

# SMART MATERIALS

The speed with which new materials are developed and brought to market today has no precedents in human history. We have available a myriad new materials derived from such traditional ones as wood, ceramics and glass; and we have materials that perfect the performances of the materials of modernity, from steel to plastics.

Then there are composite materials of various types and kinds, from the so-called “liquid wood”, a composite of plastics and sub-products of woodworking, to composite’s based on fibres in a plastic matrix, on which much yacht production is based. Then there are the absolute innovations: materials with almost magical properties; unusual materials for common understanding and experience of what material has so far meant to us. These are the smart materials, which take us into a new era: the era of increasingly light, changing and dynamic material.

## Awareness

For this reason MADEC ([www.madec.polimi.it](http://www.madec.polimi.it)), the research centre on the culture of materials of the Milan Polytechnic, has decided to take action to increase the awareness of smart materials, to stimulate designers to experiment with new materials and urge researchers to share information. But first, what are intelligent materials? They are materials that can change by reacting to external stimuli (and be controlled by them). One example is conducting inks, inks that make it possible to print electrical circuits in a way that is revolutionary compared with current production processes: current printed circuits, despite their name, are in fact produced by photo incision or

mechanical milling, while inks allow a purely additive process. The ability to use intelligent materials demands an evolution of design methodologies.

## Some examples

Below are some remarkable examples of the use of smart materials, in very varying sectors: in some cases there are prototypes in others products already on the market; in any case, it’s clear that designers must start taking them into consideration. A sector that has seen growing attention from design research is textiles. With digital technologies textiles become the supports for intelligent systems, which go from the most complex devices such as the SymbiosisO: Voxel textile display, presented at Tribeca Issey Miyake in New York in 2012, to very simple smart applications such as fabrics that change colour. What are these fabrics? They are conventional fabrics with special substances – leuco dye or liquid crystals – added to traditional dyes. These can change their optical properties under application of the stimulus (electrical, optical, thermal, mechanical, chemical et cetera), with a reversible effect. These substances, scientifically defined as “chromogenic materials” or simply “chameleons” because they change colour as the reaction to their environment, offer great opportunities for the emotional involvement of us-



Lotus Dome by the Roosegaarde Studio installed in the church of Santa Maria Maddalena in Lille.

Lotus Dome dello Studio Roosegaarde installato nella chiesa di Santa Maria Maddalena a Lille.

Bloom by the dOISu architectural studio is made up of thousands of tiles in thermo-bimetal that change shape in response to the environmental temperature.

Bloom di dOISu studio architecture è costituita da migliaia di tegole in termo-bimetallo che cambia forma in funzione della temperatura dell'ambiente.

The van Gogh cycle track, designed by the Roosegaarde Studio.

Pista ciclabile Van Gogh, progetto dello Studio Roosegaarde.



ers. Halfway between a work of art and an interactive installation, Lotus Dome (2012) is a project by the Rotterdam Roosegaarde Studio for the city of Lille. The studio, a collective laboratory of engineers, artists and designers led by Dutchman Dan Roosegaarde, engages in projects where nature and technology are blended to make architecture dynamic. Dome, the latest version of the Lotus series, is a “living” sphere more than 2 m high made up of small smart flowers that open and close as a response to human behaviour, creating magical projections of light and shadow. The flowers, in a material specifically developed by the Roosegaarde Studio and the producer, are made of several overlapping layers of Mylar (a kind of polyester) that changes shape when exposed to a source of heat: the petals gently fold, blocking the light or letting it pass. The movements of visitors, read by special sensors, activate the many lights inside the sphere; the heat generated by the lighting system causes in turn the reaction of the petals in Mylar, which open, giving the impression of reacting directly to the behaviour of the visitor. When the room is empty: the sphere seems to rest; when somebody comes close, the sphere gently wakes up opening its flowers and letting the light through, gently following the visitor; when several people interact at the same time with the sphere, the behaviour becomes increasingly dynamic, transforming the environment with its light beams. A sec-

