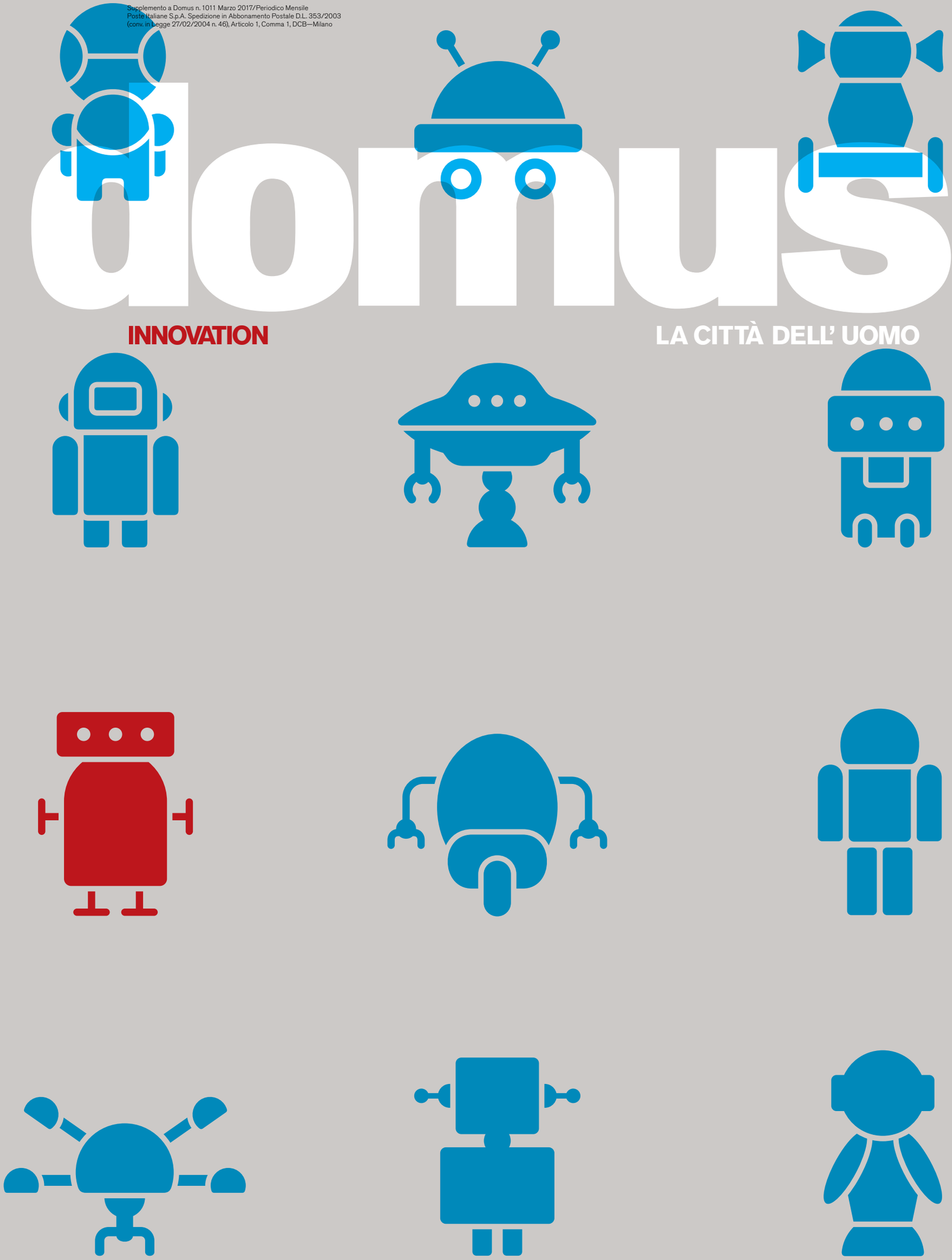
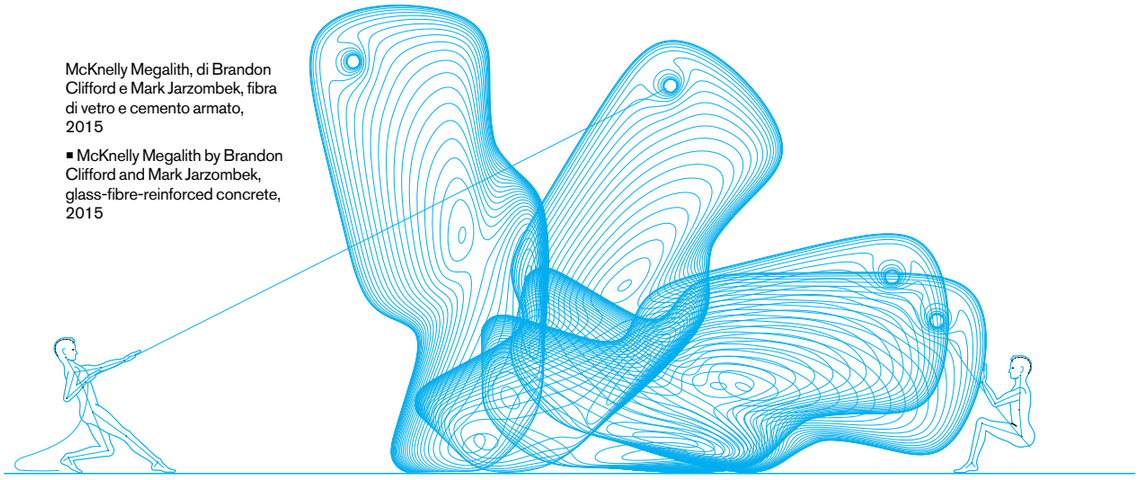
Supplemento a Domus n. 1011 Marzo 2017/Periodico Mensile
Poste Italiane S.p.A. Spedizione in Abbonamento Postale D.L. 353/2003
(conv. in Legge 27/02/2004 n. 46), Articolo 1, Comma 1, DCB—Milano

# domus

## INNOVATION

## LA CITTÀ DELL' UOMO





McKnelly Megalith, di Brandon Clifford e Mark Jarzombek, fibra di vetro e cemento armato, 2015

▪ McKnelly Megalith by Brandon Clifford and Mark Jarzombek, glass-fibre-reinforced concrete, 2015


# domus

**Rivista fondata da Gio Ponti nel 1928**
**Founded in 1928 by Gio Ponti**

supplemento/supplement
**Innovation**

a cura di/edited by
**Carlo Ratti** con/with **Daniele Belleri**

direttore/editor
**Nicola Di Battista**

vicedirettore/deputy editor
**Donatella Bollani**

art director
**Giuseppe Basile**

redazione/editorial staff
**Loredana Mascheroni**

staff grafico/graphics
**Elisabetta Benaglio, Franco Miragliotta**

coordinamento/coordinator
**Miranda Giardino di Lollo**

segreteria direzione/assistant to the editor
**Isabella Di Nunno**

domusweb Italia
**Simona Bordone, Marianna Guernieri, Salvatore Peluso**

collaboratori/consultants
**Michele Bonino, Esther Brejaart, Kyle Chayka, Laura Milan, Arturo Tedeschi, Carlotta Sillano**

traduttori/translations
**Marina Calvaresi, Wendy Wheatley**

fotografi/photographs
**Iwan Baan, M. Scott Brauer, Wissam Chaaya, Nick Crouwel, Jason Dorfman, Marc Duerr, Adrià Goula, Anna Maragkoudaki, Obie Oberholzer, Oliviero Toscani**
—
allegato a/published with
**Domus 1011**
**Marzo/March 2017**

**Editoriale Domus S.p.A.**
Via Gianni Mazzocchi 1/3
20089 Rozzano (Milano)
T +39 02 824 721
F +39 02 575 001 32
editorialedomus@edidomus.it

editore e direttore responsabile/
publisher and managing editor
**Maria Giovanna Mazzocchi Bordone**

prestampa/prepress
**Editoriale Domus**

stampa/printers
**ERRE Stampa, Orio al Serio (BG)**

Registrazione del Tribunale di Milano n. 125 del 14/8/1948. È vietata la riproduzione totale o parziale del contenuto della rivista senza l'autorizzazione dell'Editore.



© 2017 Editoriale Domus S.p.A.
Rozzano (MI) Italia



| Autore/Author | Progettista/Designer | Titolo/Title | |
|---|---|---|---|
| Carlo Ratti | | **Fare avanguardia**<br>**Avant-garde making** | 2 |
| Carlo Ratti | **Hashim Sarkis** | **Architettura, ricerca e utopia**<br>**Architecture, research and utopia** | 8 |
| Arturo Tedeschi | **Takehiko Nagakura** | **Il gioco del progetto**<br>**The design game** | 16 |
| Michele Bonino | **ConstructionVR** | **Il potere reale del virtuale**<br>**The real power of virtual reality** | 19 |
| Daniele Belleri | **Skylar Tibbits** | **Un nuovo potenziale per i materiali**<br>**New potential for materials** | 24 |
| Laura Milan | **ODB Engineering** | **Maestri costruttori**<br>**Master-builders** | 28 |
| Brandon Clifford | **Matter Design** | **La resa di una materialità retorica**<br>**The rendering of rethorical matter** | 33 |
| Daniele Belleri | **Anastasios John Hart** | **3D a misura d'uomo**<br>**3D on a human scale** | 40 |
| Kyle Chayka | **Formlabs** | **Il futuro della stampa 3D**<br>**The future of 3D printing** | 44 |
| Neil Gershenfeld | | **Progettare con bit e atomi**<br>**Design with bits and atoms** | 48 |
| Daniele Belleri | **Pattie Maes** | **Verso il progetto fluido**<br>**Toward fluid design** | 54 |
| Laura Milan | **Daniela Rus** | **Le sfide della robotica**<br>**The challenges of robotics** | 58 |
| Kyle Chayka | **Superpedestrian** | **Rivoluzione su ruota**<br>**Revolution on wheel** | 61 |
| | | **Autori**<br>**Contributors** | 64 |


**Il MIT rivelato: un report dalla prima linea dell'innovazione architettonica**
**▪ Unveiling MIT: reporting from the front lines of architecture innovation**

copertina/cover design by
**Giuseppe Basile**

# “Questo è ciò che l’uomo tende a chiamare utopia. Una parola piuttosto scarna, ma insufficiente a descrivere la nuova e straordinaria libertà di cui gode un uomo alle prese con un legame del tutto inedito con l’universo… e la cui sola alternativa è l’oblio”.

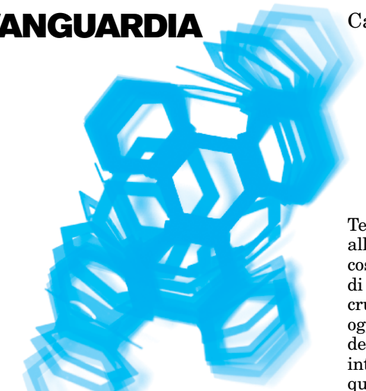
(Richard Buckminster Fuller, Utopia or Oblivion:
The Prospects for Humanity, Overlook Press 1969)





