

FENOMENI MACRO VS RISPOSTE MICRO

Approcci multiscalari nei rapporti
 dinamici tra involucro e contesto

MACRO PHENOMENA VS MICRO RESPONSES

Multiscale approaches in the dynamic
 relationship between envelope and context

Maria Teresa Lucarelli, Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio,
 Caterina Claudia Musarella

ABSTRACT

L'attuale scenario, attraversato da flussi contrastanti dove emergenze e trend di sviluppo spesso convivono e aumentano divari, mette in luce la necessità di 'spostarsi' dalla fase di transizione a quella di cambiamento. Da molti versanti si evidenzia come questa necessità stia determinando un'accelerazione verso una trasformazione che abbia caratteri di concreto Rinascimento. Un esempio è l'impiego della 'visione multiscalare' nella ricerca come criterio utile alla comprensione di fenomeni, sia materiali che immateriali. Il contributo affronta le relazioni che intercorrono tra gli edifici e i loro contesti, assumendo alla scala macro le sollecitazioni che i fenomeni, quali quelli climatici, 'impongono' agli involucri e alla scala del micro le nuove risposte qualitative prestazionali dei sistemi di involucro – innovati e no – che oggi connotano il panorama dell'architettura contemporanea.

The current scenario, crossed by contrasting flows where emergencies and development trends often coexist and increase gaps, highlights the need to 'move' from the change phase to the phase of change. On many fronts, it is evident that this need is determining an acceleration towards a transformation that has concrete Renaissance characteristics. An example is the use of the 'multiscale vision' in research as a useful criterion for understanding phenomena, both material and immaterial. The contribution addresses the relationships between buildings and their contexts, assuming at the macro scale the stresses that phenomena, such as climate, 'impose' on the envelopes and, at the micro scale, the new qualitative and performance responses of envelope systems – innovative and not – that today characterize the panorama of contemporary architecture.

KEYWORDS

multiscalarià, macro-micro, involucri dinamici, adattività, cambiamenti climatici

multiscalarity, macro-micro, dynamic envelopes, adaptivity, climate change

Maria Teresa Lucarelli is a Full Professor of Building Technology at the Department of Architecture and Territory, 'Mediterranean' University of Reggio Calabria (Italy). She carries out research activities mainly in the field of energy-environmental quality both on a building and urban scale. She is currently President of the Italian Society of Architecture Technology – SITdA. E-mail: mtlucarelli@unirc.it

Martino Milardi is an Associate Professor of Building Technology at the Department of Architecture and Territory, 'Mediterranean' University of Reggio Calabria (Italy). He carries out research activities mainly in the field of Low Environmental Impact Technologies, investigating the modes of Innovation and Design for the control of building-context relations. E-mail: mmilardi@unirc.it

Mariateresa Mandaglio, Architect and PhD at the Department of Architecture and Territory, 'Mediterranean' University of Reggio Calabria (Italy), is a Member of TCLab Research Group and carries out research activities mainly in the field of material innovation and building envelope. E-mail: mariateresa.mandaglio@unirc.it

Caterina Claudia Musarella, Architect and PhD at the Department of Architecture and Territory, 'Mediterranean' University of Reggio Calabria (Italy), is a Member of TCLab Research Group and carries out research activities mainly in the field of energy efficiency of buildings. E-mail: caterina.musarella@unirc.it

L'attuale congiuntura che investe lo scenario di questo tempo, attraversato da flussi contrastanti dove emergenze e trend di sviluppo spesso convivono, aumentando i divari e dove i modelli di produzione e consumo dimostrano l'inadeguatezza strutturale e la modesta capacità di revisionarne i propri fondamenti, mette in luce la pressante necessità di 'spostarsi' da una fase considerata di transizione a una di cambiamento. Da molti versanti del dibattito culturale contemporaneo si evidenzia, infatti, come questa necessità stia finalmente determinando un'accelerazione verso una trasformazione che, si spera, abbia reali motivazioni e caratteri di concreto Rinascimento. Questo, inevitabilmente attraversa e coinvolge in modo pregnante e 'interdipendente' il campo dell'Architettura, quindi dei processi da questa sottesi, definendo l'inesco di passi innovati e nuove risposte sia nel campo delle strumentazioni concettuali che in quelle della prassi operativa. Un campo chiamato a partecipare alle azioni di cambiamento, iniziando dagli apparati cognitivi.

In questo senso un esempio è fornito dagli ambiti della ricerca che impiegano la 'visione multiscalare' come utile criterio per la comprensione dei fenomeni, siano essi materiali che immateriali, dai flussi socio-politici, economico-urbanistici, a quelli tecnologico-artificiali (Fig. 1). Appare, quindi, chiaro come il termine 'multiscalare' si sia man mano trasformato da 'concetto', enunciato in ambiti diversi, ad 'approccio' che reca in sé modalità e criteri che stanno sempre più influenzando la sfera dell'agire umano.

Un altro termine che si vuole utilizzare per la trattazione riguarda la locuzione 'versus'; termine che mai come oggi potrebbe forse diventare uno strumento concettuale per lo sviluppo di costrutti metodologici, capaci di meglio prestarsi ad affiancare gli sforzi che affrontano la complessità dello scenario attuale. Scenario che, come detto, se non proprio preoccupante si potrebbe comunque definire altamente 'dinamico', e per molti versi imprevedibile. Lasciando opportunamente agli appropriati campi epistemologici i significati puri del termine 'versus', in questa argomentazione si ritiene che esso possa scalarsi al sistema dei fenomeni che attingono l'involucro edilizio o, altrimenti detto, facciata continua e frontiera. In particolare, si ritiene che il ventaglio di caratteristiche, oggi sempre più ricco dei sistemi di frontiera esterna possa essere riletto attraverso il termine 'versus', in maniera congrua e appropriata.

In questo è fin troppo noto quanto l'involucro sia il 'luogo' dell'edificio dove si concretizzano risposte che a volte 'avversano' i fenomeni; altre invece li 'accolgono' andando quindi 'verso' prestazioni di tipo 'positivo' o, per dirla secondo le ultime traiettorie, 'produttivo'. Per rendere conto di ciò, basterebbe rifarsi al linguaggio canonico della bioclimatica dove i termini di 'intercettazione' (della sollecitazione negativa) e 'captazione' (della sollecitazione positiva) vengono svolti dallo stesso elemento, e nelle direzioni differenti a seconda di stagioni o esposizioni, assimilando la frontiera d'involucro a un 'Giano' ... tecnologico (Fig. 2). In ragione di ciò, il contributo si focalizzerà sulle relazioni che intercorrono tra gli edifici e i loro con-

testi, assumendo che la scala macro attiene alle sollecitazioni che i fenomeni, ad esempio climatici, 'impongono' agli involucri, mentre quella micro alle nuove risposte qualitative e prestazionali offerte dai sistemi di facciata – innovati e no – che oggi connotano il panorama dell'architettura contemporanea.

