

INDICAZIONI PER UNA SOSTENIBILITÀ LOW-COST DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE EGIZIANA

INDICATIONS FOR LOW-COST SUSTAINABILITY IN EGYPTIAN RESIDENTIAL CONSTRUCTION

Karim Kesseiba, Mennat-Allah El-Husseiny

ABSTRACT

Sebbene in Egitto tecniche e materiali da costruzione sostenibili siano utilizzati da sempre nel settore residenziale, la richiesta di strategie per incrementarne la sostenibilità sta aumentando esponenzialmente. Lo studio presenta riflessioni su come e quanto una progettazione può essere sostenibile, non soltanto con sistemi altamente tecnologici, e allo stesso tempo accessibile in termini economici, analizza il contesto dei sobborghi del Cairo, illustra dei casi studio che hanno impiegato soluzioni a basso impatto ambientale e conclude con un quadro sinottico di strategie per la sostenibilità e l'accessibilità che possono essere utilizzate per l'edilizia residenziale.

Although sustainable building techniques and materials have always been used in the residential sector in Egypt, the calls for strategies to implement more environmentally friendly ways of the building have been rising. The study presents considerations on how and what can be done to make a sustainable and at the same time affordable design, not only with highly sophisticated systems; analyses the suburbs surrounding Cairo, describes case studies that have shown environmentally friendly solutions and concludes with a synoptic framework for affordable environmentally sustainable strategies which can be used for the housing sector.

KEYWORDS

sostenibilità a basso costo, settore dell'edilizia abitativa, materiali tradizionali, consapevolezza ambientale, Cairo

affordable sustainability, housing sector, vernacular materials, environmental awareness, Cairo

Karim Kesseiba, Architect and PhD, is an Associate Professor at the Department of Architecture, Faculty of Engineering at Cairo University (Egypt). Member of the Teaching Committee for Architectural Design Studios for Graduate and Undergraduate Programs, he carried out design and urban design programs for Kesseiba Consultants in Housing and Recreational Projects in Egypt and Gulf Countries. Mob. +20 100/000.34.31 | E-mail: karimkesseiba@yahoo.com

Mennat-Allah El-Husseiny, Architect and PhD, is an Assistant Professor at the Department of Architecture, Faculty of Engineering at Cairo University (Egypt). She is a Member of the Teaching Committee for the Double Master Program 'Revitalization of Historic City District', BTU-Cottbus-Cairo. Mob. +20 111/779.00.02 | E-mail: mennatallahelhusseiny@gmail.com

I metodi di costruzione sostenibile nel settore residenziale egiziano sono, da sempre, utilizzati come prassi corrente. Questo modo di costruire 'senza tempo' non ha soltanto modellato la personalità e l'identità della città vecchia, ma ha anche fornito alla stessa una resilienza sociale e ambientale che è maturata attraverso tutte le diverse fasi del processo edilizio, da quella ideativa alla scelta dei materiali di finitura. Il residenziale è il settore edilizio che maggiormente è in grado di contraddistinguere sia l'identità di una comunità sia l'immagine di una città e, se adeguatamente progettato, è anche capace di essere altamente resiliente.

La definizione di sostenibilità più rilevante, ai fini del presente studio, è quella proposta da Agyeman e Evans (2003, p. 36) come «the need to ensure a better quality of life for all, now and into the future, in a just and equitable manner». Tuttavia, il fenomeno della globalizzazione socio-economica ha anche coinvolto le comunità egiziane, attratte da una modernità che ha modificato il tradizionale metodo di costruzione sostenibile in uno meno sensibile all'impatto ambientale. La richiesta di strategie per la revisione e l'attuazione di sistemi costruttivi a basso impatto ambientale è in costante crescita, sia a causa del surriscaldamento globale che sta esponendo a grossi rischi l'ambiente urbano, sia a causa dell'aumento dei costi del combustibile e dell'elettricità che in Egitto pesa non poco a causa del taglio alle politiche di sovvenzionamento disposto dal governo.

La ricerca mira a fornire strategie per il miglioramento di una progettazione residenziale che contempli maggiori responsabilità sulle questioni ambientali e aspetti di resilienza per il particolare contesto sociale del Cairo. Il risultato atteso è un quadro sinottico delle principali teorie sull'argomento e di casi studio già analizzati, utile a fornire una visione d'insieme e una check-list a progettisti e responsabili politici, e a definire una guida per la sostenibilità a prezzi accessibili nel contesto egiziano, mantenendo un adeguato livello di resilienza nella città. Tale quadro punta sull'utilizzo di strumenti qualitativi e non quantitativi, dal momento che il suo obiettivo non è produrre un pro-

getto prestabilito bensì fornire un modello di riferimento per la futura espansione della città, soprattutto in considerazione del boom edilizio residenziale di massa che interessa le zone Est e Ovest del Cairo.

Sulla base di precedenti studi e osservazioni degli edifici contemporanei, le conclusioni vertono su valutazione della progettazione rispetto alla durata di vita degli edifici, costo e frequenza della manutenzione, consumo energetico per il riscaldamento e il raffreddamento, e infine emissioni di CO₂ durante la produzione dei materiali e nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'edificio. Al fine di dare maggiore valore scientifico alle conclusioni, è stato condotto un sondaggio, indirizzato agli architetti del Cairo, sul quadro sinottico relativo alle strategie teoriche d'intervento.

L'obiettivo principale del paper è capire come la sostenibilità possa essere economicamente accessibile non tanto in relazione ai sistemi altamente sofisticati, ma a partire dalla prima fase di progettazione fino alla scelta dei materiali da costruzione. Dopo aver illustrato le strategie di sostenibilità attuabili per la tipologia residenziale egiziana, il contributo propone l'analisi di progetti in cui la sostenibilità ambientale è già stata adottata, per poterne indagare strumenti e metodi. Successivamente, il paper riporta lo stato dell'arte relativo ai nuovi sobborghi che circondano la Grande Cairo, per sottolineare l'importanza di linee guida per la progettazione di edilizia residenziale a basso costo e a basso impatto ambientale, necessarie a favorire la costituzione di nuove comunità più resilienti.