## FARE AVANGUARDIA

Carlo Ratti



Pubblicato nel 1969, *Utopia or Oblivio*n è il titolo di un celebre saggio a opera del grande architetto e inventore americano Richard Buckminster Fuller.
Uno scritto che ha il merito di riassumere lo stato dell’architettura contemporanea, costretta a misurarsi con radicali mutamenti tecnologici che si rivelano pronti a ridefinirne il più intimo significato.
Affermare che l’avvento di Internet e della rivoluzione digitale abbia scompaginato buona parte degli aspetti della nostra esistenza sarebbe un’ovvietà. Il modo in cui lavoriamo, viviamo, ci appropriamo della conoscenza, facciamo incontri e ci accoppiamo – solo a titolo d’esempio – hanno subito trasformazioni radicali nel corso dell’ultimo paio di decenni. Da ultimo, Internet sta sconfinando nell’ambiente fisico, tramutandosi nel cosiddetto Internet delle Cose, e così facendo sta iniziando a pervadere l’ambito per eccellenza dell’architettura: lo spazio. Passo dopo passo, l’ambiente costituito incarna sempre più un’esemplificazione di ciò che Mark Weiser battezzò come “computazione ubiqua”, in virtù della quale la tecnologia si espande con propaggini così ampie e fluide da “arretrare sullo sfondo delle nostre vite”. Sono tanti gli innovatori che si cimentano in questa nuova interpretazione dello spazio, sviluppando strumenti in grado di intervenire sul nostro modo di usufruire degli edifici (si pensi per esempio al termostato Nest) e delle città (a cominciare da come ci muoviamo con Uber per finire agli alloggi che prenotiamo su Airbnb).
Ma agli architetti, che ruolo rimane? Come possiamo garantire loro una rilevanza capace di perdurare nel bel mezzo di un universo fisico e insieme digitale?
E, ciò che è più importante, in che maniera assicureremo la sopravvivenza dell’architettura, e con essa il sopravvento dell“utopia’ sull“oblio’?
È da simili interrogativi che prende avvio questo allegato di *Domus*. Abbiamo deciso di esplorare il fronte più radicale dell’innovazione architettonica, in cerca di un faro che possa gettare luce sui cambiamenti attualmente in corso. Abbiamo voluto saggiare le evoluzioni della “filiera del progetto”, la quale si snoda dall’ideazione di un artefatto alla sua produzione materiale e al suo utilizzo. Ne consegue che il primo capitolo, incentrato sul concetto stesso di progetto, intenda riflettere sull’intrinseca porosità dei nuovi confini ridisegnati dal ruolo sempre più pervasivo dei software. Quanto al secondo capitolo, esso prende in esame i materiali di recente introduzione in campo architettonico, mentre nel terzo si elabora una stima dell’impatto generato dai nuovi processi digitali di fabbricazione sul più vasto settore industriale.
Da ultimo, le pagine conclusive sull’interazione vogliono sondare l’evoluzione degli artefatti in “opere aperte” le quali, anche dopo aver esordito nel mondo reale, continuano a trasformarsi per rispondere alle necessità dei propri utenti.
Avremmo potuto approfondire le quattro aree tematiche di cui sopra snocciolando un inventario caleidoscopico di quanto sta accadendo in lungo e in largo per il pianeta; tuttavia, abbiamo preferito puntare la nostra lente su un luogo ben preciso: il Massachusetts Institute of Technology (MIT) e il suo confinante ecosistema votato all’innovazione: la città di Cambridge. Difatti, il MIT costituisce un piccolo universo a sé stante che ci consente di dare conto della stragrande maggioranza dei punti cruciali con cui l’architettura è tenuta a confrontarsi oggi. Se “fare avanguardia” implica una ridefinizione degli standard vigenti nello *status quo*, il MIT e il suo intero vicinato assumono allora un ruolo speciale, nel quale la ricerca pura si sposa alle applicazioni concrete. Questi luoghi votati alla sperimentazione danno vita a un network di laboratori, spin-off e startup: un ecosistema ideale per imparare, insegnare e tradurre l’utopia in realtà. Qui si forma un campo d’azione di *Mens et Manus* – per citare il motto del MIT –, in cui la conoscenza viene trasformata in prodotti e servizi potenzialmente in grado di esercitare un impatto significativo sulle nostre vite.
Il presidente del MIT Rafael Reif ha scritto in una recente mail destinata all’intero corpo docenti che “la mission del MIT prescrive non soltanto di far progredire il sapere e istruire gli studenti, ma anche di mettere la conoscenza in condizioni di fronteggiare le grandi sfide mondiali.
Se culliamo la speranza di fornire soluzioni tecnologiche di rilievo alle urgenti problematiche globali – quali l’accesso all’acqua potabile, il cambiamento climatico, l’energia ecosostenibile, i tumori, l’Alzheimer, le malattie infettive e via discorrendo – dobbiamo far sì che gli innovatori che sono al lavoro su questi temi possano vedere uno sbocco realistico sul mercato”.
Per esplorare le attività di innovazione architettonica che vanno in scena al MIT, ci siamo messi in viaggio scortati dall’obiettivo di uno dei più celebri fotografi al mondo, Oliviero Toscani. Abbiamo scelto di concentrarci su un luogo specifico anche per sottolineare l’importanza che lo spazio fisico, a dispetto dell’influenza esercitata da Internet sulle nostre esistenze, continua a esercitare in modo fondamentale. A questo proposito ci torna alla mente la profezia pre-Internet dell’urbanista americano Melvin Webber: “Per la prima volta nella storia, sarà possibile insediarsi sulla cima di una montagna e mantenere un contatto confidenziale, realistico e immediato con la propria attività e i soci d’affari”.
Mai nessuna previsione si è rivelata tanto errata. Il fatto che possiamo lavorare – o studiare – dovunque non significa necessariamente che lo desideriamo. Questo perché, nell’era dei bit, si avverte ancora il bisogno di ritrovi fisici in cui lavorare, incontrarsi e far scambiarsi le idee. Gli edifici, le strade e i corridoi del MIT e della vicina Cambridge formano un villaggio che fa dell’innovazione la sua ragion d’essere.
E così, nel raccontarne le storie – radicate in una contiguità di spazi e architettura –, noi vogliamo anche rendere omaggio alla storia di *Domus* e dell’architettura stessa. Laddove quest’ultima è alle prese con sfide profonde e inedite, lo spazio conserva ancora un ruolo cruciale da giocare.
In compagnia di Oliviero Toscani, ci siamo recati a Cambridge per una visita intensa il cui scopo è stato immortalare tutte (o quasi) le persone e le aziende che figurano in questo supplemento speciale.
Sono proprio le immagini di Toscani ad animare le pagine che seguono, svelando l’avanguardia nel suo farsi.
In definitiva, il fine ultimo di questa collezione di casi di studio non si esaurisce nel mostrare l’innovazione in sé, quanto nell’indicare come ‘produrla’.
Questo reportage ambisce a offrire una serie di spunti e linee guida: come un invito a entrare in azione insieme per garantire a una Nuova Architettura una posizione ancora centrale nel mondo di domani – perché l’utopia prevalga sull’oblio. ◉

# “This is what man tends to call utopia. It’s a fairly small word, but inadequate to describe the extraordinary new freedom of man in a new relationship to universe – the alternative of which is oblivion.”

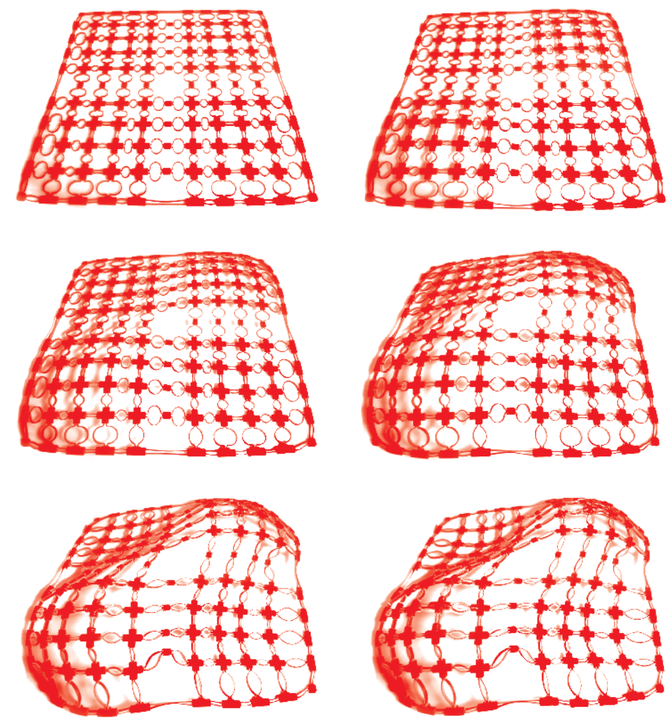
(Richard Buckminster Fuller, *Utopia or Oblivion: The Prospects for Humanity*, Overlook Press 1969)





## AVANT-GARDE MAKING

Carlo Ratti



*Utopia or Oblivion* is the title of a well-known essay by the great American architect and inventor Buckminster Fuller. It also epitomises the status of today’s architecture as it confronts revolutionary technological changes poised to redefine its very meaning.

It would be a truism to say that the Internet and the digital revolution have changed most aspects of our lives. The way we work, live, access knowledge, meet, mate and more has been radically transformed over the past couple of decades. Now, the Internet is entering the physical environment as the Internet of Things, and starting to invade architecture’s key medium: space. Step by step, the built environment is turning into an instantiation of the American computer scientist Mark Weiser’s idea of “ubiquitous computing” whereby technology becomes so widespread and seamless that it “recedes to the background of our lives”. Many innovators are working in this new space, developing tools that change the way we use buildings (see the Nest thermostat, for example) and cities (from the way we move with Uber to the way we lodge with Airbnb). What about the role of architects? How can we ensure their continuing relevance at the centre of a new physical-cum-digital universe?

And most importantly, how can we ensure architecture’s survival, “utopia” over “oblivion”?

The questions above served as a starting point for this supplement of *Domus*. We decided to explore the fringes of architectural innovation, looking for a guiding light towards the changes that are happening today.

We decided to explore changes in the “chain of design”, which leads from the conception of an artefact, to its production and usage. As a result, the first chapter focuses on design itself, reflecting on the new, porous borders generated by the increasingly pervasive role of software. The second chapter explores new materials in architecture, while the third chapter assesses the impact of new digital manufacturing processes on the industry at large. Finally, the closing chapter on interaction explores how artefacts are becoming “open works” that keep mutating and reacting to users’ needs even after they make their debut into the real world.

The four topics highlighted above could have been explored through a kaleidoscopic collection of what is happening all over the world. However, we decided to focus our lens on a precise place: the Massachusetts Institute of Technology (MIT) and its neighbouring innovation ecosystem of Cambridge. MIT, in fact, is a small universe in its own right, and allows us to account for most of the crucial themes confronting architecture today. If “avant-garde making” means pushing the boundaries of the status quo, MIT and its surrounding area have a special role, combining pure research with concrete applications. They are places of experimentation, built around a network of laboratories, spin-offs and start-ups. This ecosystem is the right place to learn, teach and translate a utopia into reality. It is a site of *mens et manus* (to quote MIT’s motto, “mind and hand”), where knowledge is constantly transformed into products and services that have the potential to improve people’s lives. In a recent email to the faculty, MIT’s president Rafael Reif wrote, “MIT’s mission statement directs us not only to advance knowledge and educate students, but also to bring knowledge to bear on the world’s great challenges. If we hope to deliver serious technological solutions to urgent global challenges – like clean water, climate change, sustainable energy, cancer, Alzheimer’s, infectious disease and more – we need to make sure the innovators working on those problems see a realistic pathway to the marketplace.”

Accompanied by the lens of one of the most famous photographers in the world, the celebrated Oliviero Toscani, we set forth to explore architectural innovation at MIT. We chose to focus on a specific location also to remark on the importance of physical space, one that is all but fading, despite the impact of Internet in our lives. The American city planner Melvin Webber’s words come to mind here: “For the first time in history, it might be possible to locate on a mountain top and to maintain intimate, real-time, and realistic contact with business or other associates”. No prediction could have been more wrong. The fact that we can work or study from anywhere does not mean that we want to. In the era of bits, we still need physical places in which to work, meet and exchange ideas. MIT and Cambridge’s buildings, streets and halls form a village devoted to innovation. Telling the stories of this village – stories grounded in a proximity of spaces and architecture – is also our way to pay tribute to architecture and *Domus*’s history. As architecture feels a disruption, space still has a crucial role to play.

We travelled with Oliviero Toscani to Cambridge for an intense tour, to take pictures of (almost) all the people and companies featured in this special supplement.

He is the one who brings to life the pages that follow, unveiling the practicing of the avant-garde.

Ultimately, our goal with this collection of case studies is not only to show innovation per se, but also to illustrate how to “make innovation”. This reportage would like to offer some guidance and starting points.