In ultima analisi, le sfide dichiarate da questo panorama sembrano indicare l'opportunità che ha oggi la 'particolare scala' della frontiera edilizia di ri-orientare il significato di 'versus', attraverso le sue nuove capacità di non opporsi ma di co-gestire la complessità fenomenica a cui è sottoposto. Appare allora utile impiegare l'approccio multiscalare per esplicitare i rapporti dinamici, e per questo complessi, tra gli involucri e il contesto. 'Rapporti' che spesso non sono opposti-versus ma positivamente unidirezionati; quindi, se controllati dalla matrice tecnologica, si esprimono in forme di virtuose sinergie qualitative potendo così contribuire concretamente alla realizzazione dell'auspicabile Rinascimento, multiscalare, dell'ambiente costruito e delle comunità insediate.

I termini della discussione | Come noto, le prassi di ricerca sin dai primi embrioni concettuali hanno posto le loro basi sulla formulazione di quadri terminologici, fondamentali per gli avanzamenti e sviluppi degli iter. Nei fatti, le 'esplicatio terminorum' hanno da sempre costituito il costante riferimento per i passi e le verifiche correttive. In questo senso, per il termine 'versus' appare chiara la sua radice terminologica dalla quale si vuole trarre lo spunto dell'argomentazione, ovvero 'opposizione/contrasto', ma se si prende in considerazione la derivazione latina della stessa parola il significato muta e si trasforma in: 'in direzione di', 'alla volta di', 'andare verso qualcosa di nuovo', ecc. Per questo si rende testimone di un paradosso che costituisce il suo notevole potere euristico: da un lato, il senso di sospensione; dall'altro, il senso di resistenza, nell'opposizione, nell'appoggiarsi del contro.

Vs condensa quindi la posizione fondatrice della semiotica, che afferma la 'relazione' come base del significato e considera la positività come un effetto risultante dall'esclusione del termine opposto (Deleuze, 2000). Come dichiarato in premessa, in questa sede si intende esplicitare invece l'attuale carattere degli involucri edilizi che non sono più concepiti come elementi che si oppongono a un flusso quanto, al contrario, accolgono controllando o, quanto meno, opponendosi in maniera 'intelligente' ai differenti 'versi' relazionali con il contesto.

In riferimento invece al termine di multiscalare, questo richiede maggiore specificazione viste le sue implicazioni con i diversi assunti culturali che coinvolgono l'ambito architettonico, a iniziare dal legame con la sfera della resilienza, in generale, e la scala dell'ambiente costruito, in particolare. Infatti, da un lato il concetto ha sollevato alcune posizioni critiche sui rischi che questo termine portava al vivace dibattito, ovvero l'esigenza di sviluppare nuove modalità di approccio al mutato rapporto tra ambiente naturale e ambiente costruito. Dall'altro, appare innegabile che per le discipline coinvolte nei processi di intervento sull'am-

biente, il concetto di multiscalare sia diventato un formidabile strumento di riferimento (concettuale e operativo) per le strategie inerenti la trasformazione sostenibile dei territori.

Dal versante socio-economico, ad esempio, si registrano posizioni come quelle di Hasler e Kohler (2014). Essi affermano che la storia dei percorsi scientifici ha spesso illustrato come concetti e termini abbiano prodotto opacità che hanno reso molto difficoltoso il raggiungimento degli obiettivi prefissati. Infatti, riferendo questo alle 'scale' della resilienza, lo scenario determina un effetto molto critico per la gestione, in generale, dell'ambiente costruito. Nel senso che la multiscalare degli approcci, sia degli aspetti materiali che immateriali dei sistemi, potrebbe costituire un promettente 'ponte transdisciplinare' per la sua gestione resiliente ma questo sovraccarico semantico e scalare sembra appannare le opportunità.

Dal versante delle discipline 'del progetto' è invece utile riferirsi a diverse e interessanti posizioni. In ambito urbanistico si sostiene che la multiscalare debba essere interpretata come approccio strategico che guarda alla 'mediazione' scalare tra le diverse dimensioni del fenomeno urbano contemporaneo, superando confini e segmentazioni (Russo, 2015). La multiscalare viene inoltre pensata come una possibile tecnica di progettazione urbana che, affiancandosi ai processi di programmazione e pianificazione territoriali «[...] deve considerare simultaneamente gli effetti che una trasformazione genera alle diverse scale [...]» (Bevilacqua, 2009).

Nella logica della multiscalare si affiancano le posizioni espresse dal versante del progetto di Architettura che si confronta con i suoi caratteri quando affronta temi come la sostenibilità e/o il controllo digitale delle scelte. Si richiama proprio a cosa significhi ragionare «[...] in termini di multiscalare spaziale e temporale, poiché il tema della sostenibilità investe diverse scale: quella del territorio, urbana, dell'edificio e del componente edilizio. Proprio per la sua multiscalare questo approccio richiede pertanto diversi gradi di giudizio e di raccolta delle informazioni a supporto delle decisioni, rendendo difficile la definizione di un metodo univoco che guidi nelle scelte» (Cominelli, 2017). D'altronde, è anche condiviso che bisognerebbe affrontare la tematica frammentata dell'innovazione nel progetto con lo stesso atteggiamento, ricordando però che la multiscalare «[...] non è solo pertinenza dello strumento o del processo, ma prerogativa del progetto, dominio del progettista contemporaneo [così come] l'adozione di processi multiscalari, di digitalizzazione integrata, l'interoperabilità degli strumenti e la multidisciplinarietà dei saperi sono attitudini che si rivelano strategiche per chi punta a collaborazioni con strutture più globalizzate» (Muzarelli, 2016).

Alla scala dell'edificio e dei sistemi di involucro viene spesso messo in luce che, seppur i loro 'caratteri plurimi' sono ampiamente indagati da numerosi strumenti come ecoprofilo ed ecobilanci, la multiscalare, viceversa, che legge i rapporti tra frontiera e contesto, non sempre si focalizza sulle opportunità di risposte adattive offerte dalla componentistica attinente la sfera del 'micro', quindi dai dinamismi vir-



Fig. 1 | Multiscalarità, New York (credit: M. Milardi).

tuosi da questa resa possibile (ARUP, 2015).

In considerazione di quanto detto, questa trattazione intende sostanziare i vantaggiosi effetti del funzionamento adattivo del 'nuovo' involucro edilizio sul costruito, in termini di risposta biunivoca agli stress. Tale risposta aumenta la capacità resiliente dei contesti e, al contempo, 'copre' un livello di relazione scalare ancora poco indagato nei processi di gestione, derivanti dalle esigenze di qualità ambientale. Da qui si desume l'importanza della sperimentazione finalizzata alla realizzazione di involucri adattivi nelle risposte ai fenomeni di sollecitazione, oggi sempre più presenti nell'ambiente urbano.

