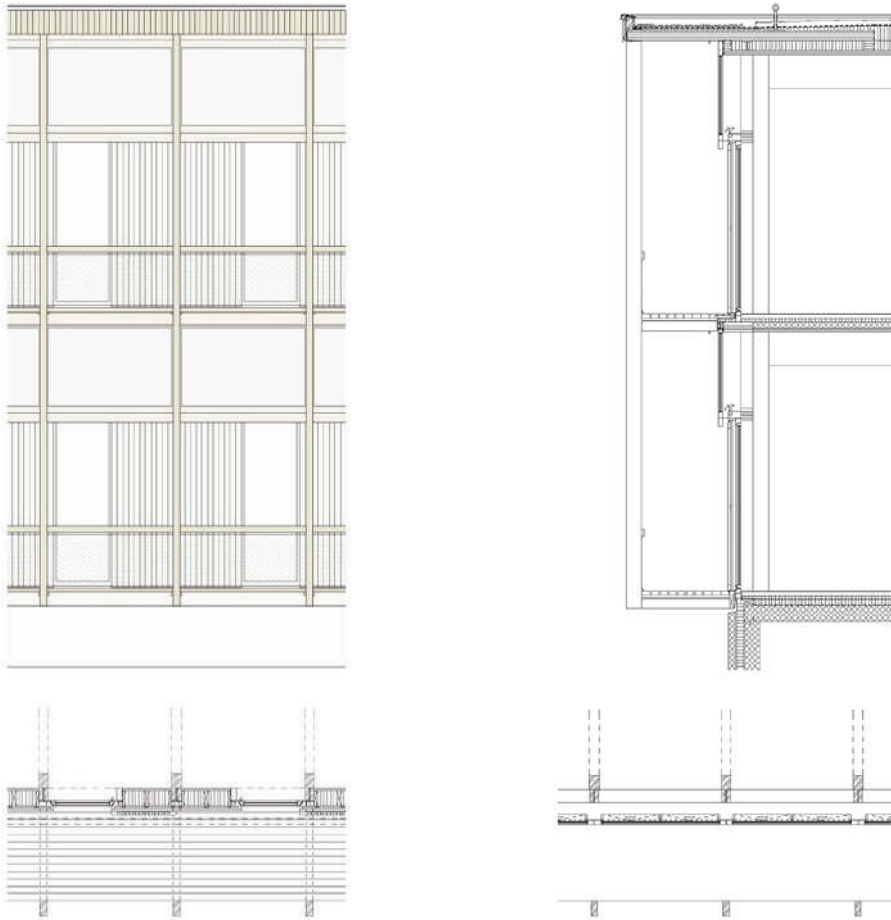


Fig. 16 | Construction details of the exterior balcony plants, elevation and section (source: detail.de, 2023).

atrium. The atrium features a monolithic rammed earth wall that acts both as a moisture regulator and thermal mass.

The most notable feature of the project is the indoor air quality control system. In contrast to the Landwirtschaftliches Centre in Salez, the Grünes Zentrum employs a dual system comprising two distinct ventilation configurations, each designed for spaces with different levels of privacy. In public areas, such as classrooms and meeting rooms, an automated mechanical ventilation system with heat recovery is used. In private areas, such as offices, the responsibility for air quality control is delegated to the users, with the additional support of sensors that indicate when air exchange is required and when windows should be opened.

The differentiation of air treatment systems according to the level of privacy required in specific spaces, as adopted in the Grünes Zentrum, is of considerable relevance, as it highlights a critical issue in the design of the Salez Landwirtschaftliches Centre: achieving optimal comfort in spaces occupied by a large number of people, each with different preferences and needs.

**Conclusions** | The Landwirtschaftliches Centre is an example of architectural design that employs a structural approach with the objective of reducing energy consumption while ensuring the maintenance of optimal internal environmental parameters. This approach enables direct and simple interactions between users and the built environment, making the building performative and an educational tool that actively engages its occupants (DeKay and Tomieri, 2023). In this manner, the project achieves a high level

of energy efficiency and serves as a formative experience for its users, enhancing the pedagogical role of architecture.