Domanda di sostenibilità e consapevolezza ambientale

È importante chiarire i significati di 'sostenibilità' e di 'sviluppo sostenibile'. La definizione più rilevante di 'sostenibilità' è quella già citata da Agyeman e Evans (2003, p. 36) che ne fornisce una visione legata all'equità sociale, alla corretta distribuzione delle risorse e alla sua accettazione da parte di tutti i componenti della comunità; la stessa definizione è anche rilevante per comprendere il concetto di 'giustizia sociale' menzionato sempre da Agyeman e Evans (2003, p. 36), secondo i quali «[...]

environmental justice is based on the principle that all people have a right to be protected from environmental pollution and to live in and enjoy a clean and healthful environment».

La definizione più diffusa di 'sviluppo sostenibile' è invece quella fornita nel 1987 dalle United Nations (p. 16): «Sustainable Development is improving people's life-enabling habits to meet our needs in the present without compromising the ability of future generations to meet their needs». Il concetto di 'sostenibilità', in questa accezione, affronta le tematiche legate alla conservazione delle risorse per le generazioni future e a uno sviluppo contemporaneo ecosostenibile che non comprometta quelli successivi. Lo 'sviluppo sostenibile' richiede, quindi, il coinvolgimento di tutti gli Stati che devono impegnarsi in tre settori chiave: crescita economica basata sull'equità, conservazione delle risorse naturali, sviluppo ambientale e sociale. La difficoltà principale, che tuttavia non ha ostacolato lo sviluppo del contesto locale egiziano, è l'assenza di normative che impongano strategie sostenibili: un simile sviluppo avviene, quindi, senza alcuna considerazione di quella giustizia ambientale citata da Agyeman e Evans (2003).

Ciò è evidente nelle città che sono in crescente espansione, i cui nuovi quartieri (New Minya, New Alamein o New Rosetta) sono stati dotati di uguali regolamenti edilizi nonostante gli insediamenti urbani si trovino in zone climatiche differenti. Le politiche di sviluppo devono, invece, essere più specifiche e capaci di definire piani attuativi che soddisfino i criteri di sostenibilità, anche secondo le tempistiche e le modalità menzionate da Adams (2005, p. 15): «There are two primary avenues for introducing natural and alternative building methods to standard practice. The first is short term and project based specific, and the second involves change in the larger regulatory system». In risposta all'elevata domanda egiziana odierna, è quindi urgente definire strategie di sviluppo sostenibile per l'edilizia residenziale di massa e, in questo senso, il presente contributo si propone di tracciare una serie di linee guida a supporto della politica e dei progettisti. Il tipo di conflitto che si genera fra lo sviluppo e il rag-



Figg. 1, 2 | Hassan Fathy Architect, New Gurna (credits: archnet.org, 2019).



Fig. 3 | Ecolodge in Siwa (credit: adrereamellal.net, 2019).

giungimento della sostenibilità è stato definito da Campbell (1996) come il 'conflitto di proprietà'. Il paragrafo successivo ne studia i metodi sostenibili per analizzare meglio le politiche e le normative applicabili al fine di garantire una sostenibilità a prezzi accessibili.

Strategie sostenibili e costi accessibili: abitazioni vernacolari vs tecnologie per l'efficienza energetica | Secondo Olanrewaju et alii (2018), nella maggior parte dell'Egitto l'edilizia residenziale a prezzi accessibili rappresenta oltre il 70% del costruito ed è destinata a utenti con fascia di reddito medio-basso. L'assunto su cui si basa la ricerca è che nelle residenze sostenibili a basso costo, i materiali debbano essere naturali e atossici, mentre alle tecniche e alle tecnologie si richiede di soddisfare i principi di progettazione passiva, anche e soprattutto tramite la ventilazione naturale (Olanrewaju et alii, 2018). A tal proposito, Philokyprou et alii (2017) sostengono che l'architettura vernacolare si adatta bene alle condizioni climatiche locali, alle caratteristiche topografiche e alle risorse disponibili, in termini di modello d'inseadimento, di configurazione del volume dell'edificio, di disposizione degli spazi aperti e semiaperti, nonché in termini di materiali e di tecniche costruttive. Questo tipo di architettura, che può essere definita come 'ecosostenibile', con un impatto sull'ambiente e sul clima molto ridotto, ha stimolato, secondo Dabaieh (2014), la nuova produzione edilizia rispetto alle questioni sull'efficienza energetica.

Secondo Agyeman ed Evans (2003), la definizione di specifiche politiche di efficienza energetica rappresenta un ottimo strumento per attuare una 'giustizia ambientale' a supporto economico di quella popolazione che rientra nelle fasce a medio e a basso reddito. Tuttavia, in Egitto mancano ancora quadri normativi che agevolino modalità sostenibili di co-

struzione, nonostante il settore delle costruzioni incida per una quota importante nell'economia nazionale (El-Kabbany, 2013). Le principali iniziative 'sostenibili' sono per lo più legate alla sensibilità di quei privati che possono affrontare il costo di sistemi di misurazione intelligenti o di impianti fotovoltaici.

La scelta di materiali adeguati può contribuire sia alla sostenibilità della costruzione sia al miglioramento della qualità di vita degli utenti. A tal proposito, El-Kabbany (2013) riferisce che la terra è un materiale da costruzione diffuso, presente da tempo immemorabile nella storia dell'architettura tradizionale in Egitto: i tentativi di far 'riscoprire' l'importanza di questo materiale ecologico e naturale sono stati numerosi, così come le ricerche sperimentali condotte sull'utilizzo di blocchi di terra compressa e di terra battuta, anche con l'impiego di nanotecnologie (Scalisi and Sposito, 2015; Sposito and Scalisi, 2019); tuttavia, le sue potenzialità non trovano ancora applicazioni significative nella nuova edilizia.