ond interesting project from the Roosegaarde Studio is the van Gogh cycle track in Nuenen (Holland). Inspired by the Starry night painting of the Dutch artist, the track is made up of thousands of phosphorescent pebbles that charge during the day and shine by night. Technology and experience merge creating a “techno-poetic” landscape, in the words of designer Dan Roosegaarde. Built with the technology of Heijmans Infrastructure, the cycle track was inaugurated in November 2014 in preparation for the 125th anniversary of the death of the artist which will fall this year (2015). The 50,000 “pebbles” are in fact plates covered with a photosensitive material that can emit a blue-green light, sunk in the newly laid cement and later polished. A day of sun is sufficient to produce eight hours of continuous light per eight hours during the night, while on cloudy days auxiliary solar panels supply the energy needed to light the track. Use of smart materials in a more architectural setting has been made by the dOISu studio in Los Angeles, founded by Doris Kim Sung, an architect with an interesting background in biology and a lecturer at the University of Southern California (USC). The study specialises in the development and use in architecture of innovative and smart materials, in particular thermo-bimetals (alloys of metals with different coefficients of heat that change shape with temperature) and other alloys with shape memory.

© ALL RIGHTS RESERVED



# Smart Materials

La velocità con cui oggi nuovi materiali sono sviluppati e immersi sul mercato non ha precedenti nella storia umana. Abbiamo a nostra disposizione una miriade di nuovi materiali derivati da quelli tradizionali come il legno, le ceramiche, il vetro; e abbiamo materiali che perfezionano le performance dei materiali della modernità, dall'acciaio alle plastiche. .

Poi vi sono i materiali compositi di vario tipo e genere, dal cosiddetto "legno liquido", cioè un composito di plastiche e sottoprodotti di falegnameria, ai compositi a base di fibre in matrice plastica, su cui si basa molta della produzione nautica. E infine, vi sono le assolute novità: materiali dalle proprietà quasi magiche; materiali inconsueti per la comune comprensione ed esperienza di ciò che è stata finora per noi la materia. Sono i materiali smart, che ci fanno entrare in una nuova era: l'era della materia sempre più leggera, cangiante, dinamica.

## La conoscenza

Per questo motivo MADEC ([www.madec.polimi.it](http://www.madec.polimi.it)), il centro di ricerca sulla cultura dei materiali del Politecnico di Milano, ha deciso di operare per diffondere la conoscenza dei materiali smart, per stimolare i designer a sperimentare con i nuovi materiali e per spingere i ricercatori a condividere le informazioni. Innanzitutto, cosa sono i materiali intelligenti? Sono i materiali che possono cambiare in reazione a stimoli esterni (ed essere controllati per mezzo degli stessi). Un esempio sono gli inchiostri conduttivi, inchiostri che permettono di stampare circuiti elettrici in modo rivoluzionario rispetto ai processi produttivi attuali – i circuiti stampati attuali, nonostante il nome, sono infatti ricavati per fotoincisione o fresatura meccanica, mentre gli inchiostri permettono un processo puramente additivo. La capacità di impiegare i materiali intelligenti necessita di una evoluzione delle metodologie del design.

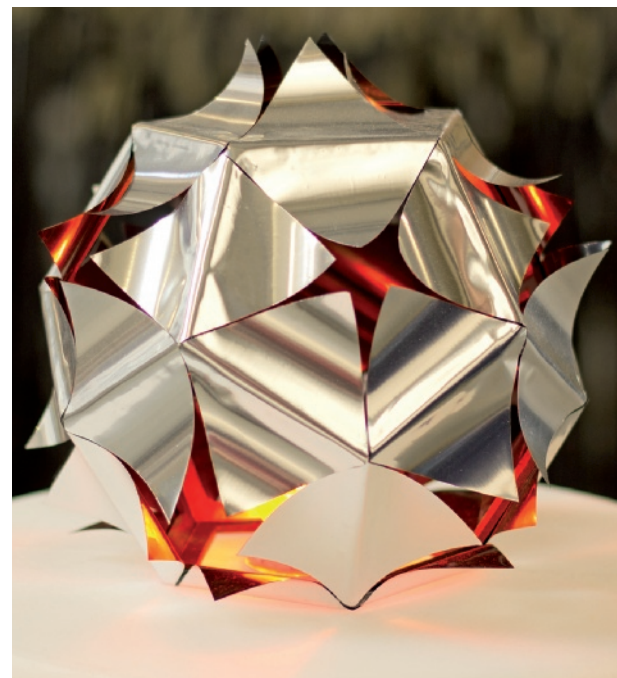
## Alcuni esempi

Di seguito presentiamo alcuni casi notevoli di impiego di smart materials, in settori molto distanti: in alcuni casi si tratta di prototipi, in altri di prodotti già sul mercato; in ogni caso, è chiaro che i progettisti debbano iniziare a prenderli in considerazione. Un settore che ha visto un'attenzione crescente da parte della ricerca di design è il tessile. Con le tecnologie digitali i tessuti diventano supporti per sistemi intelligenti, che vanno dai dispositivi più complessi come quelli del display tessile SymbiosisO: Voxel, presentato al Tribeca Issey Miyake di New York nel 2012, fino ad applicazioni smart di grande semplicità come i "tessuti che cambiano colore". In che cosa consistono questi ultimi? Sono convenzionali tessuti ai cui coloranti tradizionali sono aggiunte speciali sostanze – leucodye o cristalli liquidi