It is a call for action, so that we can collectively ensure that a New Architecture will remain central in tomorrow’s world – utopia over oblivion. ⓓ

SKYLAR TIBBTS P. 24

SUPERPEDESTRIAN p. 61

JOHN HART p. 40

NEIL GERSHENFELD p. 48

JOHN OCHSENDORF (ODB) p. 28

HARSHIM SARKIS p. 10

Photos © Google Street View
www.google.com/streetview

BRANDON CLIFFORD p. 33

DANIELA RUS p. 58

TAKEHIRO NAGAKURA p. 16

PATTIES MAES p. 54

FORMLABS p. 44

**12 CONSTRUCTION VR p. 19**

**Nella mappa sono indicati i luoghi nei quali i protagonisti di questo racconto dedicato all'innovazione lavorano ogni giorno e nei quali sono stati scattati i ritratti di Oliviero Toscani pubblicati nelle prossime pagine**

**■ Map showing the workplaces of the people featured in this story about innovation. They are the locations where Oliviero Toscani took the portraits published on the following pages**

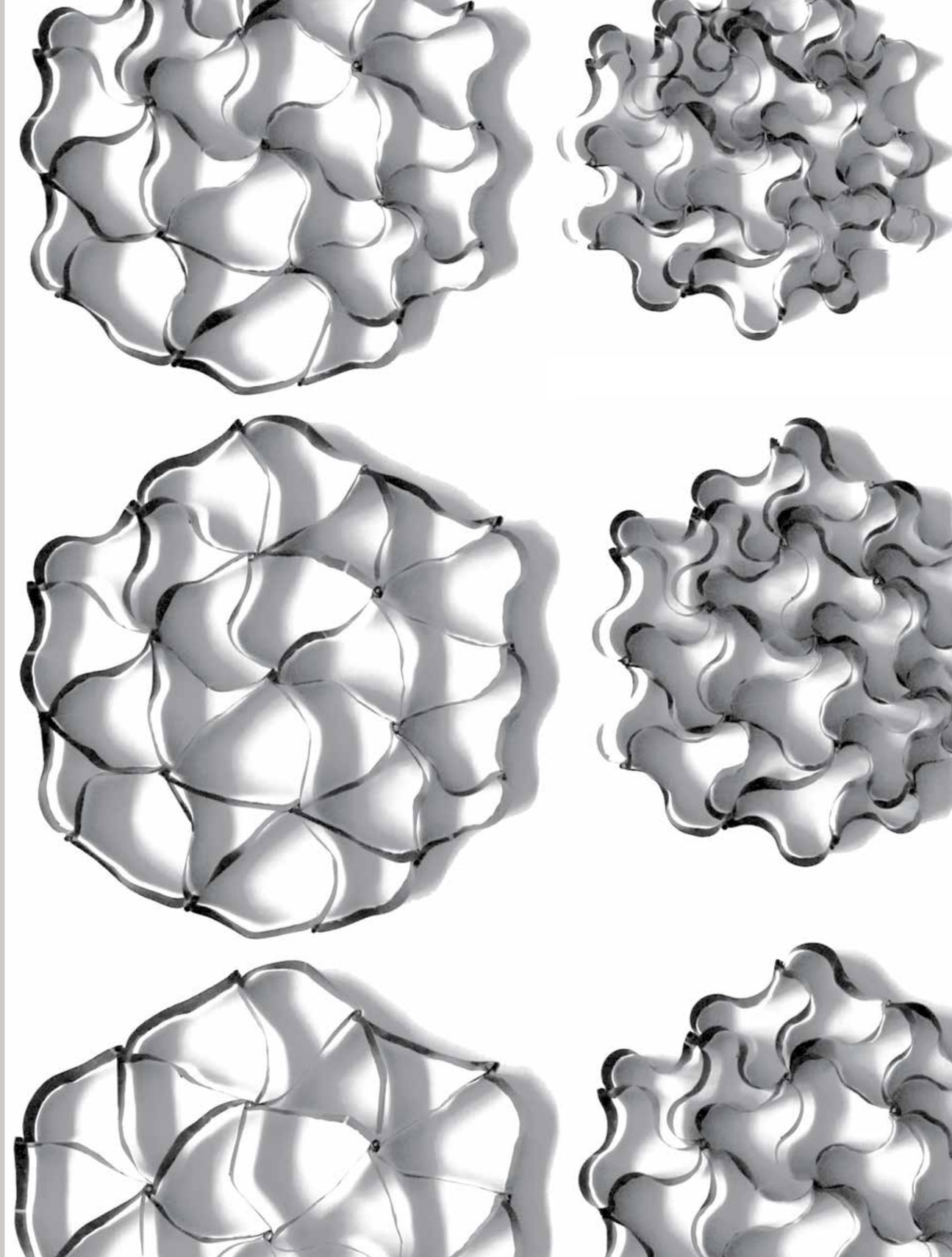
**"Ci sono senza dubbio molte altre cose a cui si attribuisce un'anima architettonica – eppure mai e poi mai le si considera parte tanto intima ed essenziale dell'architettura quanto invece lo si fa coi materiali", disse William Morris in un discorso pronunciato nel 1892.**
**Oltre 120 anni più tardi, e a dispetto della crescente importanza del digitale, i materiali costituiscono ancora il cuore pulsante della professione. Le aziende e i centri di ricerca di stanza a Cambridge, Massachusetts, e nelle immediate vicinanze stanno innovando il settore sulla base di un approccio multiforme che in questo capitolo tenteremo di districare.**
**Pochi anni fa, il MIT Self-Assembly Lab si procurò una certa fama grazie all'introduzione del concetto di stampa 4D, in virtù del quale i materiali – una volta stampati – acquisiscono la facoltà di mutare forma e proprietà in modo autonomo. Una ricerca, questa, radicata nell'osservazione del dinamismo e della reattività delle strutture biochimiche.**
**Il co-direttore del laboratorio Skylar Tibbits illustra uno scenario in cui ciascun materiale può potenzialmente diventare 'programmabile' senza il bisogno di chip integrati o componenti elettroniche. Una sedia smontata può così ricomporsi da sola quando immersa nell'acqua, come pure un paio di scarpe è in grado di adeguarsi alla temperatura e umidità esterne così da garantire ai nostri piedi il massimo del comfort.**
**Mettendo a frutto una profonda conoscenza sia delle caratteristiche dei materiali tradizionali, sia dei progressi registrati nelle tecniche digitali di compressione, la ODB Engineering, impresa con sede a Cambridge e a Zurigo, ha sviluppato il prototipo di una soletta straordinariamente sottile, dagli ampli potenziali applicativi nel settore dell'edilizia.**
**Infine, il contributo di Brandon Clifford ci racconta un lavoro che, prendendo le mosse dall'arte muraria ed espandendosi verso multiple applicazioni progettuali, chiama in causa un rinnovato approccio alla prassi scultorea e alle tecniche di ibridazione: s'intaglia la gommapiuma perché somigli al tessuto, o si trasforma il cemento affinché sembri liquido.**
**L'obiettivo di questo capitolo è dimostrare come la ricerca, sia accademica sia in campo aziendale, stia rendendo più labili i confini tra sfere all'apparenza antitetiche quali nano e micro, o naturale e sintetico. Tutti sforzi che, con ogni probabilità, avranno un impatto significativo sull'industria del design nel futuro prossimo.**

Pagina a fronte: modelli di studio del progetto Active Auxetics del Self-Assembly Lab del MIT, che studia materiali auxetici che si attivano con il calore. Rispetto ai tradizionali materiali auxetici, si attivano autonomamente, sono ecologicamente sostenibili e facili da personalizzare. In futuro possono trovare applicazione come schiume personalizzabili, materiali di protezione contro gli urti o da imballaggio, vestiti

# MATERIALS

▪ **"There are certainly many other things that are considered architectural, and yet not nearly so intimately and essentially a part of architecture as a consideration of material," said William Morris in an 1892 speech. One hundred and twenty-five years later, even as digital is becoming more and more important, materials are still at the core of the design profession. Research centres and businesses based in and around Cambridge, Massachusetts are producing innovation in this sector following a multiform approach that this chapter will try to untangle. The MIT Self-Assembly Lab came to fame a few years ago by introducing the concept of 4D printing, by which materials autonomously change their shape and properties after they have been printed. Such research is rooted in an observation of the dynamics and responsiveness of biochemical structures.**
**Skylar Tibbits, a co-director of the Lab, presents a scenario in which potentially each material becomes a "programmable one" without any need for embedded chips or electronic components. Disassembled chairs can compose themselves when immersed in water, or shoes can adapt to the external temperature and humidity to offer our feet optimum comfort.**
**Drawing on its deep knowledge of both traditional materials' characteristics and advancements in digital compression techniques, ODB Engineering, a company based in Cambridge and Zurich, recently developed the prototype of an extraordinarily thin floor slab with vast potential for the construction field. In another example, Brandon Clifford's contribution explains how, starting from masonry and expanding towards multiple design applications, technology offers a renovated approach to sculpture making and hybridising techniques. Foam can be carved to look like fabric.**
**Concrete can be made to look fluid. The aim of this chapter is to show how research and companies are blurring the boundaries between apparently antithetical spheres such as nano and macro, or natural and synthetic. These endeavours are likely to have a profound impact on design industries in the near future.**

▪ Opposite page: models for the Active Auxetics project developed at MIT's Self-Assembly Lab, which studies heat-active auxetic materials. Compared to traditional auxetic materials, heat-active auxetic materials demonstrate autonomous performance, environmental response and easy customisation. They have a future as customisable foams, crash protection, packaging materials and clothing



Skylar Tibbits

# UN NUOVO POTENZIALE PER I MATERIALI
# NEW POTENTIAL FOR MATERIALS

Il co-direttore del MIT Self-Assembly Lab conduce da anni ricerche su stampa 4D e materiali programmabili con Jared Laucks. A Daniele Belleri racconta come, a partire da nuovi materiali, le aziende potranno realizzare oggetti e processi di produzione intelligenti

For years, the co-director of the Self-Assembly Lab at MIT has been conducting research on 4D printing and programmable materials with Jared Laucks. He talks to Daniele Belleri about how new materials will allow companies to devise intelligent products and production processes

**Daniele Belleri:** Qual è il vostro approccio alla ricerca sui materiali?
**Skylar Tibbits:** Il nostro lavoro si colloca al crocevia tra la computer science e la fisica dei materiali, con l'obiettivo di rielaborare profondamente i processi di costruzione, manifattura e produzione, combinandovi il nuovo potenziale dei materiali stessi. Operiamo su tre distinti programmi di ricerca: autoassemblaggio, materiali programmabili e *granular jamming* (n.d.r.: il principio fisico secondo cui i materiali granulari registrano un aumento di rigidezza in seguito a una variazione di variabili termodinamiche o meccaniche).

**DB:** Il minimo comun denominatore delle vostre ricerche sembra essere la promozione di un paradigma della reattività nei campi dell'architettura e del design.
**ST:** La reattività è un fattore interessante, dal momento che mette in discussione la nozione stessa di robotica e al tempo stesso ci aiuta a determinare il margine di adattabilità dei materiali. Il nostro intento è dimostrare come essi possano fungere da robot anche in assenza di dispositivi esterni, divenendo strumenti in grado di percepire l'ambiente circostante e produrre risposte contestuali. Non c'è un solo materiale che non possa rivelarsi intelligente, e oggi ci troviamo nelle condizioni di sviluppare uno spettro inedito di possibilità per ciascuno di essi, dalla plastica alla pelle, o ai tessuti.

**DB:** In che modo siete giunti a elaborare i concetti di "stampa 4D" e "materiali programmabili"?
**ST:** Tutto ha avuto inizio con l'osservazione del principio di autoassemblaggio, stando al quale elementi indipendenti si congiungono autonomamente senza la coordinazione dell'uomo o della macchina. Solo legandosi, tali componenti scoprono la propria configurazione e funzionalità. Si tratta di un fenomeno straordinario che ritroviamo alla base di ogni processo di funzionamento delle strutture biologiche. Nel caso della stampa 4D, l'idea a monte è utilizzare stampe multimateriali al fine di generare materiali intelligenti e personalizzabili, capaci di trasformarsi e rinnovare la propria forma o qualità con il passare del tempo. Il termine 4D nasce chiaramente dal fatto che viene incorporato un nuovo elemento, quello temporale, alla tradizionale stampa 3D. Risale invece a giorni più recenti l'elaborazione di una categoria assai più ampia, ribattezzata "materiali programmabili", che include qualunque materiale si possa programmare così da percepire l'habitat circostante e adattarvisi con una risposta efficace. Solitamente, lavoriamo con tre ingredienti principali: i materiali e la geometria, le loro dinamiche trasformative e l'energia di attivazione.

**DB:** Come fate a combinare questi ingredienti per programmare e attivare i materiali?
**ST:** Anzitutto, bisogna prendere in esame le proprietà dei singoli materiali (elasticità, peso, densità…) e l'energia di attivazione potenzialmente applicabile: il legno è sensibile all'umidità, il metallo alla temperatura, e via dicendo. Una volta in possesso di un materiale, possiamo intervenire sulla sua geometria sia a livello micro che macro, per ottenere trasformazioni utili.
La struttura geometrica di uno specifico materiale può tradursi in un certo tipo di proprietà meccaniche; la stampa 4D è soltanto uno degli strumenti di cui disponiamo per programmarla. In alternativa, si può ricorrere ad altri processi industriali.