Fenomeni Macro e scale di risposta | In questi ultimi anni il tema dei cambiamenti climatici si è sviluppato e diffuso in maniera sempre più rilevante, portando con sé una maggiore consapevolezza delle ricadute che questo provoca in termini umani, ambientali, sociali ed economici. Allo stesso modo si evidenzia come gli effetti provocati da tali cambiamenti si riverberino sulle costruzioni, configurandosi come 'fenomeni macro che sollecitano l'intero sistema edificio'. Lo studio del clima e dei suoi effetti è un esempio emblematico della sfida intellettuale e operativa che oggi viene posta dai sistemi complessi e dai modelli matematici che costituiscono gli strumenti ideali per coglierne il comportamento. È ormai acclarato quanto gli edifici e l'ambiente urbano siano esposti a forti rischi causati dagli effetti del cambiamento climatico come, ad esempio, la maggiore frequenza di forti venti, l'aumento del calore delle superfici artificiali (Urban Heat Island e Heat Wave) e piogge che si concentrano in 'bombe d'acqua' (Pluvial Flooding), nonché inondazioni e incendi che spesso accompagnano questi fenomeni estremi di vasta portata e forza.

Tale sintetico quadro evidenzia come i fenomeni 'macro' legati ai noti cambiamenti, orientati

no gli sforzi verso una concreta revisione degli approcci progettuali, alle varie scale, così da rendere più efficace la risposta dei sistemi urbani agli effetti dei cambiamenti climatici. In tal senso, si richiede sempre più lo sviluppo di strategie, metodi e tecnologie innovative per limitare gli impatti sul costruito, tenendo conto che è lo stesso costruito a innescare dinamiche di stress climatici da mitigare e, quando possibile, annullare nel loro insorgere (Lucarelli, 2018).

Tra le strategie individuate per far fronte a tali richieste è consolidata quella della mitigazione, ma dalle risultanze di numerose esperienze nel campo si è evidenziato come risulti necessario affiancare quella di adattamento, ad esempio, col ventaglio di opzioni adattive alla scala 'micro' costituita dagli involucri edilizi contemporanei. Questo richiede che la progettazione di facciate adattive soprattutto per aree ambientali critiche o sensibili, sia preceduta da analisi finalizzate alla comprensione delle dinamiche che influenzano la vulnerabilità degli edifici, alle verifiche di applicabilità delle soluzioni e congruenza ai contesti, nonché, di simulazioni e test per valutare l'adeguatezza delle risposte.

Va aggiunto che le attuali normative sull'insieme di requisiti da soddisfare, unite alle esigenze sulle aspettative di un 'nuovo' comfort da parte degli utenti, indirizzano le attività di ricerca verso lo studio di soluzioni innovative che agendo sull'involucro siano in grado di coniugare risposte efficaci alle sollecitazioni derivanti da fenomeni che spesso esprimono la loro forza in forme sinergiche, perciò più stressanti. In questo senso, al fine di orientare 'progetto e sperimentazione' verso la realizzazione di involucri dinamici e adattivi – su base micro – appare importante definire repertori di sistemi di controllo e tecnologie appropriate per la risposta, di tipo biunivoco (versus), alle relazioni edificio/contesto che influenzano in modo inter-

dependente il microclima dello spazio urbano.

Risposte Micro: il ruolo dell'involucro | Dallo scenario fenomenologico sopra descritto, appare chiaro quanto gli effetti climatici estremi siano in questi ultimi anni passati da manifestazioni che coinvolgevano, in linea di massima, aree poco edificate a fenomeni che investono in forma intensiva gli ambienti densamente costruiti come le città, entrando spesso in sinergia con il microclima da queste innescato. Riferendo questo alla scala edilizia ed essendo ormai consolidato l'assunto di quanto le superfici esterne incidano sulle modalità di variazione climatico-ambientale del contesto urbano, le azioni di ricerca si stanno oggi orientando verso superfici di involucro con caratteristiche di adattabilità tali da rispondere in maniera efficiente al contesto dinamico e, allo stesso tempo, siano in grado di assorbire gli effetti da questo generati (Milardi, 2018).

Questo panorama, nei fatti, sembra spingere la progettazione degli edifici verso nuovi requisiti che non riguardano soltanto la sfera di quelli canonici ma anche altri, come la forma aerodinamica, la geometria e giacitura delle superfici nonché, soprattutto, la revisione e accrescimento del ventaglio prestazionale degli involucri. Nel settore della Ricerca e Sviluppo, infatti, si assiste non solo all'ampliamento delle tipologie di facciata ma, soprattutto, si registra uno straordinario incremento di innovazione sulle funzionalità e risposte attive dei componenti.

È innegabile come gli approcci di dinamicità, adattività, controllo smart e attivo, responsabilità, integrazione-ibridazione, biomimesi, ecc., abbiano radicalmente cambiato il tradizionale concetto di 'frontiera', se non di 'muro', con il quale si concepivano gli involucri edilizi. Anche se a partire dagli anni '90 i paradigmi dell'efficienza energetica hanno dato una forte accelerazione alle prassi innovative dei sistemi d'involucro, sembra chiaro che è solo negli ultimi anni che si sta concludendo la strategica 'doppiezza contemporanea' dei componenti di facciata, ovvero la capacità da parte delle facciate di 'opporsi e ammettere' allo stesso tempo i diversi flussi forzanti (in entrata o uscita) che sollecitano le frontiere. Una capacità che configura gli involucri come un 'Giano bifronte' che riesce a selezionare in modo controllato gli effetti positivi o negativi indotti dai fenomeni.

Ancora più chiaro appare come il 'merito' di questi nuovi comportamenti strategici sia dovuto a elementi 'micro' che rendono possibili risposte prestazionali di un nuovo livello qualitativo, per esempio, sotto il profilo del comfort interno globale ottenuto con bassi impegni energetici. Inoltre, quando gli elementi micro scalano al livello dei materiali, il contributo delle nanomaterie diventa ancora più evidente, come ad esempio nelle prime applicazioni biomimetiche ai sistemi di involucro. È in questa luce che sembra affermarsi l'opportunità offerta dalla micro-componentistica, derivante spesso da processi di trasferimento tecnologico, nelle soluzioni di involucro finalizzate a nuove offerte prestazionali in risposta a sollecitazioni sempre più estreme. L'involucro acquisisce dunque nuove specificità e nuove prestazioni dettate dalla necessità di configurarsi come una membrana o-

smotica, graduabile e capace di mutare il proprio comportamento dinamico-materico al variare delle sollecitazioni. Si trasforma, perciò, in un elemento di mediazione selettiva, in grado di controllare, attivare e/o disattivare una serie di segnali, variabili in funzione dei fenomeni macro, a cui è sottoposto, verso risposte micro sul quale si incentrano obiettivi di progetto.