L'architettura tradizionale egiziana ha dimostrato le potenzialità dei materiali e delle tecniche di costruzione locali, e come esse possano essere saggiamente utilizzate per creare abitazioni a basso costo e climaticamente confortevoli; tuttavia, questo tipo di architettura, con l'avvento delle tecnologie costruttive industrializzate, rischia di scomparire. Non sono mancati sforzi tesi alla rivalutazione e al riutilizzo della terracotta come materiale da costruzione, tanto da essere stata recentemente inserita tra i materiali sostenibili. Secondo El-Kabbany (2013), la terracotta può essere utilizzata come materiale da costruzione con due approcci diversi. Il primo è rappresentato dal progetto di Hassan Fathy a El-Gourna della metà del XX secolo e dal lavoro di Ramses Wissa Wassef a Harraneya (Figg. 1, 2): entrambi i progetti di unità residenziali dal basso

costo per le famiglie meno abbienti possono considerarsi come un corretto esempio di utilizzo di materiali e tecniche costruttive locali per un contesto appropriato. Sebbene in un primo momento tali progetti risultarono fallimentari rispetto agli obiettivi per i quali erano stati realizzati (la popolazione locale abbandonò le case o si rifiutò di viverci), successivamente, al di là delle aspettative, le stesse abitazioni attirarono un gran numero di altolocati, intellettuali e stranieri residenti in Egitto.

Da qui il secondo approccio, rappresentato sia dall'ultimo lavoro di Fathy, le residenze private per stranieri e ricchi intellettuali, sia da quelli a firma di suoi sostenitori e studenti, ovvero una serie di villaggi turistici sulla costa del Mar Rosso, eco-alberghi e strutture ricettive (Figg. 3, 4), classificabili tutti come esempi che utilizzano materiali e tecniche costruttive non corrette all'interno di un contesto inadeguato. Sebbene questo secondo approccio abbia avuto maggior successo e riscontro da parte di diversi professionisti e accademici, è possibile affermare che non ha raggiunto l'obiettivo primario che era quello di realizzare una 'edilizia residenziale sostenibile e accessibile' per le utenze meno abbienti.

Gli edifici sono responsabili di oltre il 40% del consumo totale di energia (UNEP, 2017). Una grande quantità viene consumata anche nelle diverse fasi del ciclo di vita dei materiali, dall'estrazione delle materie prime fino alla produzione dei prodotti finiti (Scalisi and Sposito, 2019); le industrie pesanti, ad esempio, per produrre cemento e acciaio ne consumano quantità elevatissime. Altra energia viene consumata durante la fase di costruzione, e altra ancora durante la fase di esercizio, ad esempio per il raffreddamento/riscaldamento degli ambienti, a garanzia del benessere termico-igrometrico degli utenti. A causa della poca disponibilità energetica, in Egitto si rende ancor più necessario elaborare strategie per contenerne il consumo energetico, puntando su materiali naturali a basso consumo e su soluzioni costruttive di tipo passivo. Queste considerazioni faranno parte del quadro sinottico in seguito proposto.

Rispetto all'accessibilità economica delle tecniche costruttive, risulta pertinente citare Sanya (2007, p. 22) che sostiene «[...] sustainability is not about the material but more about the nature of the processes to which the material is subjected», e Stulz e Mukerji (1993) per i quali le tecniche costruttive ottimali sono legate ai materiali utilizzati, che non devono essere scelti solo per il basso costo o per l'abbondante disponibilità ma perché sono prodotti localmente o lo sono in parte. In relazione a ciò, risultano importanti l'ubicazione della fabbrica di produzione, le macchine e le attrezzature utilizzate, il consumo energetico per la produzione, la quantità di rifiuti e l'inquinamento prodotto, ma anche il contesto climatico di riferimento e le misure di sicurezza contro eventuali pericoli esterni. Gli ultimi tre fattori da considerare riguardano il programma di trasferimento tecnologico ai costruttori locali, la possibilità di effettuare riparazioni e sostituzioni in loco, e l'accettabilità sul piano sociale, tutti fattori direttamente correlati alle politiche di progettazio-

ne, di costruzione e di accessibilità economica.

Le periferie del Cairo: analisi e critica | I sobborghi che oggi sorgono a Est e Ovest del Cairo erano stati pensati per diminuire la densità abitativa e la pressione antropica sul centro urbano, per alleviare, secondo Hafez (2017), i problemi di 'sostenibilità ambientale' che gravavano la città vecchia. Tuttavia, la mancanza di norme, di regolamenti e d'incentivi hanno portato i costruttori edili e le società immobiliari a realizzare complessi residenziali e unità abitative senza tenere conto della questione ambientale, ad eccezione di pochi interventi di facoltosi privati che hanno dotato le proprie abitazioni in cemento armato con pannelli fotovoltaici (Figg. 5, 6). Altro esempio di recente insediamento 'deregolamentato' è quello del complesso di ville a Sheikh Zayed (Figg. 7, 8): orientamento planimetrico, strutture in cemento armato, mattoni rossi di rivestimento, presenza di ampi spazi aperti con aree utilizzate come campi da golf (che necessitano di una continua irrigazione), costituiscono solo alcuni elementi di un abaco di soluzioni progettuali molto lontane dai più basilari principi della progettazione ambientale.

Infine, è da segnalare il progetto della Orascom Development per un complesso residenziale destinato a persone dal reddito medio a 6th of October City: Haram City, sviluppata a partire dal 2007 per incentivare l'utilizzo di un sistema costruttivo a pareti portanti (Fig. 9), era pensata con tipologie di alloggi a basso costo e impatto ambientale simile a quelle realizzate a El-Gouna nel Mar Rosso. Tuttavia, a causa di problemi tecnici sopravvenuti nella prima fase di costruzione, il nuovo complesso residenziale ha utilizzato blocchi di calcestruzzo (Fig. 10), perdendo anche in questo caso l'opportunità di sperimentare un nuovo insediamento sostenibile per le classi meno abbienti.

Strategie sostenibili per residenze accessibili | Questo paragrafo analizza le principali strategie da attuare nella realizzazione di residenze ecosostenibili a basso costo. L'analisi parte dall'esigenza di migliorare l'efficienza energetica delle abitazioni in Egitto e si fonda su uno studio realizzato al National Housing and Research Centre egiziano che dimostra come gli incentivi economici per ridurre l'impatto dell'edilizia sull'ambiente riescano a sensibilizzare l'opinione pubblica verso l'impiego di soluzioni e strumenti ecosostenibili.