**DB:** Qual è l'impatto dei materiali programmabili sul futuro del product design e dell'architettura?
**ST:** Ora come ora, ogni cosa è statica. Anche se un oggetto è meccanicamente attivo, in realtà nella sua natura rimane statico. Pensa alla sedia su cui siamo entrambi seduti: poco importa che a occuparla sia io oppure un bambino, resterà sempre la stessa sedia, disegnata per essere sovraccaricata a livello ingegneristico e quindi diventare più resistente. Eppure, il suo design la rende uniformemente inutile. È una sedia qualunque, non certo la migliore né per me né per te. Ora, ogni settore è a caccia di prodotti più intelligenti che tradizionalmente vengono realizzati grazie a specifici dispositivi, perlopiù macchine e software informatici. Dal canto nostro, stiamo dimostrando come sia possibile ottenerli con meno, ossia a partire dai puri e semplici materiali. Saranno loro a consentire alle aziende di elaborarne di propri, oltre che di mettere a punto processi di fabbricazione innovativi. Abbiamo bisogno di materiali in grado di plasmarsi e reagire a variabili sia interne che esterne. Si tratta di un'opzione modulare e più economica di cui potrebbero beneficiare numerosi settori, essendo applicabile non solo alle sedie, ma anche ai macchinari medici, ai vestiti, alle automobili… praticamente a tutto, e a qualunque scala.

**DB:** Puoi parlarci delle vostre collaborazioni più significative con le aziende?
**ST:** Recentemente, abbiamo lavorato con Airbus per realizzare un materiale flessibile in fibra di carbonio. È destinato all'inserimento in una specifica componente in grado di aprirsi e chiudersi sull'unica base della temperatura e della pressione, indipendentemente da meccanismi o sistemi esterni.
Un'altra collaborazione di rilievo ha coinvolto la BAC (Briggs Automotive Company), per la quale abbiamo ideato un alettone posteriore da installare su un modello di supercar e la cui peculiarità risiede nel sollevarsi e abbassarsi a seconda del livello di umidità nell'aria. In entrambi i casi, abbiamo rinunciato all'uso di sensori, attuatori o sistemi elettronici complessi e abbiamo ottenuto componenti più leggere ed efficienti.

**DB:** E per quanto riguarda il product design?
**ST:** Tempo fa, realizzammo una scarpa per il London Design Museum. Parliamo di un oggetto che, poiché composto di molti elementi, richiede di norma un processo produttivo alquanto laborioso. Tuttavia, se si stampa un modello bidimensionale preciso su un unico tessuto, la forma di una scarpa può automodellarsi. Così facendo, abbiamo fornito dimostrazione di un nuovo metodo di produzione grazie al quale non solo si riducono la complessità e la manodopera richieste nella fabbricazione di una calzatura, ma si assemblano materiali eterogenei per ricavarne scarpe adattabili e auto-configuranti.
Il progetto commissionato dall'azienda Wood Skin si ispira a un approccio del tutto simile: si tratta di un tavolo programmabile capace di limitare all'osso il proprio volume di spedizione eliminando il problema dell'assemblaggio. Una volta scartato l'imballaggio, la struttura del tavolo salta fuori come un pop-up.

**DB:** Quando prevedi che questi progetti approderanno sul mercato?
**ST:** Noi siamo un laboratorio di ricerca. Come prima cosa ci poniamo delle domanda, poi svolgiamo le nostre indagini e infine sviluppiamo prototipi funzionali che dimostrino non solo come qualcosa sia a un tratto divenuto possibile, ma anche che noi sappiamo come funziona. Dopodiché cerchiamo di elaborare applicazioni specifiche o concept innovativi. A questo punto, consegniamo il progetto alle mani dell'azienda affinché a sua volta realizzi un prodotto da portare sul mercato. Non è facile prevedere quando succederà. Dopotutto, ogni settore ha i suoi tempi.

**DB:** Quali progetti avete in cantiere?
**ST:** Siamo attualmente al lavoro nei settori automobilistico, calzaturiero, dell'arredamento e dell'interior design. Inoltre ,i nostri orizzonti si stanno ampliando, le sperimentazioni hanno un peso sempre maggiore e passano dalle dimensioni di una stanza a una scala maggiore. Riteniamo che in architettura esista già un buon numero di tipologie in grado di trasformarsi – aeroporti, stadi, sistemi per facciate – e che tuttavia si attinga sempre agli stessi meccanismi numerici ed elettromeccanici, che di fatto sono farraginosi e invasivi. Noi proponiamo soluzioni completamente diverse, come per esempio una struttura tessile ultraleggera in grado di muoversi e adattarsi. Oggi, possiamo finalmente cominciare a immaginare una versione morphing dello Stadio Olimpico progettato da Frei Otto. ◐

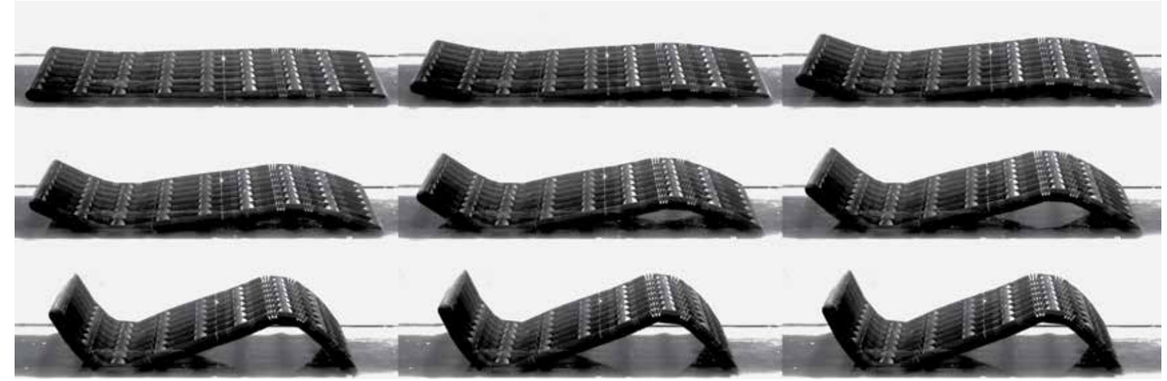
**In questa pagina: Active Shoes, un progetto di Christophe Guberan e Carlo Clopath del Self-Assembly Lab del MIT. Una stampante 3D deposita una striscia di plastica su un tessuto stretch tramite modellazione a deposizione fusa, una tecnologia di produzione additiva. Stampando un materiale di spessore differente sui tessuti (foto piccola a destra) si creano strutture in grado di trasformarsi da sé e di riconfigurarsi in forme pre-programmate. Dopo il taglio (foto piccola a sinistra), il modello 2D si trasforma in una scarpa a 3D (al centro). Pagina a fronte: sequenza di immagini che dimostrano la proprietà di auto-piegarsi di un multi-materiale, lavorato con stampa 4D secondo un progetto sviluppato dal MIT con l'azienda americana Stratasys**

**Daniele Belleri**
nato a Brescia nel 1985, è giornalista e consulente della comunicazione. Ha studiato allo Strelka Institute for Media, Architecture and Design (2014). Attualmente è responsabile comunicazione di Carlo Ratti Associati, Torino.

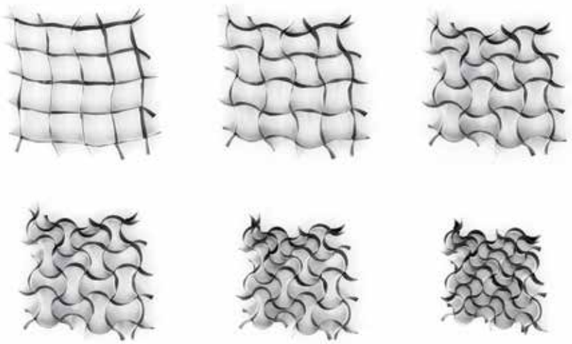
▪ born in Brescia, Lombardy in 1985, Belleri is a journalist and communications consultant employed by Carlo Ratti Associati in Turin. He studied at the Strelka Institute for Media, Architecture and Design in Moscow.







**▪ Opposite page: Active Shoes, a project by Christophe Guberan and Carlo Clopath of the Self-Assembly Lab at MIT. On stretched fabric, a 3D printer deposits a line of plastic using Fused Deposition Modelling in order to structure the fabric (photo bottom right). By printing different thicknesses of plastic onto stretched textiles, self-transforming structures reconfigure into pre-programmed shapes (photo top). After cutting (photo centre), the 2D pattern evolves into a 3D shoe. This page: a sequence showing multi-material 3D printing that harnesses the different water-absorbing properties of the materials to activate a self-assembly process called 4D printing, developed by the Self-Assembly Lab with the American 3D-printing company Stratasys**



**Daniele Belleri:** What is your research approach when it comes to materials?
**Skylar Tibbits:** Our work is at the intersection of computer science and physical materials. We aim to reimage construction, manufacturing and production by assembling new capabilities for materials. We work on three different research agendas: self-assembly, programmable materials and granular jamming (a process by which disordered materials can reversibly switch between liquid, solid and semi-solid states).

**DB:** What these agendas seem to have in common is the promotion of a paradigm of responsiveness in architecture and design, is that correct?
**ST:** Responsiveness is interesting as it challenges the notion of robotics and it helps us to define how smart materials can be. We want to show that materials can be robots without external devices. Materials can be tools that sense the environment and produce some kind of response to it. Any material can become a smart one. We are currently able to develop new capabilities for any existent material, such as plastic, leather or textile.

**DB:** How did you arrive at concepts such as "4D-printing" and "programmable materials"?
**ST:** It all started by looking at the principle of self-assembly, which is about independent parts that come together on their own without human or machine guidance. Independent components connect and they find their structure and their functionalities. This is the amazing phenomenon on which all of life is built. Just look at how biological structures work. As for the 4D-printing, the idea is to use multi-material printing to produce customisable smart materials that are able to transform, change shape or properties over time. The reason we say "4D" is because we add the element of time to 3D-printing. More recently, we've got to a much broader category called "programmable materials". It refers to any material you can programme to sense an environment and have a useful reaction to it. We have three ingredients we always work with: materials and geometry, activation energy, and the way a material transforms.

**DB:** How do you combine these ingredients to programme and activate materials?
**ST:** First we look at material properties (flexibility, weight, density) and at the activation energy we could utilise: wood reacts to moisture, metal to temperature, etcetera. When we have a material, we can manipulate its geometry on a micro and macro level in order to have some useful transformation. The geometric structure of the material can result in mechanical properties. 4D-printing is just one of the possibilities we have to programme a material. We also can use other industrial processes.

**DB:** What impact can programmable materials have on product design and architecture?
**ST:** Everything right now is static. It could be mechanically active, but realistically it is static. If you look at the chair we are both sitting on, it doesn't matter if I am sitting on it, or a little baby sits on it. It is the same chair and it is designed to be over-engineered, so it is robust. It is designed to be homogeneous. It is an average chair, neither the best for you nor the best for me. Now, every industry wants smarter products and traditionally they come from devices: robots and computers. We are showing that you can develop smarter products with less: with pure material. Materials enable companies to develop smarter products and new manufacturing processes. We need materials that adjust and adapt to internal and external factors.
This could be useful for many industries, as it is scalable and cheaper. It could be applied to chairs but also to medical devices, clothes, cars, almost everything, at any scale.

**DB:** Can you tell us about your most important work with businesses?
**ST:** We recently worked with Airbus to create a flexible carbon-fibre material. It was applied to a specific component that can open and close based on temperature and pressure, without any external mechanism or system. Another important collaboration was the one with BAC (Briggs Automotive Company). For one of their supercars we created a rear spoiler that can move up and down, based on the air moisture. In both cases we don't need complex electronics, sensors or actuators, and the components are lighter and more efficient.

**DB:** And what about product design?
**ST:** For the London Design Museum, we realised a shoe, which is a product that usually requires laborious manufacturing as it is made of many components. But by printing on a single textile a precise two-dimensional pattern, the shape of a shoe can self-transform. We demonstrate a new production method that reduces the complexity and labour required for shoe production while combining different materials for self-forming and adaptive shoes. A similar approach guides the project we did with a company called Wood Skin: a programmable table that allows to minimise furniture shipping volume and avoid the assembly problem. When you open the shipping box, it jumps into the structure of a table, as a pop-up.

**DB:** When do you expect these projects to go to the market?
**ST:** We are a research lab. We start asking some questions and investigating and we develop functional prototypes to show that something is possible and we know how it works. We then try to work with collaborators in view of developing specific applications or new concepts. At this point we hand the project over to the company, which takes the product to the market.
It's difficult to say when this will happen. Every industry has its own time factor.