Lo sviluppo di un sistema di involucro ‘attivo’ è basato sulla conoscenza approfondita dei fattori climatici esterni, dei parametri che definiscono il livello di comfort interno e delle prestazioni dei materiali che lo compongono. È anche vero che, data l’interazione con gli altri componenti e parametri progettuali, la messa a punto di una facciata che risulti efficiente necessita di sperimentazioni tese a dimostrare la possibilità di dotare gli edifici di sistemi che offrono ‘dinamismi’ utili alla gestione dei flussi, per le risposte ai fenomeni macro che ne influenzano il comportamento qualitativo-prestazionale. Ai fini di una delimitazione sintetica delle tipologie rappresentative e rimandando alla ormai esaudente letteratura in merito, si riportano solo alcune caratteristiche degli involucri dinamici a ‘contenuto micro’, in cui l’approccio multi-scalare tra questi e il contesto rappresenta, già nella fase embrionale di progetto, una conditio sine qua non.

L’involucro ‘adattivo’ viene definito come un sistema di chiusura che possiede le capacità di cambiare le proprie proprietà e controllare in maniera flessibile differenti parametri (Fig. 3). Il cambiamento adattivo può essere ottenuto in modi differenti: attraverso cambiamenti chimici nei materiali che lo compongono, con la movimentazione di elementi o introducendo flussi d’aria. L’involucro ‘dinamico’, nella sua accezione diffusa, propone un controllo basato sulla relazione ambiente esterno-edificio con la possibilità di gestire i vari flussi attraverso le modifiche dell’intorno, forma, organizzazione degli spazi, configurazioni e azioni dei componenti (Vv. Aa., 2018).

L’involucro a base ‘smart’, inteso come sistema intelligente che gestisce le fonti energetiche dalla produzione all’uso, è caratterizzato da connettività e responsabilità consentendo la realizzazione di facciate ‘sensibili e rispondenti’ in ragione di sensoristica e attuatori che ne definiscono il nuovo carattere (Fig. 4). L’involucro a base ‘biomimetica’, assumendo la ‘natura come modello, misura e mentore’ (Benyus, 2009) attraverso materiali e componenti che reagiscono agli stimoli ambientali in modo organico e passivo, permette di realizzare facciate cangianti, nelle risposte materico-funzionali e di linguaggio, alle diverse sollecitazioni derivanti dai contesti (Fig. 5).

Risulta evidente un ampio e innovativo campo di opzioni tecnologiche, a una scala dimensionale (micro-macro) e funzionale (dinamismi), cui l’intero processo progettuale può concretamente attingere e ottenere supporto per le proprie scelte.

Considerazioni finali | In ragione del quadro sopra illustrato è evidente come la complessità delle interazioni che si instaurano tra edificio e contesto indichi l’involucro quale focus delle relazioni e, di conseguenza, di tutto ciò

che riguarda la sua progettazione. In particolare, emerge la necessità di indagarlo alle diverse scale e nella sua completa messa a sistema, attraverso un approccio integrato, sinergico e sostenibile che dovrebbe essere trasferito alle letture critiche della macro e della micro scala. Questa logica multiscalare consentirebbe, tra l’altro, di dimostrare come le ‘regolazioni di risposta’ offerte dai sistemi micro ai nuovi dinamismi degli involucri, incidano in modo sostanziale sui livelli di qualità ambientale degli edifici e sui funzionamenti climatici dei tessuti urbani.

Sembra quindi possibile definire una nuova configurazione di involucro, come ‘adattivo microassistito’. Questa possibile nuova tipologia di involucro potrebbe rappresentare una sorta di componente ‘staminale’ dell’organismo edificio, in grado di migliorarne le capacità prestazionali necessarie al contrasto degli stress climatici estremi o intensi sul tessuto urbano. Un sistema di facciata che fornisce una risposta rapida a quella altrettanto rapida con la quale cambiano le condizioni del contesto. I caratteri di dinamismo che connotano le nuove frontiere sono oggi l’obiettivo fondamentale delle prassi di innovazione tecnologica, evidenziando così il particolare ruolo che la microscala ha per questa sfera esigenziale. Un ulteriore livello scalare è quello riferibile alle nanotecnologie, sempre più settore chiave nell’ambito della Ricerca e Sviluppo del XXI secolo, in particolare per gli ambiti inerenti l’involucro edilizio. È indubbio che queste possono offrire soluzioni applicabili e sostenibili all’architettura contemporanea, supportando una concreta revisione degli approcci progettuali. Le nanotecnologie infatti per interagire con il progetto di Architettura compiono un ‘salto dimensionale’, un salto di scala, incorporandosi così in strutture macro.

Per quanto definito ed espresso, appare

evidente quante siano le linee di ricerca che potrebbero svilupparsi intorno ai temi trattati e quanto questi temi potrebbero offrire alle varie scale del progetto, nuove opportunità di innovazione, di apparati metodologici, di strumenti operativi oltre ad un diverso approccio alla gestione – ad esempio transdisciplinare e cognitiva – dei processi.

The current juncture that affects the scenario of this time, which is marked by contrasting flows where emergencies and development trends often coexist, increasing gaps and where production and consumption models demonstrate structural inadequacy and the modest capacity to revise their foundations, highlights the pressing need to ‘move’ from a phase considered transition to a phase of change. From many sides of the contemporary cultural debate it is evident, in fact, how this need is finally determining an acceleration towards a transformation that, hopes, has real motivations and characteristics of concrete Renaissance. This inevitably crosses and involves in a meaningful and ‘interdependent’ way the field of Architecture, therefore of the processes underlying it, defining the trigger of innovative steps and new answers both in the field of conceptual instruments and in the field of operational practice. A field called to participate in the actions of change, starting by the cognitive apparatus.