Daily use of the Centre by students and teachers enables the formation of a tangible awareness of the impact of external climatic conditions on the indoor environment. This type of awareness is less probable in fully automated and self-regulating buildings. Direct interaction with the built environment can encourage critical thinking and a more profound comprehension of architectural principles and the surrounding natural context. As Marko Sauer (2019) posits, this design approach has the benefit of fostering a mutual responsibility between the user and the building, extending beyond mere aesthetic and formal considerations. In low-tech architecture, users are more actively involved, overcoming the sense of estrangement frequently associated with high-tech buildings. In this context, the management of the Landwirtschaftliches Centre can be regarded as a pedagogical tool.

The Landwirtschaftliches Centre represents an example of alternative sustainable architecture, diverging from the highly energy-intensive regenerative models that rely exclusively on adhering to prescriptive standards (Rocca, 2010). In this sense, the project represents a significant contribution to the international scientific community, suggesting a potential paradigm shift in sustainable architecture, where comfort and low energy consumption are not mutually exclusive, as Senn (2021) asserts. This shift is contingent upon the formation of collaborative clusters between designers, builders and users. The role of the client in shaping the entire operational process should not be underestimated, as Sposito

and Scalisi (2020) have observed. In this instance, the preliminary studies carried out by the Canton of St. Gallen on low-tech buildings (Binotto, 2019) constitute a fundamental aspect of the project. In this way, the Landwirtschaftliches Centre fosters collaboration between different stakeholders and opens up new research opportunities for both architectural theory and practice. In this conceptual framework, the designer is responsible for designing all technical elements to simplify the overall building process. This simplification, while ensuring greater control over project execution, also encourages the use of design tools that are naturally aligned with computational design, as Parvin (2013) observed.

The Landwirtschaftliches Centre project has significant implications from a socio-economic and cultural perspective. It suggests that even in a contemporary context characterised by the prevalence of high-tech architectures, there is scope for an approach that minimises technological complexity in favour of simpler, analogue solutions, without compromising effectiveness. Such an approach could be applied in other contexts, particularly in regions with limited resources or where the relationship between comfort and sustainability needs to be re-examined. Therefore, the considerations presented here are both relevant and timely for architectural practice and scientific debate.

Despite its many virtues, the proposed design approach has some limitations. It requires the continuous active involvement of the user, which may not be compatible with all types of buildings or social contexts. Moreover, the freedom to regulate environmental conditions in a space may potentially give rise to conflict, given that each user has different preferences and needs, and comfort is inherently subjective (Nicol, 2011). This issue could be addressed, as exemplified by the Grünes Zentrum, by differentiating the degree of user interaction based on the level of privacy of the spaces. Nevertheless, continuous participation represents the key pedagogical aspect of the project, encouraging users to engage with each other and with the building and its surroundings.

The Landwirtschaftliches Centre makes a valuable contribution to the ongoing debate on the concept of comfort, with a particular focus on the active relationship between users and the built environment. As Barber (2019) observes, the design of 'discomfort' could become a crucial area of research for designers and scholars, prompting reflection on architectural solutions that can encourage more sustainable behaviours through active user involvement. This direction provides further insights for new academic studies and contributes to the discourse on sustainability in architecture, moving away from purely prescriptive and quantitative approaches.

## Notes

1) The 'Avery Index to Architectural Periodicals' for international publications and 'e-periodica' for Swiss publications were used, as well as search engines such as 'Google Scholar' for scientific articles and 'BauNetz' for journalistic articles on the projects of the Landwirtschaftliches Centre, the Grünes Zentrum and the Haus der Berge.

2) The interviews were conducted informally within the Institute. The interviewees were asked questions about their level of well-being and comfort with the indoor environment. They were asked to compare their experience in the Institute with other buildings with which they were familiar. Finally, the interviewees were asked to describe their typical day in the building and their interactions with the analogue environmental control systems.