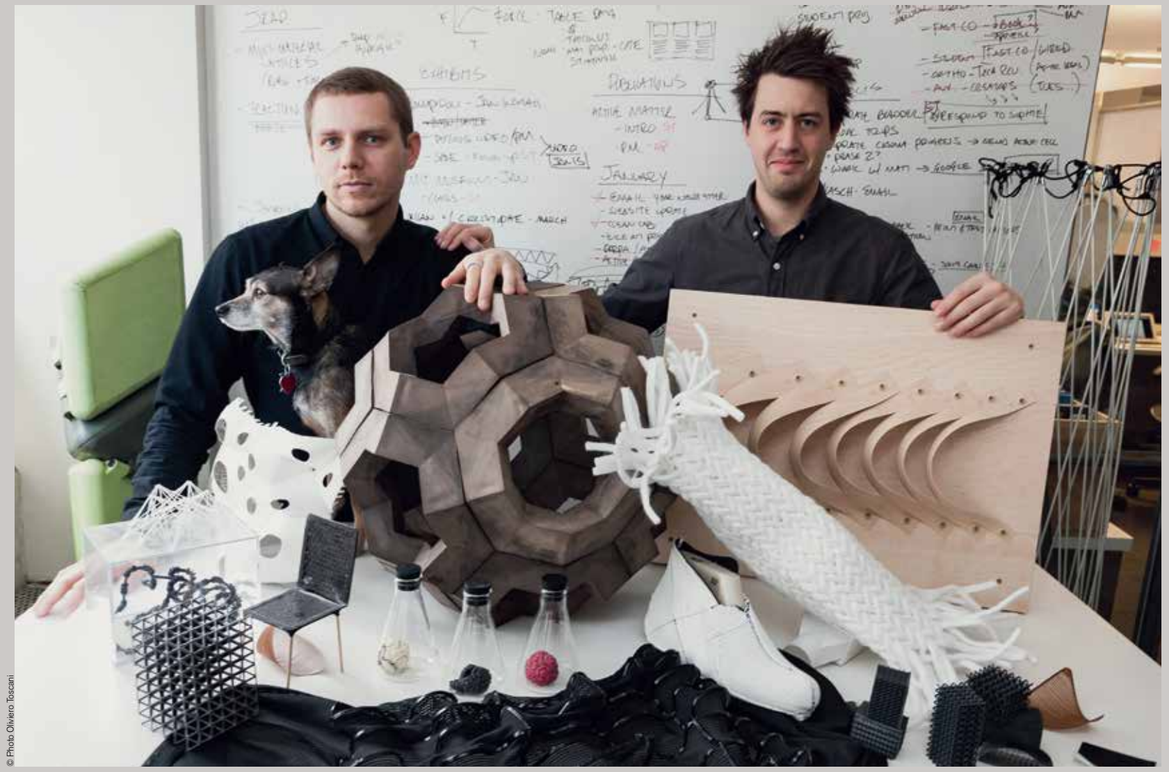
**DB:** What are your next projects?
**ST:** We are working in the automotive, footwear, furniture and interior design fields. We are scaling up and our experiments are getting larger. We are going from room scale to something bigger. Our idea in the architecture context is that we already have many structures that transform – airports, stadiums, facade systems – but they use always the same numeric, electromechanical mechanisms that are heavy and invasive. We are proposing something completely different such a superlight textile structure that could adapt and move.
Today, we are able to imagine a morphing version of Frei Otto's Olympic stadium. ⓓ

**In questa pagina: modelli di ricerca del progetto Active Auxetics del Self-Assembly Lab del MIT, che studia materiali che si attivano con il calore. Rispetto ai tradizionali materiali auxetici, si attivano autonomamente, sono ecologicamente sostenibili, facili da personalizzare e presentano più opzioni per la progettazione e la realizzazione di nuove proprietà dei materiali**

**▪ This page: models for the Active Auxetics project at the Self-Assembly Lab at MIT, a research programme that studies heat-active auxetic materials. Compared to traditional auxetic materials, heat-active auxetic materials demonstrate autonomous performance, environmental response, easy customisation, and greater possibilities for the design and fabrication of material properties**







© Photo Oliviero Toscani

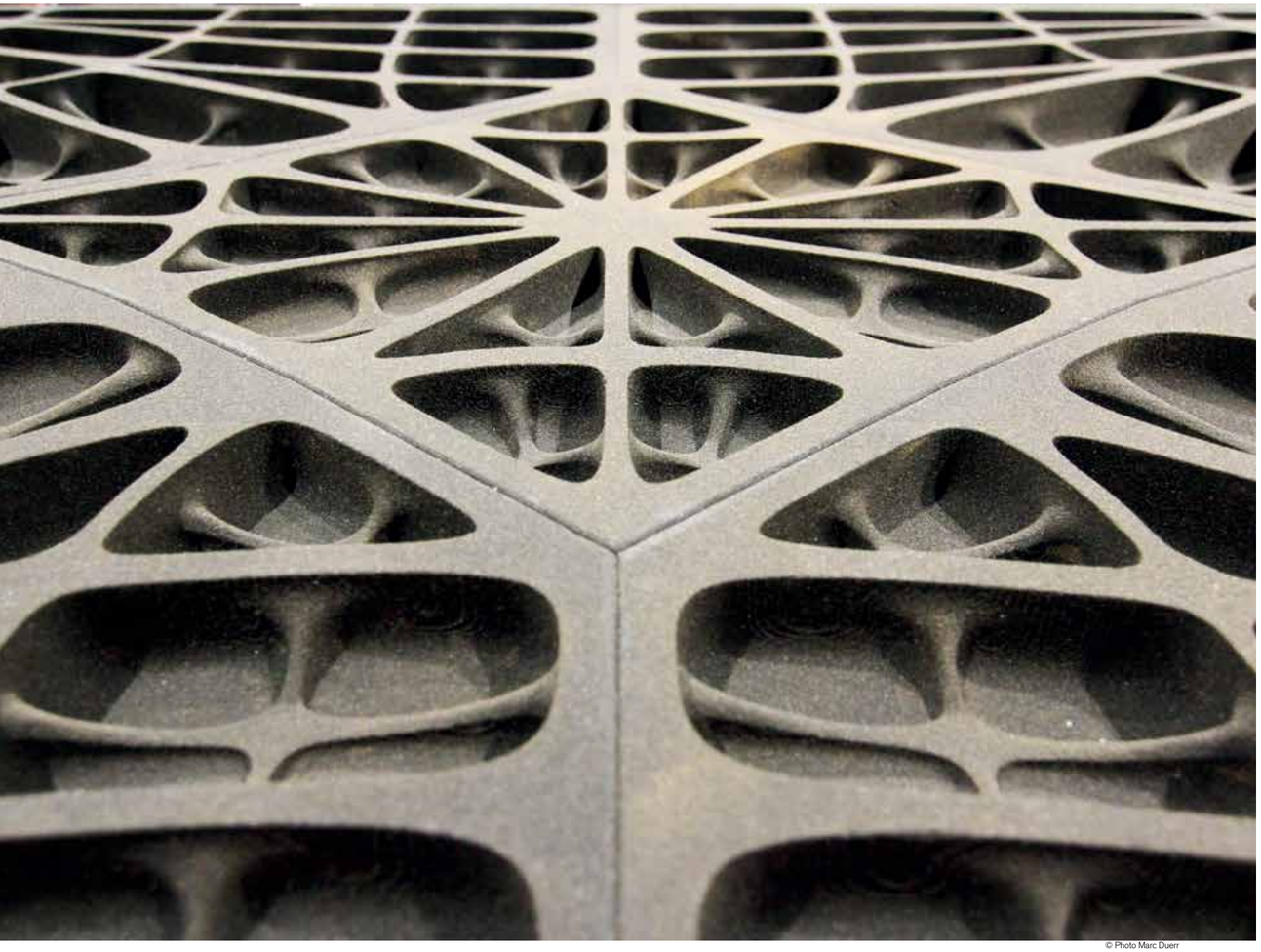
**Skylar Tibbits, Jared Laucks**

# ODB Engineering MAESTRI COSTRUTTORI/MASTER-BUILDERS

Volte e solai a compressione sono la base della ricerca di ODB Engineering, nata da una partnership che affonda le proprie radici a Boston ma gestita in tre sedi, ognuna incaricata di sviluppare un aspetto del progetto. Abbinata allo studio dei materiali da costruzione, promette di creare sistemi efficaci e flessibili, adatti a contesti diversi

Vaults and compression-based structures are the focus of research by ODB Engineering, a partnership with roots in Boston and investigators in three countries, each developing a specific aspect. Combined with the study of building materials, the aim is to create efficient, flexible systems that cost less and are suitable for different environments

**Laura Milan**



© Photo Marc Duerr

**In queste pagine: le volte esposte a "Beyond Bending" alle Corderie dell'Arsenale nel corso della Biennale di Architettura 2016 curata da Alejandro Aravena. Sono il frutto di una ricerca coordinata dai professori John Ochsendorf, Matthew DeJong e Philippe Block, docenti associati rispettivamente al MIT, alla University of Cambridge e all'ETH di Zurigo. Prendono le mosse da studi su alcune architetture storiche per sviluppare volte e solai a compressione, che consentono di risparmiare fino al 70% di materiale e ridurre il peso complessivo dell'opera, i costi, le tempistiche della realizzazione, oltre che il dispendio energetico legato a fabbricazione e trasporto**

**Laura Milan**

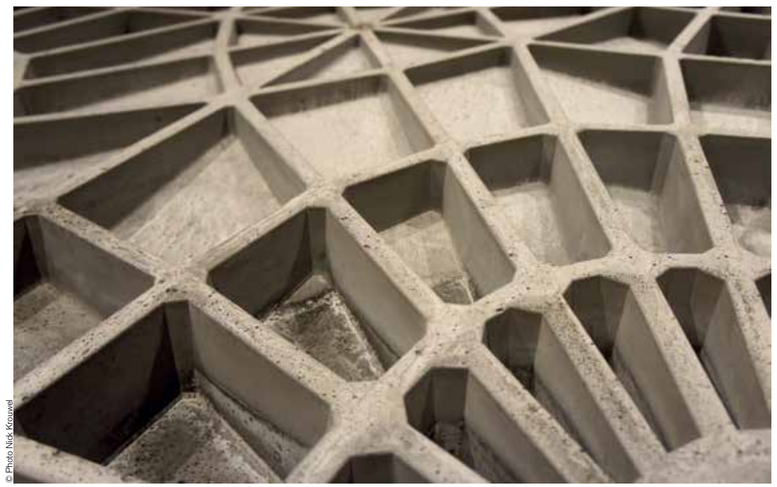
nata a Rivoli, Piemonte, nel 1975, si laurea in Architettura al Politecnico di Torino (2001). Nel 2014 ha cofondato lo Studio Associato Comunicarch – con Cristiana Chiorino e Giulietta Fassino – ed è socio fondatore dell'associazione Open House Torino (2017).

▪ Milan was born in Rivoli, Piedmont region, in 1975. She graduated in architecture at the Turin Polytechnic in 2001. In 2014 she co-founded Studio Associato Comunicarch. In 2017 she co-founded the Open House Torino association.