In this sense, an example is given by the research fields that use the ‘multiscalar vision’ as a useful criterion to the understanding of phenomena, both material and immaterial, from socio-political, economic-urbanistic flows to technological-artificial ones (Fig. 1). Therefore, it seems clear how the term ‘multiscalarity’ has

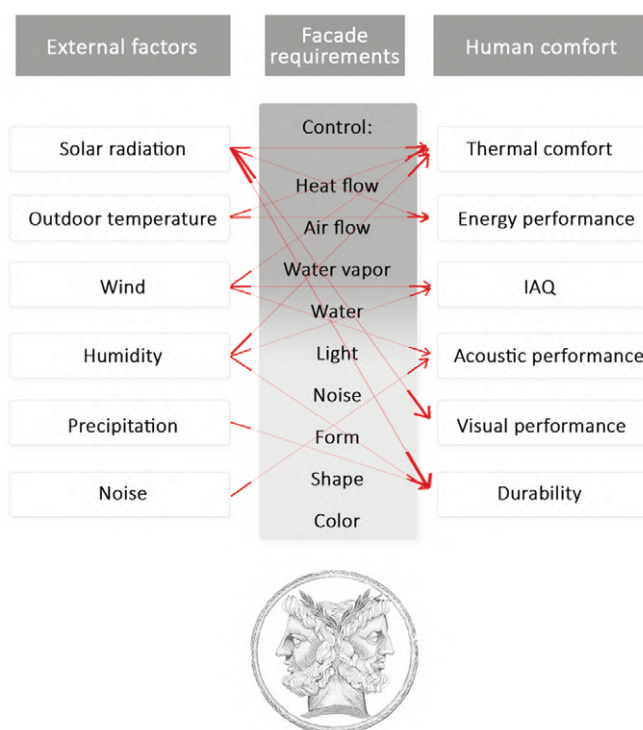


Fig. 2 | ‘Technological Ianus’ Envelope.

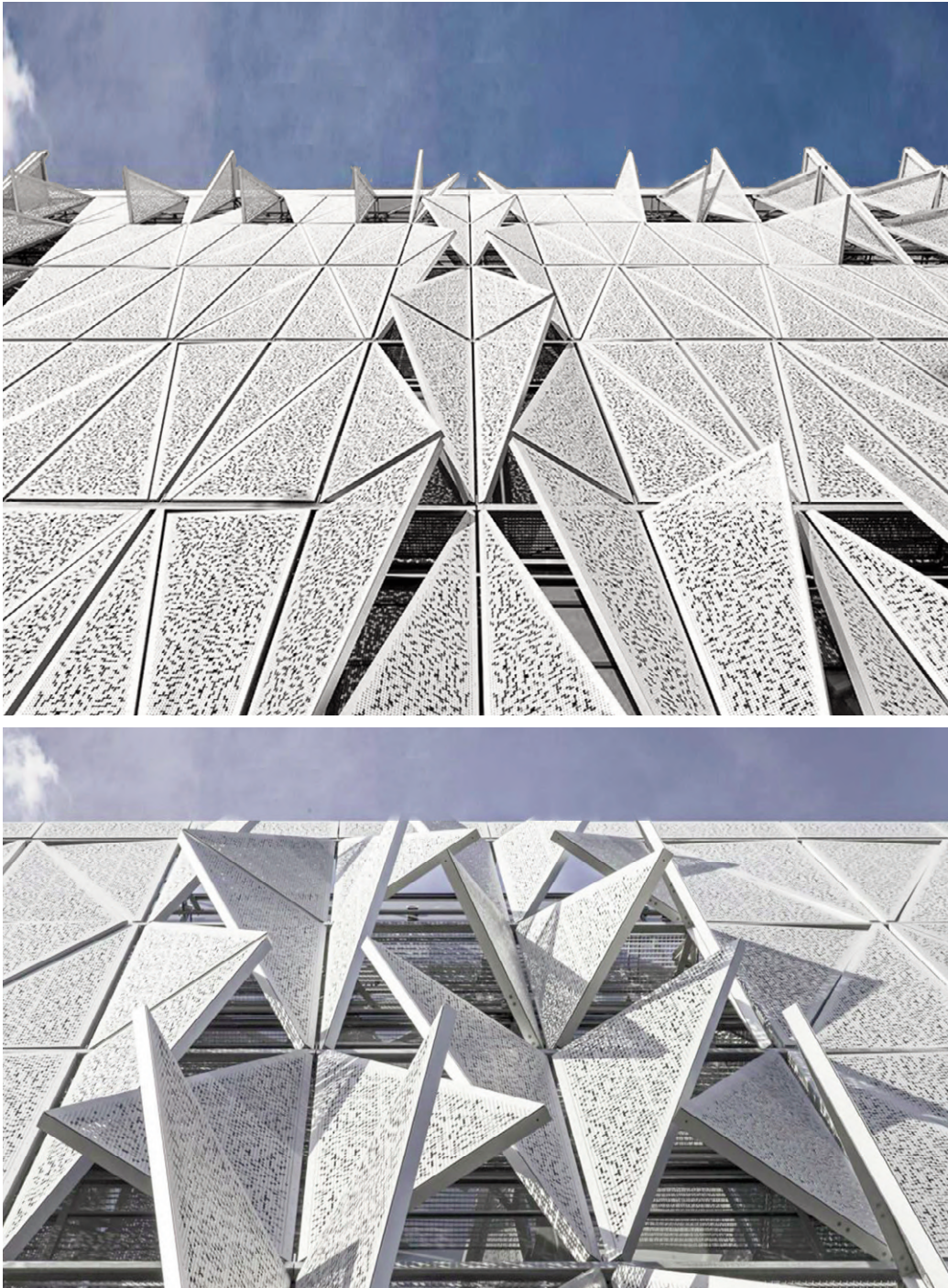


Fig. 3 | Adaptive Envelope, Kolding (elaboration: M. Milardi).

gradually transformed from a 'concept', stated in different fields, to an 'approach' that carries within itself modalities and criteria that are increasingly influencing the sphere of human action.

Another term that we want to use for the discussion concerns the word 'versus'; a term that could perhaps become a conceptual tool for the development of methodological constructs, capable of better complementing the efforts that face the complexity of the current scenario. Scenario that, as said, if not really worrying, could still be defined as highly 'dynamic', and in many ways unpredictable. By appropriately leaving to the appropriate epistemological fields the pure meanings of the word 'versus', in this argument it is believed that it can scale up to the system of phenomena affecting the building envelope or, also called, fa-

cade and border. In particular, it is believed that the range of characteristics, today increasingly rich of external border systems can be reread through the term versus, in a suitable and appropriate way.

In this, it is all too well known that the building envelope is the 'place' of the building where responses that at times 'oppose' phenomena take place; others, on the other hand, 'welcome' them, thus 'towards' performances of a 'positive' or, to put it in the last trajectories, 'productive' type. To account for this, it would be sufficient to refer to the canonical language of bioclimatic where the terms 'interception' (of negative stress) and 'capture' (of positive stress) are carried out by the same element, and in different directions according to seasons or exposures, assimilating the border

to a 'technological lanus' (Fig. 2). Because of this, the contribution will focus on the relationships between buildings and their contexts, assuming that the macro scale awaits the stresses that phenomena, such as climate, 'impose' on the envelopes, while at the micro scale, the new qualitative and performance responses offered by facade systems – innovative or not – that today characterize the contemporary architecture landscape.