In Egitto, il problema dell'efficienza energetica è iniziato a emergere quando il Governo ha deciso di realizzare nuovi insediamenti nelle aree desertiche a ridosso dei centri abitati, senza tenere conto delle condizioni climatiche e delle esigenze di comfort degli occupanti: l'intensità delle radiazioni solari e l'assenza di nuvole del cielo sono le principali cause dell'estremo livello di riscaldamento locale. Inoltre, l'architettura tradizionale, che ben si adattava alle condizioni climatiche del luogo, risulta poco compatibile con l'attuale offerta tecnologica, e quindi poco attrattiva per la società contemporanea. A causa delle limitate disponibilità finanziarie del ceto medio-basso, gli apparecchi per la climatizzazione degli ambienti sono



Fig. 4 | El-Gouna, Red Sea (credit: archnet.org, 2019).

poco diffusi e, se presenti, utilizzati solo in periodi estremamente caldi. In generale, i dati sul loro consumo energetico sono allarmanti, poiché circa il 60% dei consumi di picco dello Stato è imputabile alla climatizzazione (Attia, 2009).

Una soluzione alternativa è offerta comunque dalla ventilazione naturale: il Malqaf è tradizionalmente utilizzato come soluzione per garantire un efficace raffrescamento, assicurare una buona ventilazione interna generando un flusso d'aria fresco anche in assenza di vento, proteggere dalle radiazioni solari dirette e dalla sabbia senza penalizzare l'illuminazione naturale degli ambienti. In base ai risultati della ricerca condotta da Attia (2009), al Cairo il vento, che ha una velocità media di circa 4 m/s e soffia prevalentemente verso Nord e in misura limitata verso Sud, può essere sfruttato per la ventilazione naturale nei periodi in cui le temperature esterne raggiungono livelli inaccettabili. Inoltre, Abidin (1982) ha studiato un approccio bioclimatico per la progettazione di edifici passivi in contesti semidesertici e nei climi caldi in Egitto, basandosi sulla ventilazione naturale e sui modelli di flusso d'aria all'interno e all'intorno degli edifici. I sistemi di ventilazione naturale e incrociata, il calcolo dei rapporti aero-illuminanti, l'orientamento dell'edificio rispetto alla direzione prevalente dei venti e i camini solari, rappresentano solo alcune delle soluzioni più interessanti per il benessere termogrometrico degli utenti.

L'edificio sperimentale, preso in esame in questo scritto, è stato costruito dalla HBRC al Cairo nel 2011, come risultato della collaborazione e del trasferimento tecnologico con l'Auroville Earth Institute of India, fondato nel 1989 con l'obiettivo di ricercare, di sviluppare e di trasferire tecnologie costruttive basate sull'uso della terra. L'edificio è stato realizzato da un team di esperti egiziani con pareti portanti (cm 25 di spessore) e con volte e cupole, queste

ultime sviluppate dall'Istituto (Figg. 11, 12). I blocchi pressati utilizzati, stabilizzati con il 5% di cemento, sono di due formati, uno più grande (cm 24 x 24 x 13) per le murature e uno più piccolo (cm 14 x 7 x 5) per le cupole e le volte; otto persone sono riuscite a produrre circa 800 blocchi al giorno.

La progettazione della miscela d'impasto, l'analisi chimico-fisica della terra, la progettazione strutturale e le verifiche di resistenza alla compressione sono state effettuate nei laboratori HBRC (Figg. 13, 14). Per poter supportare il peso delle cupole e delle volte, si è reso necessario l'inserimento di cordoli lungo tutto il perimetro del fabbricato. Il progetto della HBRC è stato pensato inizialmente per le abitazioni del Productive Low Cost Environmentally Friendly Village (PLEV) nella città di Fayoum, ma a causa dei ritardi nella realizzazione del villaggio la destinazione è stata modificata in uffici e centro di formazione per la stessa HBRC (AVEI, 2012).

Le citate considerazioni su materiali, sulle tecniche e tecnologie costruttive, nonché sulla sostenibilità energetica e ambientale, sono riassunte nel quadro sinottico della Figura 15, come supporto alla politica e ai designer nelle fasi di pianificazione e di progettazione di una edilizia residenziale sostenibile e a basso costo, nel contesto egiziano. La struttura del quadro sinottico si compone di tre assi sequenziali principali. Nella fase decisionale, il progettista dovrebbe indirizzare le proprie scelte verso le soluzioni più sostenibili per l'ambiente e meno verso quelle che impiegano sistemi tecnologicamente sofisticati, come è stato fatto nel caso sperimentale dell'HBRC. I designer dovrebbero, inoltre, durante la fase di progettazione prestare attenzione all'orientamento degli edifici e alle tipologie di copertura per ridurre i carichi termici interni, ma anche al posizionamento delle aperture soprattutto sui fronti meridionale e occidentale (valutando con attenzione le op-



Figg. 5, 6 | Private Villas in Sheikh Zayed; Housing blocks in Sheikh Zayed (credits: El-Husseiny and Kesseiba, 2019).

zioni per la ventilazione trasversale) o all'uso di torri del vento.

Il secondo asse, relativo alla fase di costruzione, prevede l'impiego di materiali preferibilmente naturali, locali e con una energia incorporata ridotta; in particolare, si sconsiglia l'uso di isolanti a base di petrolio e si incentivano invece quei sistemi di produzione dell'energia che impiegano fonti rinnovabili. Infine, il terzo asse sull'accessibilità economica fornisce strategie affinché un'utenza egiziana più ampia possa acquistare abitazioni più sostenibili. A tal proposito, possono essere risolutivi gli incentivi economici per l'utilizzo di materiali naturali e/o prodotti con basso consumo energetico o di tecniche di costruzione tradizionale, ma anche per soluzioni progettuali finalizzate al contenimento dei consumi energetici e idrici, che rappresentano questioni cruciali per l'Egitto. Altri incentivi, sotto forma di contributo o di sgravio fiscale, potrebbero riguardare i sistemi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Conclusioni | La ricerca illustrata ha l'obiettivo di individuare strategie e criteri idonei per una costruzione a basso costo ma anche con una maggiore sostenibilità ambientale, ciò in ragione del fatto che se le architetture vernacolari sono in grado di assicurare comfort termico e accessibilità alle diverse fasce di reddito, lo studio sull'edilizia residenziale contemporanea del Cairo dimostra che gli interventi attenti all'impatto ambientale sono alquanto limitati, e comunque relegati a poche illuminate iniziative a opera di facoltosi privati.