– capaci di modificare le proprietà ottiche in seguito all'applicazione di uno stimolo (elettrico, ottico, termico, meccanico, chimico, ecc.), con un effetto reversibile. Queste sostanze, scientificamente definite "materiali cromogenici" e aggettivati come "camaleontici", visto che modificano il loro colore in relazione al variare delle condizioni ambientali, offrono grandi opportunità di coinvolgimento emotivo degli utenti.

A metà tra opera d'arte e installazione interattiva, Lotus Dome (2012) è un progetto dello Studio Roosegaarde di Rotterdam per la città di Lille. Lo studio, un laboratorio collettivo di ingegneri, artisti e designer guidato dall'olandese Dan Roosegaarde, si interessa di progetti in cui natura e tecnologia si fondono per rendere l'architettura dinamica. Dome, ultima versione della serie Lotus, è una sfera "vivente" alta più di due metri composta di piccoli fiori smart che si aprono e chiudono in risposta al comportamento umano, creando magiche proiezioni di luci e ombre. I fiori, il cui materiale è stato specificatamente sviluppato dallo Studio Roosegaarde e dal produttore, sono costituiti dalla sovrapposizione di diversi strati di Mylar (un tipo di poliestere) che cambia forma quando esposto ad una sorgente di calore: i petali si piegano dolcemente, schermando la luce o lasciandola filtrare. Il movimento dei visitatori, rilevato da appositi sensori, attiva le diverse luci interne alla sfera; il calore generato dal sistema di illuminazione attiva a sua volta la reazione dei petali in Mylar, che si aprono dando l'impressione di rispondere direttamente al comportamento del visitatore. Quando la stanza è vuota, la sfera sembra riposare; all'avvicinarsi di un osservatore, la sfera si sveglia dolcemente aprendo i suoi fiori e facendo filtrare la luce, che segue delicatamente il visitatore; quando più persone interagiscono contemporaneamente con la sfera, il comportamento diventa sempre più dinamico, trasformando l'ambiente grazie alle sue proiezioni.

Un secondo, interessante progetto dello Studio Roosegaarde è la pista ciclabile Van Gogh, a Nuenen (Paesi Bassi). Ispirata al quadro Notte stellata del pittore olandese, il percorso è costituito da migliaia di "ciottoli" fosforescenti che si caricano durante il giorno e brillano durante la notte. Tecnologia ed esperienza si fondono creando un paesaggio "tecono-poetico", nelle parole del progettista Dan Roosegaarde. Costruita grazie alla tecnologia di Heijmans Infrastructure, la pista ciclabile è stata



Prototipo dei petali in Mylar che costituiscono Lotus Dome.

Il prototipo dei petali in Mylar che costituiscono Lotus Dome.

inaugurata nel novembre 2014, in preparazione del 125° anniversario della morte del pittore, la cui ricorrenza è nell'anno corrente (2015). Le 50.000 "pietre" sono in realtà piastrine ricoperte di un rivestimento fotosensibile, in grado di emettere luce blu-verde, immerse nel cemento appena steso e successivamente levigato. Una giornata di sole è sufficiente a fornire un'illuminazione continua per 8 ore durante la notte, mentre in caso di una giornata nuvolosa dei pannelli solari ausiliari forniscono l'energia sufficiente a garantire la corretta illuminazione della pista.

Un impiego in ambito più propriamente architettonico dei materiali smart è quello perseguito dallo studio dOISu di Los Angeles, creatura di Doris Kim Sung, architetto con un interessante background in biologia e docente presso la University of Southern California (USC). Lo studio è specializzato nello sviluppo e nell'impiego in ambito architettonico di materiali innovativi e smart, in particolare i termo-bimetalli (leghe di metalli con differenti coefficienti termici, in grado di cambiare forma con la temperatura) e altre leghe a memoria di forma.