## References

- Alavi, H. S., Churchill, E. F., Wiberg, M., Lalanne, D., Dalsgaard, P., Fatah gen Schieck, A. and Rogers, Y. (2019), "Introduction to Human-Building Interaction (HBI) – Interfacing HCI with Architecture and Urban Design", in *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol. 26, issue 2, article 6, pp. 1-10. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3309714 [Accessed 20 September 2024].
- Alavi, H. S., Churchill, E. F., Kirk, D., Nembrini, J. and Lalanne, D. (2016a), "Deconstructing human-building interaction", in *Interactions*, vol. 23, issue 6, pp. 60-62. [Online] Available at: doi.org/10.1145/2991897 [Accessed 20 September 2024].
- Alavi, H. S., Lalanne, D., Nembrini, J., Churchill, E. F., Kirk, D. and Moncur, W. (2016b), "Future of Human-Building Interaction", in Kaye, J. and Druin, A. (eds), *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '16), May 7-12, 2016, San Jose*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 3408-3414. [Online] Available at: doi.org/10.1145/2851581.2856502 [Accessed 20 September 2024].
- Banham, R. (1984), *The Architecture of the Well-tempered Environment*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Barber, D. A. (2020), *Modern Architecture and Climate – Design before Air Conditioning*, Princeton University Press, Princeton.
- Barber, D. A. (2019), "After Comfort", in *Log*, issue 47, pp. 45-50. [Online] Available at: doi.org/10.17613/a32kmg16 [Accessed 20 September 2024].
- Binotto, W. (2019), "Vorwort", in Baudepartement des Kantons St. Gallen (ed.), *Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen in Salez*, Baudepartement des Kantons St. Gallen, Wittenbach, p. 4.
- Brambilla, A., Alavi, H. S., Verma, H., Lalanne, D., Juscelme, T. and Andersen, M. (2017), "Our Inherent Desire for Control – A Case Study of Automation's Impact on the Perception of Comfort", in *Energy Procedia*, vol. 122, pp. 925-930. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.414 [Accessed 20 September 2024].
- Calder, B. (2022), *Architettura ed energia – Dalla preistoria all'emergenza climatica*, Einaudi, Torino.
- DeKay, M. and Tornieri, S. (2023), "Schemi per la progettazione esperienziale – Combinare pensiero modulare e teoria integrale | Experiential design schemas – Combining modular thinking with integral theory", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 40-49. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1422023 [Accessed 20 September 2024].
- Di Virgilio, N. (2023), "Fare molto con poco – Un'architettura modulare, a partire da Walter Segal | Making a lot with little – Modular architecture, starting with Walter Segal", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 164-173. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/14132023 [Accessed 20 September 2023].
- Ellen MacArthur Foundation (2015), *Growth Within – A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*. [Online] Available at: ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\_Growth-Within\_July15.pdf [Accessed 20 September 2024].
- European Environment Agency (2022), *Linking circular economy and climate change mitigation in building renovation*, Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Online] Available at: eea.europa.eu/publications/building-renovation-where-circular-economy/building-renovation-where-circular-economy/pdfStatic [Accessed 20 September 2024].
- Gantenbein, K. (2020), "Il peso della montagna, la passione per il legno", in *Hochparterre*, novembre 2020, pp. 4-8. [Online] Available at: constructivealps.net/wp-content/uploads/2021/12/Hochparterre\_it\_ConstructiveAlps20.pdf [Accessed 20 September 2024].
- Giedion, S. (1967), *L'era della meccanizzazione*, Feltrinelli, Milano. [Online] Available at: archive.org/details/1948.GiedionSiegfried18881968.LeraDellaMeccanizzazioneMilano1967MechanizationTakesCommandCONSIGLIATO [Accessed 20 September 2024].
- Gross, C. (2020), "Freie Luft – Landwirtschaftliches Zentrum Salez von Andy Senn", in *Werk, Bauen + Wohnen*, vol. 4, pp. 58-63. [Online] Available at: blumer-lehmann.com/dam/jcr:e9d131d7-dc47-43ef-8b52-ae4e4f42adf4/2020-04-werk-bauen-wohnen-landwirtschaftliches-zentrum-salez.pdf [Accessed 20 September 2024].
- Hillebrandt, A., Riegler-Floors, P., Rosen, A. and Seggewies, J.-K. (2019), *Manual of Recycling – Buildings as sources of materials*, Detail, Munich.
- Illich, I. (2013), *La convivialità – Una proposta libertaria per una politica dei limiti allo sviluppo*, Red Edizioni, Como.