I casi studio che sono stati presentati hanno adottato tecniche tradizionali, talvolta sperimentali, ma non sono riusciti ad avere una diffusione tale da divenire riferimento per le residenze a medio o basso reddito. Il limite della ricerca sta nel mancato studio di una residenza tipo che avrebbe dato maggiore sostegno alle indicazioni presentate nel quadro sinottico. L'importanza di questo primo studio comunque è dimostrata dalle risultanze di un'intervista condotta a 40 professionisti tra architetti, consulenti e ingegneri edili che operano nel settore da diversi anni.

Se la totalità degli intervistati concorda sul fatto che già nella fase di progetto si debbano prevedere tecniche, tecnologie e materiali sostenibili, il 72,5% ritiene che, nel contesto egiziano, esse si possano realizzare solo parzialmente. Mentre il 20% sostiene che l'edilizia sostenibile non sia conveniente, solo il 7,5% è convinta del contrario. Il 40% degli intervistati egiziani ha progettato almeno una casa ecosostenibile, utilizzando tutte o alcune soluzioni come la ventilazione incrociata, trattamenti di coperture contro la dispersione termica, materiali locali e/o naturali, un corretto rapporto tra superfici aero-illuminanti e massa termica.

I sistemi di ventilazione naturale meno tenuti in considerazione sono state le torri del vento e i cortili interni. Il 55% ritiene che l'architettura vernacolare per le abitazioni egiziane a basso e medio reddito sia adeguata ma solo in una certa misura, il 32,5% la ritiene adeguata e solo il 10% ha risposto che non è adeguata. Infine, le tre categorie più condivise dagli intervistati sono state i materiali locali (92,5%), la ventilazione naturale (77,5%) e il risparmio idrico (57,5%). L'indagine fornisce un abaco di soluzioni non molto distanti da quelle riportate nel quadro sinottico; la ventilazione naturale non è ritenuta di primaria importanza, il che, insieme al limitato numero di applicazioni esistenti, apre a futuri approfondimenti di ricerca.

Sustainable construction methods in the Egyptian residential sector have always been used as current practice. The timeless way of building not only shaped the character and identity of the older city, however, also provided a sort of social and environmental resilience to the city gained through all the phases of the construction process, starting from early design decisions up till the finishing materials used in the building. The residential sector is the building sector that is better able to distinguish both the identity of a community and the statement of a city and, if properly designed, is also able to be highly resilient.

The most relevant definition of sustainabili-

ty for this study is the one proposed by Agyeman and Evans (2003, p. 36) as, «the need to ensure a better quality of life for all, now and into the future, in a just and equitable manner». However, the phenomenon of socio-economic globalization has also involved Egyptian communities, attracted by a modernity that has changed the traditional method of sustainable construction into one less sensitive to environmental impact. The calls for strategies to re-address and implement more environmentally friendly ways of building have been rising, both because of the global warming that is exposing the urban environment to serious risks, and because of the increase in fuel and electricity costs that in Egypt weighs heavily due to the cut in subsidization policies issued by the government.

The research aims to provide strategies for the improvement of residential design that includes greater responsibility for environmental issues and resilience aspects for the particular social context of Cairo. The expected result is a synoptic frame of main theories and case studies already analyzed, useful to provide an overview and check-list for designers and policymakers, and to suggest guidelines for affordable sustainability in the Egyptian context, maintaining an adequate level of resilience in the city. This framework focuses on the use of qualitative and non-quantitative tools since its objective is not to produce a pre-established project but to provide a reference model for the future expansion of the city, especially with the mass-housing boom occurring nowadays to the East and West of Cairo.

The conclusion, as a result of its studies and observations of contemporary buildings, focuses on the design considerations of building life cycle, cost and frequency of maintenance, energy consumption for heating and cooling, CO₂ emissions during the manufacturing of materials, construction and building operation phases. To give greater scientific value to the conclusions, a survey on theoretical intervention strategies, addressed to the architects of Cairo has been conducted.

The main objective of the paper is to un-

derstand how sustainability can be affordable not only limited to highly sophisticated systems but from the design phase up till the construction materials. After illustrating the sustainability strategies related to the Egyptian residential building type, the work proposes the analysis of projects in which environmental sustainability has already been adopted, to investigate tools and methods implemented. Subsequently, the paper shows the new suburbs surrounding Greater Cairo, to underline the importance of guidelines for sustainable and affordable residential design which can help in more resilient housing communities in the future.

Calls for sustainability and environmental awareness | It is important to clarify the meaning of 'sustainability' and 'sustainable development'. The definition of 'sustainability' most relevant is the one explained by Agyeman and Evans (2003, p. 36) that provides a view of sustainability in relation to equity, a correct distribution of resources and acceptance for all members of the community; the same definition is relevant for understanding the concept of 'social justice' also explained by Agyeman e Evans (2003, p. 36) who say, «[...] environmental justice is based on the principle that all people have a right to be protected from environmental pollution and to live in and enjoy a clean and healthful environment».

The most common definition of 'sustainable development' is the one given in 1987, by the United Nations (p. 16), «sustainable development is improving people's life-enabling habits to meet our needs in the present without compromising the ability of future generations to meet their needs». This definition tackled many issues that reflect on the preservation of resources for the next generations, and to provide development in the present which does not compromise development in the future. 'Sustainable development', therefore, requires the involvement of all States that should engage in three key areas; economic growth and equity, conserving natural resources and the environment and social development. The main challenge while enabling for development, especially in the Egyptian local context, is the absence of regulations which organize sustainable strategies: such a development takes place without any consideration for that 'environmental justice' reported by Agyeman e Evans (2003).

This is evident in booming cities, whose new suburbs (New Minya, New Alamein or New Rosetta) have been endowed with the same building regulations although the urban settlements are located in different climate zones. Development policies, on the other hand, have to be clear and provide action plans to meet the sustainability criteria, also in accordance with the timeframes and procedures mentioned by Adams (2005, p. 15): «There are two primary avenues for introducing natural and alternative building methods to standard practice. The first is short term and project-based specific, and the second involves change in the larger regulatory system». In response to high Egyptian demand, it is, therefore, urgent to adopt sustainable development strategies

for mass house building; this paper helps in setting out guidelines for policymakers and designers. This type of conflict that occurs between development and achieving sustainability has been explained by Campbell (1996) as 'the property conflict'. The next section focuses on sustainable methods to analyze the policies and frameworks which can be extracted to provide for affordable sustainability.