In the final analysis, the challenges declared by this panorama seem to indicate the opportunity that the 'particular scale' of the building border has today to re-orient the meaning of 'versus', through its new capacities not to oppose but to co-manage the phenomenal complexity to which is subjected. It then seems useful to employ the multiscale approach to make explicit the dynamic, and therefore complex, relationships between the envelopes and context. 'Relationships' that are often not opposite-versus but positively un-directed, therefore, if controlled by the technological matrix, they express themselves in forms of virtuous qualitative synergies, thus contributing concretely to the realization of the desirable Renaissance, multiscalar, of the built environment and of the settled communities.

Terms of the discussion | As is well known, research practices from the earliest conceptual embryos have laid their foundations on the formulation of terminological frameworks, which are fundamental for the progress and development of the processes. In fact, 'esplicatio terminorum' have always been the constant reference for corrective steps and verifications. In this sense, for the term 'versus' its terminological root appears clear from which one wants to draw the cue of the argument, that is 'opposition, contrast' but, if one takes into account the Latin derivation of the same word the meaning changes and becomes: 'in the direction of', at the same time as 'going towards something new', etc. For this reason, it bears witness to a paradox that constitutes its considerable heuristic power: on the one hand, the sense of suspension, on the other, the sense of resistance, in opposition, in leaning against it.

Vs therefore condenses the founding position of semiotics, which affirms the 'relationship' as the basis of the meaning and considers positivity as an effect resulting from the exclusion of the opposite term (Deleuze, 2000). As stated in the introduction, the intention here is to make explicit the current character of the building envelopes, which are no longer conceived as an element that opposes a flow but, on the contrary, welcome it by controlling or, at least, opposing in an 'intelligent' way to the different relational 'verses' with the context.

In reference, instead, to the term multiscale, this requires greater specification given its implications with the different cultural assumptions involving the architectural sphere, starting with the link with the sphere of resilience, in general and the scale of the built environment, in particular. In fact, on the one hand, the concept raised some critical positions on the risks that this term brought to the lively debate, or the need to develop new ways

of approaching the changed relationship between the natural environment and the built environment. On the other hand, it seems undeniable that for the disciplines involved in the processes of intervention on the environment, the concept of multiscale has become a formidable reference tool (conceptual and operational) for the strategies inherent to the sustainable transformation of the territories.

On the socio-economic side, for example, there are positions such as Hassler e Kohler (2014). They claim that the history of scientific pathways has often illustrated how concepts and terms have produced opacity that have made it very difficult to achieve the set goals. In fact, referring this to the 'scales' of resilience, the scenario determines a very critical effect for the management, in general, of the built environment. In the sense that the multiscale of approaches, both the material and immaterial aspects of systems, could constitute a promising 'transdisciplinary bridge' for its resilient management but, this semantic and scalar overload seems to tarnish the opportunities for it.

On the side of the 'project' disciplines, it is useful to refer to different and interesting positions. In the urban planning field it is argued that multiscale should be interpreted as a strategic approach that looks at the scalar 'mediation' between the different dimensions of the contemporary urban phenomenon, overcoming boundaries and segmentations (Russo, 2015). Multiscale is also thought of as a possible urban design technique that, alongside the processes of territorial planning and programming, it has to consider simultaneously the effects that a transformation generates at different scales (Bevilacqua, 2009).

In the logic of multiscale, the positions expressed by the side of the Architecture project that is confronted with its characters when dealing with issues such as sustainability and/or digital control of choices. It recalls exactly what it means to reason in terms of spatial and temporal multiscale, as the theme of sustainability involves different scales: that of territory, urban, building, and the building component. Precisely because of its multiscale, this approach therefore requires different degrees of judgement and collection of information to support decisions, making it difficult to define a unique method to guide choices (Cominelli, 2017). On the other hand, it is also agreed that the fragmented issue of innovation in the project with the same attitude, remembering however that the multiscale is not only pertinence of the instrument or process, but prerogative of the project, domain of the contemporary designer» as well as the adoption of multiscale processes, integrated digitization, the interoperability of tools and the multidisciplinary of knowledge are attitudes that prove to be strategic for those who aim to collaborate with more globalized structures (Muzzarelli, 2016).

At the scale of the building and envelope systems, it is often pointed out that, although their 'multiple characters' are widely investigated by numerous instruments such as eco-profiles and eco-balances, the multiscale, vice versa, that reads the relationships between border and context, does not always focus on