© Photo Anna Mangiocudski

© Photo Anna Mangiocudski

In un edificio, a parità di capacità portante, un sistema per solai basato su un arco e un tirante, che lavora prevalentemente a compressione, può essere più efficiente di un tradizionale sistema a trave, sottoposto a taglio e flessione? La risposta è positiva, secondo le ricerche di un gruppo internazionale nato a Boston dal direttore del Building Technology Group John Ochsendorf e alimentato all'ETH di Zurigo da Philippe Block (a capo del Block Research Group) e a Cambridge da Matthew DeJong (all'interno dello Structures Research Group).
L'oggetto di studio non è nuovo, ma la ricerca sta traghettando verso il futuro una parte importante di una storia disciplinare che passa attraverso le sottili volte di laterizio di Rafael Guastavino (brevettate negli Stati Uniti nel 1885), Pier Luigi Nervi e il suo ingegnoso sistema costruttivo basato su cemento armato e prefabbricazione e i pionieristici ponti di cemento armato di Robert Maillart, ma anche attraverso Le Corbusier e i solai delle sue Maison Jaoul. L'obiettivo, come racconta lo stesso Ochsendorf – ingegnere strutturale con un percorso formativo a cavallo con l'archeologia tra la Cornell University, Princeton e Cambridge – è lo sviluppo di un sistema costruttivo in grado di realizzare edifici belli e performanti, di minore costo ma anche sostenibili ed ecologicamente responsabili. Il punto di partenza sono i solai, che in una costruzione concentrano la maggior parte dei materiali, mentre i mezzi sono la tecnologia, un utilizzo intelligente di materiali tradizionali e innovativi, le strade aperte dal digitale (soprattutto in termini di modellazione di geometrie tridimensionali e di stampa 3D di casseforme complesse) e le possibilità offerte da capacità di calcolo sempre più potenti, che oggi consentono di definire con elevata precisione le forze interne alle sezioni.
La ricerca affonda le sue radici a Boston, dove Block e DeJong hanno conseguito il dottorato di ricerca, ed è gestita in modo coordinato nelle tre sedi di rilevanza mondiale che ne stanno sviluppando parti complementari. Mentre a Cambridge si sta lavorando su ingegnerizzazione e modellazione, a Zurigo ci si concentra sullo sviluppo del software e sugli aspetti più vicini alle questioni poste dall'architettura. Il MIT di Boston sta invece lavorando sulla ricerca di soluzioni strutturali storiche da applicare al progetto contemporaneo (la loro pianificazione, il progetto delle geometrie e il calcolo) e portando avanti uno studio sui materiali da costruzione che, consapevole della limitatezza delle risorse del pianeta, si è concentrato su quelli tradizionali, spesso 'poveri', di provenienza locale e a basso impatto ambientale. Per il futuro, sta cercando nuove possibili strade per riutilizzare prodotti di scarto o materiali di risulta.
In questo senso è stata emblematica, anche per il concreto interesse dimostrato verso la ricerca, la partecipazione alla Biennale di Architettura di Venezia diretta da Alejandro Aravena, dove *Beyond Bending* (Oltre la flessione, installazione curata da Block Research Group, Ochsendorf DeJong & Block Engineering e The Escobedo Group) ha esposto, accanto alla scenografica volta a compressione Armadillo, quattro esempi di solai in cui altrettanti sottili tiranti metallici erano alla base di ognuna delle strutture realizzate in materiali diversi: tradizionali come la terra cruda e la terracotta (prodotti a Boston), oppure moderni e che guardano al futuro come il cemento e un composito a base di resina e sabbia (provenienti da Zurigo). Tutti insieme, erano dimostrativi di un sistema adattabile, flessibile e ugualmente efficace in contesti avanzati come pure in altri meno progrediti.
Sviluppatasi finora prevalentemente all'interno dei laboratori universitari, la ricerca sui solai a compressione ha trovato una prima realizzazione nel 2009 nel sudafricano Mapungubwe Interpretation Center di Peter Rich (tra i selezionati all'edizione 2011-2013 dell'Aga Khan Award for Architecture), dove sottili volte di mattoni in foglio stabilizzate da tiranti metallici sono diventate casseforme permanenti per i soprastanti solai in cemento. Per il futuro, a Zurigo è in pieno sviluppo il progetto dimostrativo NEST, due residenze a servizio della facoltà i cui solai promettono di risparmiare fino al 70% di materiale rispetto a quelli tradizionali. ◉



© Photo Nick Knowland

**▪ These pages: views of the vaults on display in the "Beyond Bending" exhibition in the Corderie dell'Arsenale at the 2016 Architecture Biennale in Venice directed by Alejandro Aravena. The work is the result of research conducted by John Ochsendorf, Matthew DeJong and Philippe Block, the associates of ODB, respectively working at MIT, the University of Cambridge and the ETH Zurich. They base their studies on ancient architectural feats to develop vaults and compression-based structures allowing to reduce material by up to 70 per cent compared to traditional structures, which lowers weight, costs and time spent on construction, in addition to being energy efficient to manufacture and transport**

© Photo AKAA/Olga Oberholzer

© Photo AKAA/Olga Oberholzer

• In a given building, can a floor-plate structure based on an arch and a tie beam (a prevalently compression-based structure) be more efficient than a traditional steel-beam structure undergoing flexion and shear stress – given equal load-bearing capacities?
The answer is positive, according to research conducted by an international group founded in Boston by John Ochsendorf (the director of the Building Technology Group in the Department of Architecture at the Massachusetts Institute of Technology) and joined by Philippe Block (the head of the Block Research Group at the Institute of Technology in Architecture, ETH Zurich) and Matthew DeJong (of the Structures Research Group in the Engineering Department at the University of Cambridge). Together they founded Ochsendorf DeJong & Block – ODB Engineering.
Their study subject is not new, but their research is leading an important part of the disciplinary history of structural engineering toward the future. It looks at such examples as the thin masonry vaults by Rafael Guastavino, patented in the United States in 1885; the ingenious construction system devised by Pier Luigi Nervi using prefabricated reinforced concrete; the pioneering reinforced-concrete bridges by Robert Maillart; and the Catalan vaults by Le Corbusier for the Maisons Jaoul. John Ochsendorf, a structural engineer with an interest in archaeology who trained at Cornell, Princeton and the University of Cambridge, says that the aim is to develop a construction system that makes beautiful, efficient buildings that cost less, are sustainable and respect the environment. The floor structure is the departure point, where most of the materials of a construction are concentrated. The means are technology, the intelligent use of traditional and innovative materials, the roads opened by digital processes (especially in terms of the modelling of three-dimensional geometric structures and the 3D printing of complex formwork) and the possibilities offered by increasingly powerful calculus possibilities, which now allow for elevated precision in defining internal forces inside sections.
The research has its roots in Boston, where Block and DeJong received their doctorate degrees, and it is conducted in coordination with the three universities of worldwide renown that are developing its complementary parts. The team in Cambridge is working on engineering and modelling; Zurich is concentrating on software development and architectural design. At MIT in Boston historical structural solutions are being researched for contemporary design (their planning, the design of their geometry, and their calculus) and continuing a study of construction materials in full awareness of the planet's finite resources, meaning that it focuses on traditional, often humble materials, locally sourced and with low environmental impact. For the future, the group is looking for new avenues in the reuse of production leftovers and waste materials.
As a result of interest in the group's research, it participated in the recent Venice Architecture Biennale directed by Alejandro Aravena with the installation *Beyond Bending*, organised by Block Research Group, Ochsendorf DeJong & Block Engineering, and The Escobedo Group. The exhibition included the scenographic Armadillo Vault, and four prototypes of vaulted floor systems. Minimal steel tie-beams lie at the base of the structures; each was built in different materials: the traditional ones of unfired earth bricks, and fired bricks (produced in Boston); and the modern ones of cement, and a composite based on resin and sand (from Zurich). All together they demonstrated an adaptable, flexible, efficient structure that can be used in advanced contexts as well as underdeveloped ones. Until now prevalently studied in university laboratories, the research on compression vaults found a first application in 2009 in South Africa for the Mapungubwe Interpretation Centre by Peter Rich Architects (shortlisted for the 2011-13 cycle of the Aga Khan Award for Architecture). Here, thin vaults of bricks stabilised by steel tie beams became the permanent formwork of the cement floors above them. As for the future, the demonstrative, modular, residential NEST project is in full swing in Zurich, where two flats at the service of the faculty are equipped with floors estimated to save up to 70 per cent of material compared to traditional ones. ⓓ

© Photo Iwan Baan

**In alto: veduta esterno ed interno del Mapungubwe Interpretation Center di Limpopo, in Sudafrica, un progetto di Peter Rich Architects completato nel 2009. Si tratta della prima applicazione della ricerca sui solai a compressione. In questa pagina in basso e nella pagina a fronte: la volta Armadillo, realizzata su progetto del team capeggiato da Philippe Block su ispirazione del lavoro di Robert Hooke di fine Seicento. È stata assemblata alla Biennale di Architettura di Venezia in due settimane, dopo un test in Texas. La sua forma si basa su principi strutturali e costruttivi arcaici, migliorati e implementati dai metodi computazionali e dalla fabbricazione digitale. Discretizzata in 399 conci di pietra calcarea tagliati singolarmente e posati a secco, la volta Armadillo si estende per una superficie di 75 m², con una lunghezza massima di 16 m e uno spessore variabile dai 5 ai 12 cm. I tiranti mantengono la forma in equilibrio. Grazie alla traiettoria curvilinea, le sollecitazioni prodotte dai carichi sull'arco vengono trasformate in forze prevalenti di compressione**

© Photo Anna Maragkoudaki

© Photo Iwan Baan

© Photo Iwan Baan

**Opposite page, top: exterior and interior of the Mapungubwe Interpretation Centre (2009) by Peter Rich Architects in Limpopo, South Africa, the first application of ODB research on compression vaults.
Opposite page, bottom and this page: the Armadillo Vault, a free-form stone shell built by a team under Philippe Block and inspired by the work of the English scientist Robert Hooke (1635-1703). It was assembled at the Venice Biennale in two weeks, after a trial in Texas. Its form is based on archaic structural and constructional principles enhanced by computation and digital fabrication. Comprised of 399 individually cut limestone voussoirs, unreinforced and without mortar, the vault spans 75 square metres (maximum length 16 metres) with a thickness varying between 5 and 12 centimetres. Tension ties equilibrate the form, and its funicular geometry allows it to stand in pure compression**

© Photo Oliviero Toscani

**John Ochsendorf**

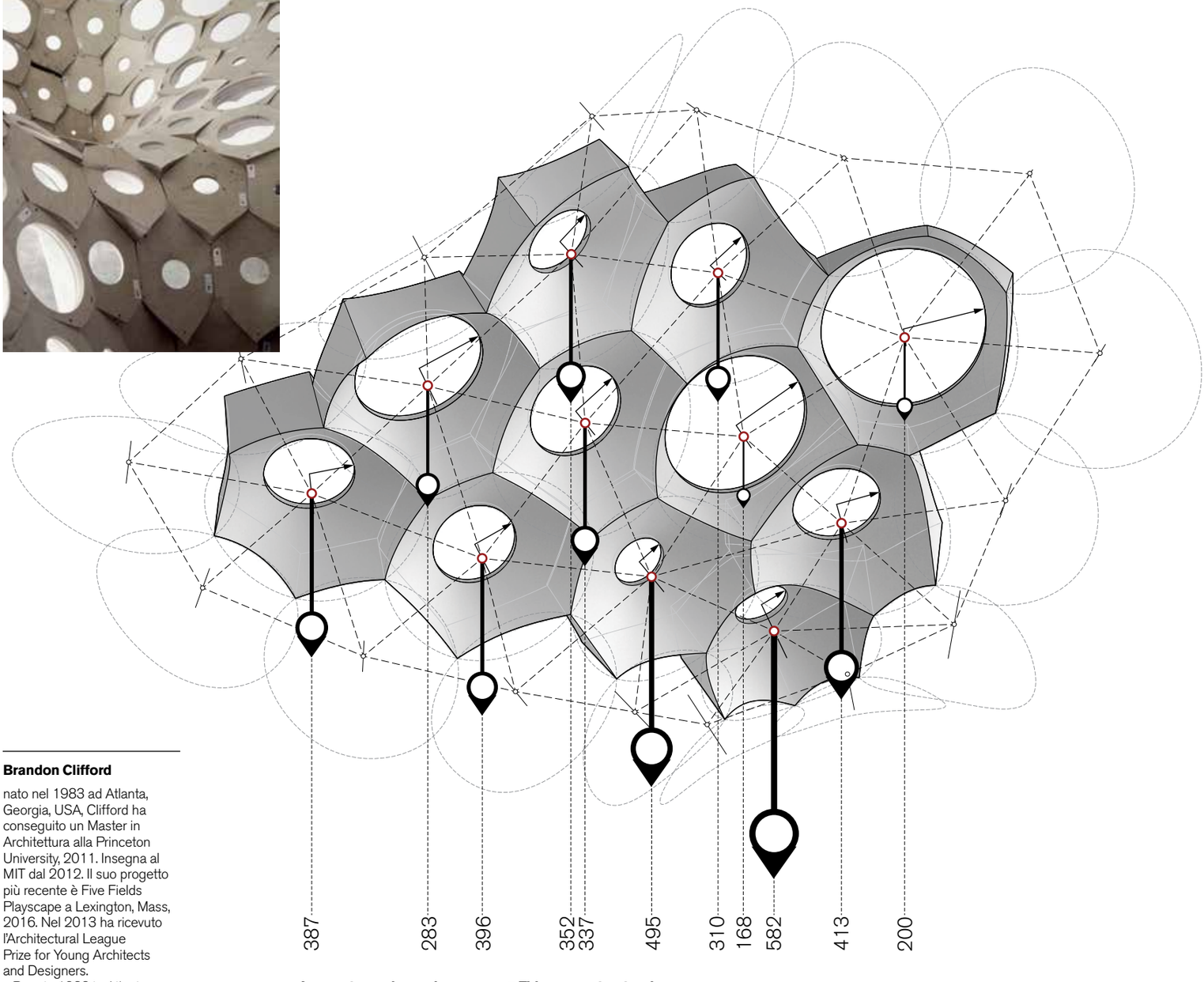
Matter Design

# LA RESA DI UNA MATERIALITÀ RETORICA/ THE RENDERING OF RHETORICAL MATTER

L'ibridazione di tecniche antiche e processi digitali è il *modus operandi* dello studio americano Matter Design. I lavori di Brandon Clifford e Wes McGee, che si muovono in un territorio di mezzo tra design e architettura, mettono al centro i materiali e li connotano con valenze percettive e ontologiche