Sustainable strategies and affordable costs: Vernacular buildings Vs energy efficiency technologies | According to Olanrewaju et alii (2018), affordable housing accounts more than 70% of buildings in most Egypt and is intended for people falling in a medium-income range and below. The scope of this research is that sustainable materials for housing should be healthy, natural and nontoxic while techniques



Fig. 7 | Allegria Compound master plan in Sheikh Zayed (credit: beverlyhillsegyp.com, 2019).

Fig. 8 | Beverly Hills master plan in Sheikh Zayed (credit: beverlyhillsegyp.com, 2019).



Fig. 9 | Haram City in 6th of October Suburb (credit: orascomhc.com, 2019).

Fig. 10 | Haram Life in 6th of October Suburb (credit: orascomhc.com, 2019).

and technologies are required to incorporate passive design principles, also and above all through natural ventilation (Olanrewaju et alii, 2018). In this regard, Philokyprou et alii (2017) assert that vernacular architecture adapts well to the local climate, topographical features and available resources, in terms of settlement pattern, building volume configuration, semi-open and open space arrangement as well as in terms of materials and construction techniques. This type of architecture, which can be defined as 'eco-sustainable', climate and environmentally friendly, according to Dabaieh (2014), has stimulated new building production concerning energy efficiency issues.

According to Agyeman and Evans (2003), the definition of specific energy efficiency policies for middle and low-income housing is an excellent method to implement an 'environmental justice' in support of assisting the less

capable population. However, even though the construction sector has a large share in the national economy (El-Kabbany, 2013), in Egypt there is still a lack of regulatory frameworks to facilitate sustainable ways in the building. The main 'sustainable' initiatives are mostly linked to the sensitivity of those individuals who can afford the cost of smart meters or solar photovoltaic systems.

Efforts for improving suitable building materials still need to be more effective to improve building sustainability and user quality of life. With regard to this, El-Kabbany (2013) explains that Earth has been an ancient and a widespread building material for vernacular and popular construction in Egypt: there have been several attempts to rediscover the importance of this ecological and natural material, as well as experiments using the techniques of compressed earth block and rammed earth have

been undertaken, even using nanotechnology (Scalisi and Sposito, 2015; Sposito and Scalisi, 2019); however, its potential cannot be yet significantly applied in new construction sector.

The popular architecture, in Egypt, has demonstrated the potential of building materials and the potential of local construction techniques and how it can be wisely utilized to provide its inhabitants with an affordable shelter and a comfortable microclimate. However, this type of architecture is rapidly vanishing with the rise of industrialized building technologies. Efforts to use earth as a building material have not stopped, so much so that it has recently been included among the sustainable materials. According to El-Kabbany (2013), earth can be used as a building material with two different approaches. The first approach is represented in Hassan Fathy's early work in El-Gourna in the middle of the twentieth century, and in Ramses Wissa Wassef's work in Harraneya (Fig. 1, 2); both low-cost residential unit projects for poor households can be described as the right utilization of the material or technique within its appropriate context. Although at first, these projects failed in terms of achieving their goal (the local people have abandoned the houses or refused to live there), later, beyond expectations, the same houses attracted a large number of high-ranking intellectuals and foreigners living in Egypt.

From here the second approach, represented both by Fathy's latest work, the private residences for foreigners and rich intellectuals, and by his followers and students, or to a series of tourist villages on the Red Sea coast, eco-hotels and accommodation facilities (Fig. 3, 4), all classifiable as examples that use incorrect materials and construction techniques within an inadequate context. Although this second approach has been more successful and has been supported by various practitioners and academics, it had not succeeded in achieving its primary goal which was providing affordable and sustainable housing for the people.

Buildings account for more than 40% of total energy consumption (UNEP, 2017). A large quantity is also consumed in the different phases of the life cycle of the building materials, from the extraction of raw materials to the manufacturing phase (Scalisi and Sposito, 2019): heavy industries, for examples, such as cement and steel, consume a great amount of energy during their production. This is in addition to the energy consumed during the construction phase as well as the energy used for cooling/heating to ensure the thermo-hygrometric well-being of users. Due to the restricted sources of energy, in Egypt it is even more necessary to develop strategies to contain energy consumption, focusing on natural materials with low energy use and passive construction solutions. These considerations will be introduced in the synoptic framework proposed below.

Regarding affordable construction techniques, it is worth mentioning what (Sanya, 2007, p. 222) explains as «[...] sustainability is not about the material but more about the nature of the processes to which the material is

subjected», and Stulz and Mukerji (1993) for whom the appropriateness of construction technology is linked to the materials used, that should not be chosen on the basis of being cheap and abundant but because they are locally or partially produced. In this respect, the location of the production factory, the machinery and equipment used, the energy consumption for the production, the amount of waste and the pollution produced, but also the climatic context of reference and the security measures against possible hazards, are important. The last three points are whether its technology can be easily transferred to the local builders, the possibility of repairs and replacements with local means and finally social acceptability, all factors directly related to design, construction and affordability policies.

Cairo's Suburbs: Analysis and Critique | Suburbs around Cairo, either to the east or to the West were originally designed to reduce population density and anthropogenic pressure over the urban centre, to alleviate, according to Hafez (2017), the problems of 'environmental sustainability' that burdened the old city. However, the lack of codes, regulations and incen-

tives resulted that the larger masses of housing developers and real-estate companies, produced housing compounds and homes which have minimal environmental and sustainable aspects, with the exception of a few wealthy private individuals attempts who have equipped their homes built of reinforced concrete with photovoltaic panels (Fig. 5, 6). An example of a recent 'deregulation' in the housing sector is the villa complex at Sheikh Zayed (Fig. 7, 8): the master plan orientations, concrete structures and red facing, the presence of huge open spaces of golf courses (that require continuous irrigation), are just a few elements of an abacus of design solutions very far from the most basic principles of environmental design.