- Keller, T. K. (2012), "Bauen in der Ebene", in *Werk, Bauen + Wohnen*, vol. 4, pp. 46-48. [Online] Available at: doi.org/10.5169/seals-349088 [Accessed 20 September 2024].
- Kleeblatt, F. (2020), "Lowtech-Musterhaus", in *Baumeister*, December 2020, pp. 20-29.
- Klingenberg, K. (2018), "Passive House (Passivhaus)", in Meyers, R. (ed.), *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Springer, New York, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-1-4939-2493-6\_351-3 [Accessed 9 October 2024].
- Kruker, J., Dalton, R. C. and Hölscher, C. (2016), "Applying HCI Methods and Concepts to Architectural Design (Or Why Architects Could Use HCI Even If They Don't Know It)", in Dalton, N. S., Schnädelbach, H., Wiberg, M. and Varoudis, T. (eds), *Architecture and Interaction – Human-Computer Interaction in Space and Place*, Springer, Cham, pp. 17-35. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-319-30028-3\_2 [Accessed 20 September 2024].
- Latour, B. (2022), *Riassemblare il sociale – Actor-Network Theory*, Meltemi, Milano.
- Le Corbusier (1937), *Quand les Cathédrales étaient Blanches – Voyage au Pays des Timides*, Plon, Paris.
- Le Corbusier (1930), *Précisions – Sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme*, G. Crès et Cie, Paris.
- Merz, K. (2019), "Konstruktion in Holz", in Baudepartement des Kantons St. Gallen (ed.), *Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen in Salez*, Ostschweiz Druck AG, Wittenbach, pp. 30-31.
- Nicol, J. F. (2011), "Adaptive comfort", in *Building Research & Information*, vol. 39, issue 2, pp. 105-107. [Online] Available at: doi.org/10.1080/09613218.2011.558690 [Accessed 9 October 2024].
- Nicol, J. F. and Roaf, S. (2017), "Rethinking thermal comfort", in *Building Research & Information*, vol. 45, issue 7, pp. 711-716. [Online] Available at: doi.org/10.1080/09613218.2017.1301698 [Accessed 6 October 2024].
- Park Associati and Bollinger + Grohmann (2021), *INLE-GNO – Cambiare prospettiva per costruire il futuro*, LetteraVentidue, Siracusa.
- Parvin, A. (2013), "Architecture for the people by the people", in *ted.com*, February 2013. [Online] Available at: ted.com/talks/alastair\_parvin\_architecture\_for\_the\_people\_by\_the\_people [Accessed 20 September 2024].
- Perriccioli, M., Ruggiero, R. and Salka, M. (2021), "Ecologia e tecnologie digitali – L'architettura alla piccola scala come luogo di connessioni | Ecology and digital technologies – Small-scale architecture as a place of connections", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 10, pp. 36-45. [Online] Available at: agathon.it/agathon/article/view/263 [Accessed 20 September 2024].
- Pone, S. (2022), "Maker – Il ritorno dei costruttori – Una possibile transizione digitale per l'Architettura | Maker – The return of the builders – A possible digital transition for Architecture", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 12, pp. 14-23. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1212022 [Accessed 20 September 2024].
- Rocca, A. (2010), *Architettura – Low cost / Low Tech – Invenzioni e strategie di un'avanguardia a bassa risoluzione*, Sassi Editore, Schio. [Online] Available at: re.public.polimi.it/handle/11311/633440 [Accessed 20 September 2024].
- Sauer, M. (2019), "Methoden der Klimaregulierung", in Baudepartement des Kantons St. Gallen (ed.), *Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen in Salez*, Ostschweiz Druck AG, Wittenbach, pp. 32-35.
- Senn, A. (2021), "Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen / St. Gallen Agricultural Centre", in *Detail*, June 2021, pp. 106-113.
- Simmel, C. (2022), "Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen, Salez – Ein Laubengang als Fassaden- und Sonnenschutz", in *Zuschnitt*, September 2022, vol. 86, p. 11. [Online] Available at: proholz.at/fileadmin/flippingbooks/Zuschnitt86/zuschnitt86.pdf [Accessed 20 September 2024].
- Sposito, C. and Scalisi, F. (2020), "Ambiente costruito e sostenibilità – Materiali riciclati e Design for Disassembly tra ricerca e buone pratiche | Built environment and sustainability – Recycled materials and Design for Disassembly between research and good practices", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 8, pp. 106-117. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/8102020 [Accessed 20 September 2024].
- Yaneva, A. (2022), *Latour for Architects*, Routledge, London.
- Yaneva, A. (2012), *Mapping Controversies in Architecture*, Routledge, London.
- Zettel, B. (2024), "Haus der Berge in München / Haus der Berge in Munich", in *Detail*, January/February 2024, pp. 64-71.