Hybridising ancient techniques and digital processes is the *modus operandi* at the American practice Matter Design, where Brandon Clifford and Wes McGee work on experimental projects that are part design, part architecture. Materials are key, and the results elicit perceptual and ontological surprise

**Brandon Clifford**




**In questa pagina: schema strutturale e dettaglio de La Voûte de LeFevre, di Brandon Clifford e Wes McGee, installato alla Banvard Gallery della Knowlton School of Architecture, Ohio, 2012. È frutto di un mix tra un'antica volta stereotomica e nuove tecniche costruttive**

**▪ This page: structural scheme and detail of La Voûte de LeFevre by Brandon Clifford and Wes McGee, installation at Banvard Gallery at the Ohio State Knowlton School of Architecture, 2012. The project mixes ancient stereotomic vault construction with advanced fabrication**

**Brandon Clifford**

nato nel 1983 ad Atlanta, Georgia, USA, Clifford ha conseguito un Master in Architettura alla Princeton University, 2011. Insegna al MIT dal 2012. Il suo progetto più recente è Five Fields Playscape a Lexington, Mass, 2016. Nel 2013 ha ricevuto l'Architectural League Prize for Young Architects and Designers.

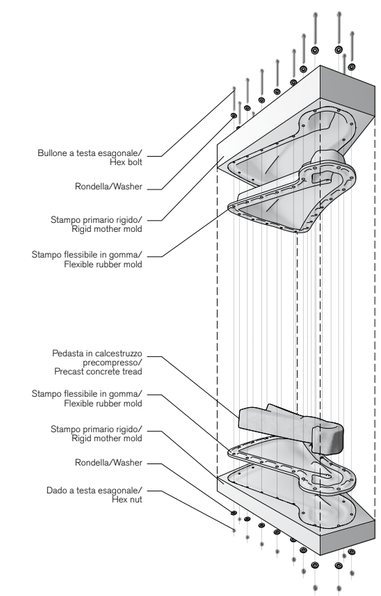
▪ Born in 1983 in Atlanta, Georgia, Clifford received a master's degree in architecture from Princeton in 2011. He has taught at MIT since 2012. A recent project is Five Fields Playscape in Lexington, Mass., 2016. In 2013, he received the Architectural League Prize for Young Architects and Designers.

All'interno di una cava, un blocco di marmo non vale un bel niente. Quando viene spedito, diventa un tantino più prezioso, sebbene solo una volta scolpito e trasformato nella *Rebecca Velata* (1863) di Giovanni Maria Benzoni acquisterà un valore inestimabile. I materiali naturali sono intrinsecamente privi di valore finché non subiscono l'intervento di agenti esterni quali la scarsa disponibilità (il mercato), il trasporto (il costo) o la levigatura (il tempo). Buona parte di questi elementi sono quantificabili, ma il più interessante fra tutti resta la creatività umana, la quale è in grado di minare ogni presunzione di un'immediatezza materica a favore di una materialità percettiva. Matter Design compie esperimenti sulle stravaganze retoriche per postulare possibilità inedite per materiali già noti e spesso economici. La nostra ricerca si traduce nel travisamento dei materiali, nell'ambiguità fra tipologie convenzionali e nell'animazione dell'inorganico.
Al primo caso appartengono progetti come Periscope, Helix e Microtherme, che coinvolgono il visitatore attraverso la resa di un materiale apparentemente in contrasto con la prestazione delle singole componenti o delle proprietà del materiale stesso. Periscope è una torre alta circa 18 metri ricavata da blocchi di gommapiuma intagliati perché diano l'impressione di un panno tirato verticalmente in una forma curiosamente impossibile. Un approccio analogo è riscontrabile in Helix, in cui una scalinata di cemento rigido acquista un aspetto carnoso, increspandosi e torcendosi attorno a un pilastro centrale. Anche Microtherme – che richiede la partecipazione umana per realizzare la propria promessa di valore – conferisce al cemento una certa malleabilità. Nel suo spazio inferiore, il cemento sembra ricadere in pieghe molli sopra cariatidi viventi che strutturano e fanno levitare la massa di materiale. Una percezione del tutto opposta viene invece prodotta nel volume superiore, dove è la forma umana a rendersi incorporea mentre s'immerge in un bagno di cemento. La bizzarria insita in questo metodo invita il visitatore a calarsi nell'esperienza. Pur essendo infinito nelle sue possibilità, il procedimento impone al creatore di iniettare nuovi significati in un materiale altrimenti insignificante.

In progetti quali La Voûte de LeFevre, l'applicazione della retorica è utile a compiere una transizione tra entità riconosciute dell'architettura: nella fattispecie, il peduccio. Nonostante i pilastri siano compatti e distinti dall'incastro dei conci, la retorica delle due unità prosegue al di sotto del peduccio e fonde due elementi eterogenei in un aspetto unitario. Questo approccio getta ambiguità sulla comprensione di un singolo elemento a favore della continuità, anche se l'onere di una simile registrazione – lungi dall'essere una condizione predefinita – dev'essere opera del creatore. Qui il disegno evolve lentamente da concavo a convesso, immaginando una serie di pressioni interne al pilastro. Tale processo di transizione mostra come la distinzione fra i singoli elementi sia evidente, mentre il delineamento di detta distinzione sia invece confuso.

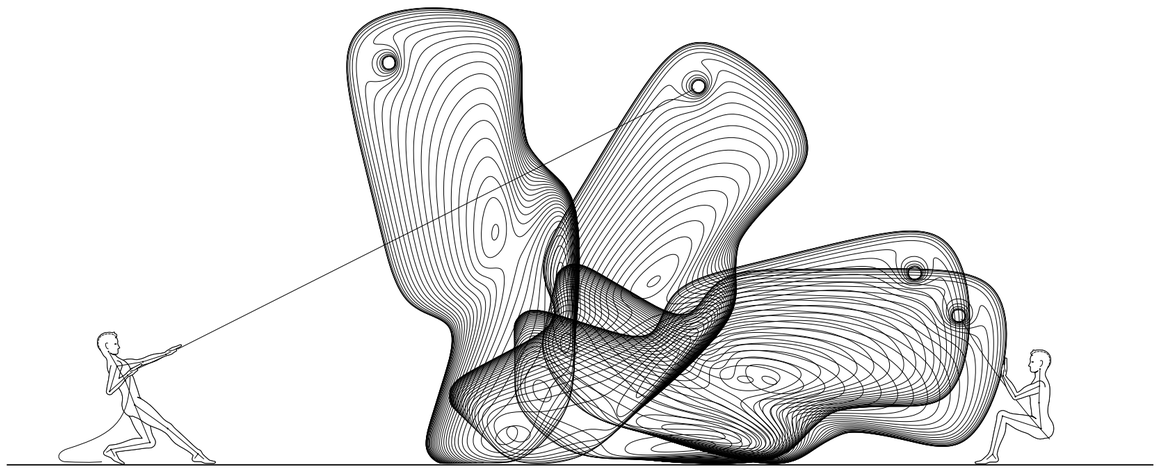
In modo simile, Helix scombussola ogni nostro preconcetto sui modelli conosciuti.
A dispetto della sua forma – una pesante scala a chiocciola imperniata a terra – si tratta di una rampa in scala ridotta e appesa al soffitto: un pendolo fragile e spaventoso, tutto fuorché utile. Viene così riconsiderato il significato a discapito della funzionalità. Con McKnelly Megalith, la ricerca sconfina nell'ambito dell'animazione dell'inorganico. Questa enorme scultura di due tonnellate è stata disegnata, calcolata e realizzata con un baricentro preciso. Grazie a un gioco di equilibrio, la massa del megalite agevola il cambio di posizione, poiché la sua cinetica lo rende leggero come una piuma. Bilanciandosi su un unico punto, ondeggiando e oscillando, questo oggetto inanimato prende vita, in nome di un progetto che amalgama i temi della percezione, e la performance con l'ontologia. ⓓ

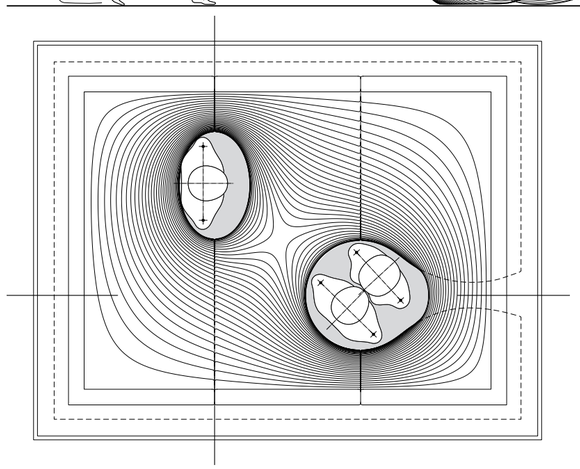
• A block of marble is worthless in a quarry. It is a bit more valuable when shipped, and when carved and transformed into the *Veiled Rebecca* (1863) by Giovanni Maria Benzoni that marble becomes priceless. Natural materials are inherently valueless unless acted upon by agents – scarcity (market), transportation (cost), or polishing (time). While many of these are quantifiable, the most interesting of agents is the creative human, undoing the presumption of material clarity in favour of perceptual matter. Matter Design experiments with rhetorical strangeness in order to imagine new possibilities for known and often inexpensive materials. This research manifests itself in three ways: material misreading, confusing known types, and the animation of the inorganic. Material misreading can be witnessed in projects such as Periscope, Helix and Microtherme. Each engages the visitor by rendering a material to appear as in opposition to the performance of the pieces or the qualities of the material itself. Periscope is a 60-foot-tall tower carved from blocks of foam to appear as fabric being pulled vertically, a curiously impossible form.
A similar approach is witnessed in Helix, where a rigid concrete stair becomes fleshy, rippling and twisting towards the central column. Microtherme also renders concrete as supple. In the lower space, the concrete appears draped over living caryatids that structure and levitate the mass. In the upper space, the human form is disembodied, swimming in a bath of concrete. The whimsy of this method produces curiosity in visitors, inviting them into the experience. While the method is endless in its possibilities, it mandates the creator to embed new meaning in otherwise meaningless matter.
In La Voûte de LeFevre, the application of rhetoric serves to transform a known element of architecture: the springing point. Though the columns are solid and distinct from the unitised voussoirs, the rhetoric of these units continues down past the springing point, blending a global appearance across two distinct elements.
This approach confuses an understanding of type in favour of continuity; it is not a default condition. The pattern slowly transitions from concave to convex, imagining pressures internal to the column. The transition clarifies that this elemental distinction is understood, but the delineation of distinction is confused.
Helix also confuses our preconceptions of known types. Though the form is understood as a heavy spiral stair resting on the ground, it is a half-scale stair hanging from the ceiling. This delicate and terrifying pendulum is anything but functional. The McKnelly Megalith advances this research into the animation of the inorganic. The massive two-ton sculpture is designed, calculated and fabricated with a precise centre of mass. Through balance, the megalith employs its own mass to aid in these actions. While it appears heavy, its own kinetics render it light as a feather. Balancing on a single point, bobbing and swaying, this inanimate object becomes alive. It is a project that confuses perception and performance with ontology. ⓓ