Finally, the Orascom Development project for a residential complex for middle-income people in 6th of October City should be noted: Haram City, developed in 2007 to encourage the use of wall bearing construction methods (Fig. 9), was designed to reduce costs and to provide a model for low-cost housing similar to its initiatives in El-Gouna in the Red Sea. However, due to technical problems during the first phase of construction, the new resi-

dential complex used concrete blocks (Fig. 10), losing again the opportunity to create a new sustainable urban setting for the poorest.

Sustainable strategies for affordable residences | This section analyses the main strategies to be implemented in the construction of affordable sustainable housing. The analysis starts from the need of improving the energy efficiency of houses in Egypt and is based on a study carried out at the Egyptian National Housing and Research Centre which shows how economic incentives, to reduce the impact of construction on the environment, can raise public awareness to adopt more environmentally friendly tools.

The climate problem in Egypt began to be more evident when the Egyptian government constructed number of new communities in the desert surrounding existing cities without considering any importance for the climate conditions and comfort of occupants: the intensity of solar radiation and the absence of clouds in the sky are the main causes of the extreme level of local warming. Furthermore, the traditional architecture, which was well adapted to the climatic conditions of the place,



Fig. 11-14 | HBRC experiments (credits: Auroville Earth Institute, 2019).



Fig. 15 | Framework for affordable sustainability in the housing sector in Egypt (credit: El-Husseiny and Kesseiba, 2019).

is not compatible with the current technological offer, and therefore not very attractive for contemporary society. In general, the data on energy consumption are alarming, since around 60% of the State's peak consumption is due to air conditioning (Attia, 2009).

Natural ventilation is also an alternative solution: the Malqaf has been used as a solution to ensure natural ventilation by allowing cooler air movement, allow sufficient lighting, avoid offensive glare and reduce the sand and dust in prevalent winds. By the results of a research carried out by Attia (2009), the average wind speed in Cairo, is approximately 4 m/s, while the prevailing wind direction is north and to a limited extent south. For that reason, wind can be used efficiently for natural ventilation at times when outside temperatures have reached unacceptable levels. In addition to this, Abdin (1982) studied a comprehensive bio-climatic approach for housing design in semi-deserts and hot climates within Egypt, which focused on natural ventilation and airflow patterns in and around buildings. Natural and cross ventilation systems, the window-to-wall ratio and building orientation relative to prevailing winds direction and solar chimneys to reduce the heat gain, are just some of the most interesting solutions for the thermo-hygrometric well-being of users.

The experimental building to be analyzed here was built by the HBRC in its Cairo head-

quarters in 2011, as a collaboration and technology transfer with the Auroville Earth Institute in India. Founded in 1989, Auroville's mission was to research, develop, promote and transfer earth-based technologies. The building was designed by a team of Egyptian experts with bearing walls (25 cm thick), vaults and domes, the latter developed by the Institute (Fig. 11, 12). The pressed blocks used, stabilised with 5% cement, have two sizes, one larger (24 x 24 x 13 cm) for the walls and one smaller (14 x 7 x 5 cm) for the domes and vaults; eight workers could produce approximately 800 blocks per day.

The mix design, soil analysis, structural design, and compression strength tests were all done in the HBRC laboratories (Fig. 13, 14). To support the weight of the domes and vaults, it was necessary to insert curbs along the entire perimeter of the building. This experimental project was done as a model for the Productive Low-Cost Environmentally Friendly Village (PLEV), which had been planned by HBRC to be constructed in Fayoum city. The initial plan was to build a house prototype on the project's site, but due to delays that happened to the PLEV start-up, the plan was changed to the construction of an office and training centre, to be located on the premises of HBRC in Cairo (AVEI, 2012).

The above considerations on materials, construction techniques and technologies, as

well as on energy and environmental sustainability, are summarized in the synoptic framework of Figure 15, as support to policy and designers in the planning and design decision phases to provide affordable housing suitable for the Egyptian housing sector. The structure of the synoptic framework has three main sequential axes. In the decision phase, the designer should take more environmentally sensitive decisions not merely based on sophisticated systems, as was done in the experimental case of the HBRC. Designers should also, during the design phase, pay attention to the orientation of buildings and types of roofing to avoid overheating, but also the positioning of openings especially on the southern and western fronts (carefully considering options for cross-ventilation) or to the use of wind catchers.

The second axis, relating to the construction phase, involves the use of natural and local materials with a reduced embodied energy; it is crucially important to avoid tar-based insulation materials and other pollutants using, instead, renewable sources. Finally, the third axis on affordability provides strategies for wider Egyptian users to buy more sustainable homes. In this regard, economic incentives for natural materials and/or products with low energy consumption or traditional construction techniques; and also incentives for design solutions aimed at containing energy and water consumption, which are crucial issues for Egypt,

can be decisive. Other incentives, in the form of a contribution or tax reduction, could concern systems for the production of electricity from renewable sources.

Conclusion | The research aims to identify strategies and criteria suitable for low-cost construction but also with greater environmental sustainability. This is due to the fact that, while vernacular architectures enhanced thermal comfort and affordability to different income brackets, the study on contemporary residential construction in Cairo shows that interventions to environmental impact are rather limited, and in any case merely related to a few wealthy private individuals attempts. The case studies which have been showcased have adopted traditional techniques, sometimes experimental, without actual spread and usage in the housing typology for middle or low-income housing. The limitations of the research are the lack of a comprehensive affordable contemporary sustainable model in the Egyptian housing sector which would have given greater support

to the indications presented in the synoptic framework. The importance of this first study, however, is demonstrated by the results of a survey among 40 professionals including architects, consultants and construction engineers who have been working in the sector for several years.

While all respondents agree that sustainable techniques, technologies and materials should already be considered in the design phase, 72.5% believe that, in the Egyptian context, they can only be achieved in part. While 20% claim that sustainable construction is not affordable, only 7.5% believe otherwise. 40% of Egyptian respondents designed at least one sustainable house, using all or some solutions such as cross-ventilation, roof treatments, local and/or natural materials, and finally the openings ratios and transforming masses for less thermal intensity.