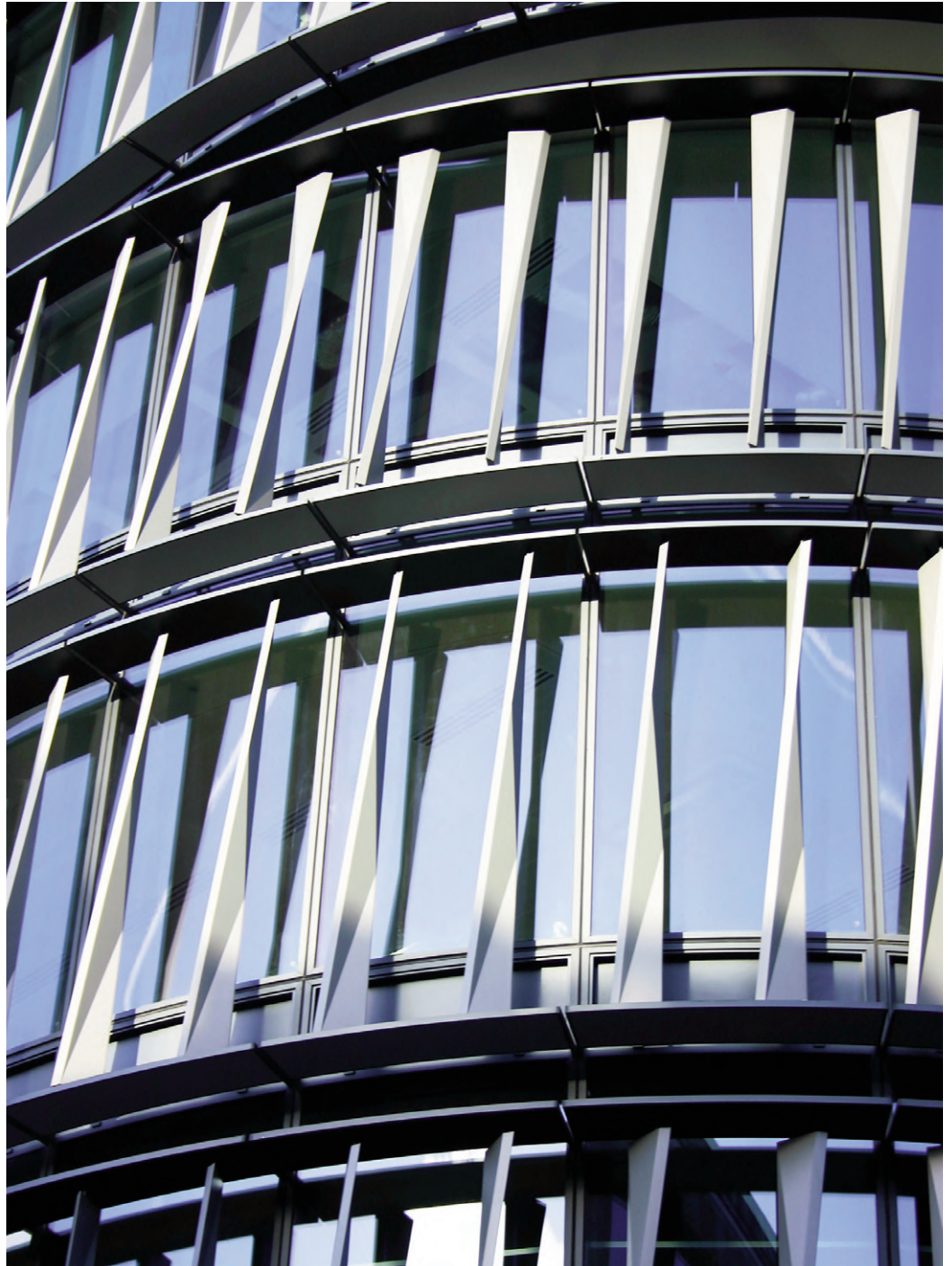


Fig. 4 | Smart Envelope, London (credit: M. Milardi).

the opportunities for adaptive responses offered by the components related to the 'micro' sphere, therefore by the virtuous dynamisms made possible by this (ARUP, 2015).

In view of the above, this discussion aims to substantiate the beneficial effects of the adaptive functioning of the 'new' building envelope on the built environment, in terms of a two-way response to stress. This response increases the resilient capacity of the contexts and, at the same time, 'covers' a scalar level of relationship still little investigated in management processes, resulting from environmental quality requirements. From this we can deduce the importance of experimentation aimed at the realization of adaptive envelopes in the responses to stress phenomena, today increasingly present in the urban environment.

Macro Phenomena and Response Scales | In

recent years the theme of climate change has developed and spread in an increasingly relevant way, bringing with it a greater awareness of the effects that this causes in human, environmental, social and economic terms. In the same way, it is evident how the effects caused by these changes reverberate on the buildings, taking the form like 'macro phenomenon that urges the entire building system'. The study of climate and its effects is one example of the intellectual and operational challenge that today is posed by complex systems and mathematical models that are the ideal tools to grasp its behaviour. It is consolidated that buildings and the urban environment are exposed to high risks caused by the effects of climate change, such as the increased frequency of strong



Fig. 5 | Strategies for biomimetic envelopes (elaboration: M. Milardi).

winds, increased heat from artificial surfaces (Urban Heat Island and Heat Wave), and heavy rainfall (Pluvial Flooding), as well as floods and fires that often accompany these extreme phenomena of great magnitude and strength.

This synthetic context shows how the 'macro' phenomena events linked to these well-known changes, direct efforts towards a concrete revision of design approaches, at various scales, in order to make the response of urban systems to the effects of climate change more effective. In this sense, the development of innovative strategies, methods and technologies to limit impacts on the built environment is increasingly required, taking into account that it is the built environment itself that triggers climate stress dynamics to be mitigated and, when possible, cancelled as they arise (Lucarelli, 2018).

Among the strategies identified to meet these demands, the mitigation strategy is consolidated, but the results of numerous experiences in the field have shown that it is necessary to complement the adaptation strategy, for example, with the range of adaptive options to the 'micro' scale constituted by contemporary building envelopes. This requires that the design of adaptive facades, especially for critical or sensitive environmental areas, be preceded by analyses aimed at: understanding the dynamics that influence the vulnerability of buildings, verifying the applicability of solutions and congruence to contexts, as well as, simulations and tests to assess the adequacy of responses.

It should be added that the current regulations on the set of requirements to be met,

combined with the requirements on the expectations of a 'new' comfort on the part of users, direct research activities towards the study of innovative solutions that acting on the building envelope are able to combine effective responses to the stresses arising from phenomena that often express their strength in synergistic forms, therefore more stressful. In this sense, in order to orient 'design and experimentation' towards the creation of dynamic and adaptive envelopes – on a micro basis – it seems important to define repositories of control systems and appropriate technologies, for the biunivocal response (versus) to the building/context relations that interdependently influence the microclimate of the urban space.

Micro answers: the role of the envelope | By the phenomenological scenario described above, it is clear how extreme climatic effects have in recent years passed from manifestations involving, in principle, poorly built areas to phenomena that invest densely built environments such as cities in an intensive way, often entering into synergy with the microclimate triggered by them. Referring this to the building scale, and since the assumption of how much the external surfaces affect the climatic-environmental variation of the urban context is now well established, research actions are now orienting towards envelope surfaces with adaptability characteristics such as to respond efficiently to the dynamic context and, at the same time, are able to absorb the effects generated by it (Milardi, 2018).

This panorama, in fact, seems to push the design of buildings towards new requirements that not only concern the sphere of canonical buildings but also others, such as the aerodynamic shape, geometry and positioning of surfaces and, above all, the revision and enhancement of the range of performance of the envelopes. In the field of Research and Development (R&D), in fact, there is not only an expansion of the types of facade, but above all, there is an extraordinary increase in innovation on the functionality and active response of the components.

It is undeniable how the approaches of dynamism, adaptivity, smart and active control, responsiveness, integration-hybridisation, biomimesis, etc., have radically changed the traditional concept of 'border', if not 'wall', with which building envelopes were conceived. Although since the 90s energy efficiency paradigms have given a strong acceleration to the innovative practices of envelope systems, it seems clear that, is only in recent years that the strategic 'contemporary duplicity' of the facade components, i.e. the capacity of the facades to 'oppose and admit' at the same time the different forcing flows (in or out) that urge the borders, is becoming clear. A capability that configures the envelopes as a 'two-faced lanus' that is able to select in a controlled way the positive or negative effects induced by the phenomena.

It is even clearer that the 'merit' of these new strategic behaviours is due to 'micro' elements that make it possible to achieve a new level of performance, for example, in terms of

global internal comfort obtained with low energy requirements. Moreover, when microelements scale to the level of materials, the contribution of nano-materials becomes even more evident, as for example in the first biomimetic applications to envelope systems. It is in this light that the opportunity offered by micro-components, often resulting from technology transfer processes, in envelope solutions aimed at new performance offerings in response to increasingly extreme stresses seems to be asserting itself. The envelope therefore acquires new specificities and new performances dictated by the need to be configured as an osmotic membrane, which can be graduated and capable of changing its dynamic-material behaviour as the stresses vary. It is therefore transformed into an element of selective mediation, able to control, activate and/or deactivate a series of signals, variable according to the macro phenomena to which it is subjected towards micro responses on which the design goals are centred.