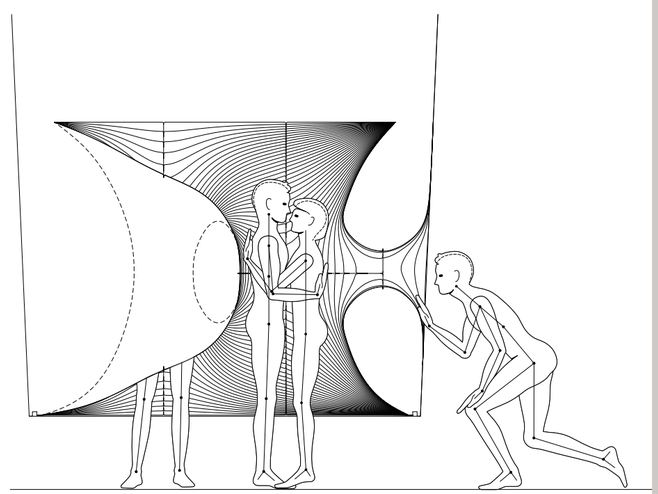


**Pagina a fronte: veduta d'insieme e dettaglio de La Voûte de LeFevre, di Brandon Clifford e Wes McGee, realizzato in multistrato di betulla del Baltico con spessori e pesi differenziati determinati in base a calcoli volumetrici. In questa pagina: visione d'insieme, immagini di dettaglio e schema di montaggio di Helix, 2013. È una scala a chiocciola dimezzata per dimensioni, realizzata in calcestruzzo prefabbricato con un progetto che conferisce organicità al materiale e ne asseconda la plasticità**

**▪ Opposite page: detail and overall view of La Voûte de LeFevre by Brandon Clifford and Wes McGee, made in Baltic birch plywood with different thicknesses and weights determined according to volumetric calculations. This page: view, details and mounting scheme of the half-scale spiral stair Helix (2013), built in precast unreinforced concrete with an organic and malleable appearance**







In questa pagina, in alto e al centro: McKnelly Megalith, un progetto di Brandon Clifford e Mark Jarzombek installato nel cortile Killian del MIT di Boston nel 2015 e realizzato in fibra di vetro e cemento armato. Questa scultura di circa 900 chili diventa leggerissima quando spostata grazie alla sua cinetica. Qui sopra: Microtherme, una struttura progettata da Brandon Clifford e Wes McGee nel 2015 e installata al Boston Society of Architects Space. È un luogo nel quale vivere esperienze termali e sensoriali

▪ This page, top and centre: the McKnelly Megalith by Brandon Clifford and Mark Jarzombek, made in glass-fibre-reinforced concrete with a foam core. The sculpture, installed in Killian Court at MIT in 2015, weighs 2,000 pounds, but its kinetics and centre of mass allow it to be moved with one finger. Above: Microtherme (2015) by Brandon Clifford and Wes McGee is installed at the Boston Society of Architects Space, offering visitors special thermal and sensorial experiences

© Photo Oliviero Toscani

**Brandon Clifford**

# AUTORI

# CONTRIBUTORS

## Carlo Ratti

Nasce a Torino nel 1971.
Si laurea in Ingegneria al Politecnico di Torino e all'École Nationale des Ponts et Chaussées di Parigi nel 1995; consegue un Master of Philosophy in Environmental Design in Architecture alla University of Cambridge nel 1996, oltre a un PhD nel 2001. Nel 2002 fonda lo studio Carlo Ratti Associati a Torino. Insegna al MIT dove dirige il SENSEable City Lab, da lui fondato nel 2004. È coautore di oltre 500 pubblicazioni e ha scritto per *The New York Times, The Washington Post, Financial Times*, *Scientific American, Il Sole 24 Ore*, *Il Corriere della Sera, Domus*. Ricopre gli incarichi di copresidente del World Economic Forum Global Future Council su Città e Urbanizzazione e di consulente speciale presso la Commissione Europea su Digitale e Smart Cities.

■ Ratti was born in Turin in 1971. He graduated in engineering from the Turin Polytechnic and the École Nationale des Ponts et Chaussées in Paris in 1995. At the University of Cambridge, he took a master's degree in Environmental Design in Architecture in 1996 and a doctorate in 2001. In 2002 he founded Carlo Ratti Associati in Turin. He teaches at MIT, where he directs the SENSEable City Lab that he founded in 2004. He has co-authored over 500 publications. He has written for *The New York Times, The Washington Post, Financial Times*, *Scientific American, Il Sole 24 Ore*, *Il Corriere della Sera, Domus*. He is currently serving as co-chair of the World Economic Forum Global Future Council on Cities and Urbanization, and as special advisor on Urban Innovation to the President and Commissioners of the European Commission.

**www.carloratti.com**

Photo Lars Kruger

**pagina/page 2**

## Hashim Sarkis

Nato in Libano, a Beirut, nel 1964, Sarkis si è laureato in Architettura e in Belle Arti alla Rhode Island School of Design nel 1987 e ha conseguito la laurea magistrale e il dottorato in Architettura alla Harvard University Graduate School of Design, rispettivamente nel 1989 e nel 1995.
Nel gennaio 2015 è stato nominato preside della Scuola di Architettura e Urbanistica del MIT. In precedenza aveva tenuto la cattedra Aga Khan di Architettura del Paesaggio e Urbanistica presso la Harvard University Graduate School of Design (GSD). Oltre al suo lavoro accademico, Sarkis il proprio studio di progettazione, con sedi a Cambridge e a Beirut, fondato nel 1998. Tra i suoi progetti d'architettura e di urbanistica ci sono edifici residenziali popolari, sedi di istituzioni pubbliche e piani regolatori urbani, realizzati in tutto il mondo.

■ Sarkis was born in Beirut, Lebanon in 1964. He received a bachelor's degree in architecture at the Rhode Island School of Design in 1987, and a master's and doctorate degree in architecture at the Harvard University Graduate School of Design (GSD), in 1989 and 1995 respectively. He has been the dean of the School of Architecture and Planning since 2015. Prior to that he was at GSD as an Aga Khan Professor of Landscape Architecture and Urbanism. In addition to his academic work, Sarkis is the principal of the Cambridge and Beirut-based firm, Hashim Sarkis Studios founded in 1998. His architectural and planning projects include affordable housing, institutional buildings and town planning throughout the world.

**www.hashimsarkis.com**

Photo Lu Men

**pagina/page 10**

## Oliviero Toscani

Figlio del primo fotoreporter de *Il Corriere della Sera*, è nato a Milano nel 1942 e ha studiato fotografia e grafica all'Università delle Arti di Zurigo dal 1961 al 1965. Gli esordi professionali sono come fotografo per riviste di moda quali *Vogue, Elle, Harper's Bazaar, Esquire;* cura le campagne per i marchi di moda più importanti. Dal 1982 al 2000 si è occupato delle campagne pubblicitarie per il gruppo Benetton. Nel 1990 ha ideato e diretto *Colors* e nel 1993 ha concepito e diretto Fabrica, polo creativo di Benetton. Dal 1999 al 2000 è stato direttore creativo del magazine *Talk* a New York. È stato uno dei fondatori dell'Accademia di Architettura di Mendrisio nel 1996. Tra gli ultimi progetti: la collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Salute, con la Regione Calabria, con la Fondazione Umberto Veronesi, e alcune campagne di interesse e impegno sociale.

■ Toscani was born in Milan in 1942. His father was the *Corriere della Sera*'s first photojournalist. He studied photography and graphic design at the Zurich University of the Arts from 1961 to 1965. He began his career as a fashion photographer for *Vogue, Elle, Harper's Bazaar* and *Esquire*, and designed advertising for fashion labels of renown. From 1982 to 2000 he led Benetton's publicity campaigns. In 1990 he conceived and directed the magazine *Colors*, and in 1993 he conceived and directed Fabrica, Benetton's design research arm. In 1999-2000 he was the creative director of *Talk* magazine in New York. He was one of the founders of the Academy of Architecture in Mendrisio, Switzerland in 1996. Recently Toscani has been working with the Italian Ministry of the Environment and Health; with the Region of Calabria; and with the Fondazione Umberto Veronesi, in addition to designing campaigns for social causes and interests.

**www.olivierotoscani.com**

**pagine/pages 15-63**

## Skylar Tibbits

Nato nel 1985 in California, a Laguna Beach, si è laureato in Architettura alla Philadelphia University. Ha proseguito la formazione presso il MIT, dove ha conseguito la laurea magistrale in Progettazione computazionale e la laurea in Informatica. È fondatore e condirettore del Self-Assembly Lab del MIT, che ha sede presso l'International Design Center. È anche direttore del *3D Printing and Additive Manufacturing Journal* e ha fondato nel 2007 un piccolo studio multidisciplinare di progettazione: SJET LLC. È professore aggiunto presso il dipartimento d'Architettura del MIT, dove insegna ai laboratori del corso di laurea triennale e magistrale. In precedenza ha lavorato presso numerosi studi di progettazione, tra cui Zaha Hadid Architects, Asymptote Architecture e Point b Design.

■ Tibbits was born in Laguna Beach, California in 1985. He graduated in architecture from Philadelphia University. Continuing his education at MIT, he received master's degrees in design computation and computer science. He is the co-director and founder of MIT's Self-Assembly Lab housed at the International Design Center. He is the editor-in-chief of the *3D Printing and Additive Manufacturing Journal* and the founder (2007) of the small multidisciplinary design practice SJET LLC. Tibbits is an assistant professor at MIT's Department of Architecture, where he teaches graduate and undergraduate design studios. Previously, he worked at a number of design offices including Zaha Hadid Architects, Asymptote Architecture and Point b Design.

**www.selfassemblylab.net**

**pagina/page 24**

## Anastasios John Hart

Nato a Royal Oak, nel Michigan, nel 1979, ha conseguito la laurea magistrale presso la University of Michigan nel 2002 e il dottorato di ricerca nel 2006 presso il MIT, tutti in Ingegneria meccanica. Ha acquisito esperienze industriali di ingegneria e gestione del progetto presso la General Motors e svolgendo diversi incarichi di consulenza. È professore associato di Ingegneria meccanica e tiene la cattedra "Mitsui" di Sviluppo professionale al MIT, dove è direttore del Mechanosynthesis Group, un gruppo di lavoro che ha l'obiettivo di individuare nuovi principi, macchinari e processi per la produzione di materiali avanzati. Insegna anche ai corsi estivi professionali in stampa 3D del MIT. Attualmente le sue ricerche sono dedicate alla sintesi e alle applicazioni dei nanotubi di carbonio, ai microsistemi e alla progettazione delle relative macchine, e alla visualizzazione per scopi scientifici.

■ Hart was born in Royal Oak, Michigan, in 1979. He received his master's (2002) and doctorate degree (2006) in mechanical engineering at MIT. He has industrial experience in engineering and project management at General Motors, and as a consultant. He is an associate professor of mechanical engineering and a Mitsui Career Development Chair at MIT, where he leads the Mechanosynthesis Group, which aims to create new principles, machines and processes for the manufacturing of advanced materials. He teaches a MIT summer professional course on additive manufacturing. He conducts research on synthesis and applications of carbon nanotubes, microsystems and machine design, and scientific visualisations.

**mechanosynthesis.mit.edu**

**pagina/page 40**

## Pattie Maes

Nata a Bruxelles nel 1961, ha conseguito la laurea triennale e magistrale in Informatica alla Université Libre di Bruxelles. È docente di Tecnologia dei media al MIT ed è fondatrice e direttrice del gruppo di ricerca Fluid Interfaces del Media Lab. In precedenza aveva fondato e gestito il gruppo Software Agents. Prima di lavorare al Media Lab è stata visiting professor e ricercatrice presso il MIT Artificial Intelligence Lab. Le sue competenze riguardano l'interazione tra umani e computer, e l'intelligenza artificiale. È stata anche imprenditrice, come cofondatrice di varie società private tra cui Firefly Networks (poi venduta alla Microsoft) e Open Ratings (venduta alla Dun & Bradstreet). Ricopre il ruolo di consigliera e investitrice in diverse spinoff del MIT.

■ Maes was born in Brussels in 1961. She took her doctorate degree in computer science at the Université Libre de Bruxelles. She is a professor in media technology at MIT and the founder and director of the Media Lab's Fluid Interfaces research group. Previously, she founded and ran the Software Agents group. Prior to joining the Media Lab, Maes was a visiting professor and research scientist at the MIT Artificial Intelligence Lab. Her areas of expertise are human-computer interaction and artificial intelligence. Maes has been active as an entrepreneur and co-founder of several venture-backed companies including Firefly Networks (sold to Microsoft) and Open Ratings (sold to Dun & Bradstreet). She remains an advisor and investor to several MIT spinoffs.

**www.fluid.media.mit.edu**

**pagina/page 54**