The least aspect taken into account was wind catchers and courtyards for natural ventilation. 55% responded that it is adequate to a certain extent to use vernacular architecture in

middle-income housing in Egypt while 32.5% responded that it is adequate and only 10% responded that it is not adequate. Regarding the adequacy of social acceptance to low-cost materials, 10% responded it is not adequate. Finally, the three most selected categories from respondents were local materials (92.5%), natural ventilation (77.5%) and water consumption (57.5%). The survey provides an abacus of solutions not far from those reported in the synoptic picture; natural ventilation is not considered of primary importance, which, together with the limited number of existing applications, opens up to future research.

References

- Abdin, A. R. (1982), *A Bio-Climatic Approach to House Design for Semi-Desert and Hot Climates – With Special Reference to Egypt*, Master Thesis, Department of Architecture and Building Science, University of Strathclyde-Glasgow. [Online] Available at: ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.310351 [Accessed 3 November 2019].
- Agyeman, J. and Evans, T. (2003), “Toward Just Sustainability in Urban Communities: Building Equity Rights with Sustainable Solutions”, in *the ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, vol. 590, pp. 35-53. [Online] Available at: www.jstor.org/stable/3658544?seq=1#page_scan_tab_contents [Accessed 3 November 2019].
- Attia, S. (2009), “Designing the Malqaf for summer cooling in low-rise housing, an experimental study”, in Demers, C. and Potvin, A. (eds), *PLEA 2009 – Architecture Energy and the Occupant's Perspective: Proceedings of the 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Quebec City, Canada, 22-24 June, Les Presses de l'Université Laval. [Online] Available at: orbi.uliege.be/bitstream/2268/167581/1/Attia_Designing%20the%20Malqaf%20for%20summer%20cooling%20in%20low-rise%20housing%2c%20an%20experimental%20study.pdf [Accessed 3 November 2019].
- AVEI – Auroville Earth Institute (2012), *AVEI Newsletter 2*. [Online] Available at: www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/2012-01-avei-newsletter.pdf [Accessed 3 November 2019].
- Campbell, S. (1996), “Green Cities, Growing Cities, Just Cities? Urban Planning and the Contradictions of Sustainable Development”, in *Journal of American Planning Association*, vol. 62, issue 3, pp. 296-312. [Online] Available at: doi.org/10.1080/01944369608975696 [Accessed 3 November 2019].
- Dabaich, M. (2014), “Energy efficient design strategies for contemporary vernacular buildings in Egypt”, in Correia, M., Carlos, G. and Rocha, S. (eds), *Vernacular Heritage and Earthen Architecture – Contributions for Sustainable Development*, CRC Press/Balkema, Leiden, The Netherlands, pp. 599-604.
- Adams, C. (2005), “The Realities of Specifying Environmental Building Materials”, in Elizabeth, L. and Adams, C. (eds), *Alternative Construction – Contemporary Natural Building Methods*, Wiley, New York, pp. 9-18.
- El-Kabbany, M. F. (2013), *Alternative Building Materials and Components for Affordable Housing in Egypt Towards Improved Competitiveness of Modern Earth Construction*, Degree of Master of Science in Integrated Urbanism and Sustainable Design, Ain-Shams University, University of Stuttgart. [Online] Available at: iusd.asu.edu.eg/wp-content/uploads/2015/11/1stInt_El-Kabbany.pdf [Accessed 3 November 2019].
- Hafez, R. M. (2017), “New cities between sustainability and real estate investment: A case study of New Cairo city”, in *HBRC Journal*, vol. 13, issue 1, pp. 89-97. [Online] Available at: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404815000188 [Accessed 3 November 2019].
- Olanrewaju, A. L., Tan, S. Y. and Abdul-Aziz, A.-R. (2018), “Housing providers' insights on the benefits of sustainable affordable housing”, in *Sustainable Development*, vol. 26, issue 6, pp. 847-858. [Online] Available at: onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sd.1854 [Accessed 3 November 2019].
- Philokyprou, M., Michael, A., Malaktou, E. and Savvides, A. (2017), “Environmentally responsive design in Eastern Mediterranean. The case of vernacular architecture in the coastal, lowland and mountainous regions of Cyprus”, in *Building and Environment*, vol. 111, pp. 91-109. [Online] Available at: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132316304024 [Accessed 3 November 2019].
- Sanya, T. (2007), *Living in Earth – The Sustainability of Earth Architecture in Uganda*, PhD Thesis, The Oslo School of Architecture and Design. [Online] Available at: citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.132.5308&rep=rep1&type=pdf [Accessed 3 November 2019].
- Scalisi, F. and Sposito, C. (2019), “Measure the Embodied Energy in Building Materials: An Eco-Sustainable Approach for Construction”, in Sayigh, A. (ed.), *Renewable Energy and Sustainable Buildings – Selected Papers from the World Renewable Energy Congress WREC 2018*, Springer, Cham, pp. 245-255.
- Scalisi, F. and Sposito, C. (2015), “Earth Construction: The Mechanical Properties of Adobe with the Addition of Laponite”, in Sayigh, A. (ed.), *Renewable Energy in the Service of Mankind – Vol. I*, Springer, Cham, pp. 761-770.
- Sposito, C. and Scalisi, F. (2019), “Innovazione dei Materiali Naturali: Terra e Nanotubi di Argilla per una sfida sostenibile | Natural Material Innovation: Earth and Halloysite Nanoclay for a sustainable challenge”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 5, pp. 59-72. [Online] Available at: www.agathon.it/agathon/article/view/96 [Accessed 14 November 2019].
- Stulz, R. and Mukerji, K. (1993), *Appropriate Building Materials – A Catalogue of Potential Solutions – Revised Enlarge Edition*, 3rd edition, Practical Action Publishing, Warwickshire (UK). [Online] Available at: www.developmentbookshelf.com/doi/pdf/10.3362/9781780441641.000 [Accessed 3 November 2019].
- UNEP – United Nations Environment Programme (2017), *Global Status Report 2017 – Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector*. [Online] Available at: www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20%28web%29.pdf [Accessed 3 November 2019].
- United Nations (1987), *Our Common Future – Report of the World Commission on Environment and Development*. [Online] Available at: netzwerk-n.org/wp-content/uploads/2017/04/0_Brundtland_Report-1987-Our_Common_Future.pdf [Accessed 30 September 2019].