The development of an 'active' envelope system is based on an in-depth knowledge of external climatic factors, the parameters that define the level of internal comfort and the performance of the materials that make it up. It is also true that, given the interaction with the other components and design parameters, the development of an efficient facade, requires experimentation aimed at demonstrating the possibility of equipping buildings with systems that offer 'dynamism' useful for the management of flows, for responses to macro phenomena that influence their qualitative and performance behaviour. For the purpose of a synthetic delimitation of the representative typologies, and referring to the by now exhaustive literature on the subject, only some characteristics of the dynamic envelopes with 'micro content' are reported, in which the multi-scale approach between the envelope and the context represents, already in the embryonic phase of the project, a *conditio sine qua non*.

The 'adaptive' envelope is defined as a locking system that has the ability to change its properties and flexibly control different parameters (Fig. 3). Adaptive change can be achieved in different ways: through chemical changes in the materials of which it is composed, through the movement of elements or by introducing airflows. The 'dynamic' envelope, in its widespread meaning, proposes a control based on the relationship between the external environment and the building with the possibility of managing the various flows through the modifications of the surroundings, shape, organization of spaces, configurations and actions of the components (Vv. Aa., 2018).

The smart-based envelope, intended as an intelligent system that manages energy sources from production to use, is characterized by connectivity and responsiveness, allowing the creation of 'sensitive and responsive' facades in terms of sensors and actuators that define its new character (Fig. 4). The biomimetic-based envelope, taking 'nature as a model, measure and mentor' (Benyus, 2009) through materials and components that react to environmental stimuli in an organic and passive way, it allows to create facades that change in their material-functional and language responses to the different stresses arising from the contexts (Fig. 5).

It is evident a wide and innovative field of technological options, at a dimensional (micro-macro) and functional (dynamism) scale, from which the whole design process can concretely draw and obtain support for its choices.

Final considerations | As a result of the above described, it is evident how the complexity of the interactions that are established between the building and its context, indicate the envelope as the focus of the relationships and, consequently, of everything that concerns its design. In particular, it emerges the need to investigate it at the different scales and in its complete systemic arrangement, through an integrated, synergic and sustainable approach,

which should be transferred to the critical readings of the macro and micro scale. This multiscale logic, among other things, should demonstrate how the 'response adjustments' offered by micro systems to new envelope dynamisms substantially affect the environmental quality levels of buildings and the climatic functioning of urban fabric.

It seems possible, therefore, to define a new envelope configuration, as 'micro-assisted adaptive'. This possible new type of envelope would represent a sort of 'staminal' component of the 'building organism', able to improve the performance capabilities necessary to combat extreme or intense climatic stress on the urban fabric. A facade system that provides a rapid response to the equally rapid response with which the conditions of the context change. The dynamic characters that connote the new borders are today the fundamental goal of the practices of technological innovation, thus highlighting the particular role that the microscale has for this demanding sphere. A further scalar level is nanotechnology, which is increasingly a key area of R&D in the 21st century, particularly in the building envelope. There is no doubt that these can offer applicable and sustainable solutions to contemporary architecture, supporting a concrete revision of design approaches. Nanotechnologies, in fact, make a 'dimensional leap', a leap of scale in order to interact with the Architecture project, thus incorporating into macro structures.

As defined and expressed, is clear how many lines of research could be developed around the themes discussed and how much these themes could offer to the various scales of the project, new opportunities for innovation, methodological apparatus, operational tools as well as a different approach to the management – for example, transdisciplinary and cognitive – of processes.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the Authors, who are part of the Research Unit AP-SIA (Analysis and Project for Sustainability and Environmental Hygiene) of the dArTe Department of 'Mediterranean' University of Reggio Calabria – Scientific Responsible: Prof. Maria Teresa Lucarelli. Mariateresa Mandagli e Caterina Claudia Musarella are Members of the TCLab Research Group of the 'Mediterranean' University of Reggio Calabria – Scientific Responsible: Prof. Martino Milardi.

References

- ARUP (2015), *City Resilience Framework*, Rockefeller Foundation. [Online] Available at: www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/City-Resilience-Framework-2015.pdf [Accessed 22 April 2020].
- Benyus, J. M. (2009), *Biomimicry – Innovation Inspired by Nature*, 4th ed., Harper Collins Perennial, New York.
- Bevilacqua, C. (2009), "Spatial Planning e Multiscalarità. I nuovi paradigmi dell'urbanistica contemporanea", in *Strill*, newspaper online, 15 September 2009. [Online] Available at: www.strill.it/rubriche/nuova-urbanistica-mediterranea/2009/09/spatial-planning-e-multiscalarita-i-nuovi-paradigmi-dellurbanistica-contemporanea/ [Accessed 22 April 2020].
- Cominelli, S. (2017), *Sostenibilità ambientale delle strutture alberghiere*. [Online] Available at: sostenibilitaambientaledellestrutturealberghiere.wordpress.com/2017/05/29/progettazione-architettonica-per-la-sostenibilita/ [Accessed 22 April 2020].
- Deleuze G. (2000), "Da che cosa si riconosce lo strutturalismo?", in Fabbri, P. and Marrone, G. (eds), *Semiotica in nuce – Volume I – I fondamenti e l'epistemologia strutturale*, Roma, Meltemi, pp. 91-110.
- Hassler, U. and Kohler, N. (2014), "Resilience in the built environment", in *Building Research & Information*, vol. 42, issue 2, pp. 119-129. [Online] Available at: doi.org/10.1080/09613218.2014.873593 [Accessed 22 April 2020].
- Lucarelli, M. T. (2018), "Verso una nuova centralità ecologica dell'ambiente costruito", in *Eco Web Town*, n. 18, vol. II, pp. 7-12. [Online] Available at: www.ecowebtown.it/n_18/pdf/18_02.pdf [Accessed 22 April 2020].
- Milardi, M. (2018), "Adaptive Models for the Energy Efficiency of Building Envelopes", in *Journal of Technology Innovations in Renewable Energy*, vol. 6, n. 4, pp. 108-117.
- Muzzarelli, A. (2016), "GIS e strumenti innovativi dell'analisi del territorio", in *Ingenio | Informazione tecnica e progettuale*, 21 January 2016. [Online] Available at: www.ingenio-web.it/5241-gis-e-strumenti-innovativi-dellanalisi-del-territorio [Accessed 22 April 2020].
- Russo, M. (2015), "Multiscalarità – Dimensioni e spazi della contemporaneità", in *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, n. 113, pp. 5-22. [Online] Available at: www.francoangeli.it/Area_RivistePDF/getArticolo.aspx?idArticolo=54705 [Accessed 2nd May 2020].
- Vv. Aa. (2018), *Advanced Building Skins – Proceedings of the 13th Conference on Advanced Building Skins 1-2 October 2018, Bern, Switzerland*, Advanced Building Skins GmbH, Wilen.