

Autori vari

Vol.3

**INNOVAZIONE E NUOVI STRUMENTI PER  
LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA  
E DEGLI APPARECCHI CON TECNOLOGIA LED**

*Contributi di Walter De Silva, Alan Dilani, Roger Narboni*

AIDI  
Associazione  
Italiana  
di illuminazione

  
Editoriale Delfino

L'associazione culturale AIDI (Associazione Italiana di Illuminazione), fin dalla sua fondazione avvenuta nel 1959, svolge una costante azione di informazione scientifica, tecnica e culturale per la diffusione della conoscenza delle tematiche legate all'illuminazione e ha come "mission" principale quella di divulgare e promuovere la "cultura della luce".

La luce, infatti, oggi è sempre più protagonista dei nuovi ambienti e paesaggi urbani ed è diventata elemento di identità e differenziazione degli spazi. Questa rivoluzione senza precedenti rende, quindi, una diffusione estesa e capillare della cultura della luce per realizzare "un'illuminazione di qualità" che si declina principalmente nei termini di corretta progettazione e utilizzo dei migliori prodotti utili a realizzarla per ottenere i benefici sociali ed economici che le nuove tecnologie offrono in termini di riduzione dei consumi energetici, sicurezza e benessere delle persone.

Per questo AIDI ha come scopo principale la diffusione della conoscenza di tutti gli aspetti legati all'illuminazione e la promozione dello studio e della ricerca, per contribuire a favorire lo sviluppo dell'innovazione e delle nuove tecnologie. Presente sul territorio nazionale con diverse Sezioni Territoriali che hanno lo scopo di favorire l'affermazione del concetto di qualità e la valorizzazione della propria regione attraverso la cultura della luce, l'Associazione è da sempre testimone, fin dalla sua costituzione, della storia e dell'immagine dei suoi associati che rappresentano tutti i principali protagonisti dell'intero comparto dell'illuminazione: aziende, architetti, ingegneri, lighting designers, utility, docenti e cultori della luce che con il loro impegno e intelligenza, contribuiscono allo sviluppo e alla crescita dell'Associazione.

CODICE INS

[www.editorialedelfino.it](http://www.editorialedelfino.it)

ISBN 978-88-31221-67-2



Euro 21,00

Questo volume sprovvisto del talloncino è da considerarsi copia  
SAGGIO - CAMPIONE GRATUITO, fuori commercio  
(vendita e altri atti di disposizione vietati: art. 17, c. 2, L. 633/1941).  
Esente da I.V.A. (D.P.R. 6/10/1978, n. 627, art. 4, n. 6).  
Autori vari  
Innovazione e nuovi strumenti per la progettazione  
illuminotecnica e degli apparecchi con tecnologia LED  
ISBN: 978-88-31221-67-2

Autori vari

# INNOVAZIONE E NUOVI STRUMENTI PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA E DEGLI APPARECCHI CON TECNOLOGIA LED

La luce tra cultura e innovazione nell'era digitale  
**Atti del XIX° Congresso Nazionale AIDI**

*Contributi di Walter De Silva, Alan Dilani, Roger Narboni*

AIDI  
Associazione  
Italiana  
di Illuminazione

  
Editoriale Delfino



© 2021 Editoriale Delfino Srl  
Via Aurelio Saffi 9 - 20123 Milano  
Tel. 02-9578.4238

[www.editorialedelfino.it](http://www.editorialedelfino.it)

Prima edizione 2021

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (microfilm, copie fotostatiche compresi), sono riservati per tutti i Paesi. Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta con sistemi elettronici, meccanici o altro senza l'autorizzazione scritta dell'Editore.

Immagine di copertina: Anchora Milano

Fotocomposizione: Mara Florian

Stampa: Mediagraf SpA - Noventa Padovana (PD)

Finito di stampare nel mese di novembre 2021

Prodotto interamente realizzato in Italia Editoriale Delfino: da sempre sostenitrice del Made in Italy

Codice ISBN: 978-88-31221-67-2

Codice interno: INS



## Sommario

PREFAZIONE	9
INTRODUZIONE	13
COMITATO SCIENTIFICO	17
COMITATO ORGANIZZATORE	23
Urban lighting di <i>Roger Narboni</i>	25
Salutogenic lighting design di <i>Alan Dilani</i>	31
Il Design oggi... di <i>Walter De Silva</i>	35
<b>Capitolo 1 - NEO MORPHING LIGHTING DESIGN EXPERIENCE</b>	
a cura di <i>Gianpiero Alfarano, Alessandro Spennato</i>	43
Riassunto	43
Introduzione	43
Metodologia	44
La Fotoluminescenza	45
Applicazioni della Fotoluminescenza	47
Un nuovo indirizzo culturale	50
L'esperienza della nuova dimensione immateriale della luce	52
Finalità	53
Risultati	54
<b>Capitolo 2 - PROBLEMATICHE RELATIVE ALLO SVILUPPO DI UN IMPIANTO COMPLESSO PER L'ILLUMINAZIONE SPORTIVA IN RELAZIONE ALL'APPLICAZIONE DI METRICHE DI VALUTAZIONE INADEGUATE</b>	
a cura di <i>GianPiero Bellomo</i>	61
Riassunto	61
1 Illuminazione Sportiva: utenti e requisiti	62
1.1 Introduzione	62
1.2 Compito visivo e prestazioni	62
1.3 Riprese televisive	63
2 Documenti guida federativi prescrizioni, suggerimenti e realtà	65
2.1 Le guide delle federazioni	65
2.2 Vincoli geometrici	67
2.3 Ideale non sempre coincide con possibile	68
3 Il fenomeno dell'abbagliamento	69
3.1 Definizioni	69
3.1.1 Abbagliamento Fastidioso	70
3.1.1.1 Metodi di valutazione dell'abbagliamento fastidioso una visione di insieme	71
3.1.2 Abbagliamento debilitante	74

3.2 Abbagliamento in aree sportive	76
3.2.1 Il metodo CIE	76
3.2.2 Un altro approccio: il metodo DG	80
4 Nuova Gewiss Arena una sfida	82
4.1 Studio di fattibilità	82
4.2 Un problema ulteriore	84
4.3 Mancanza di un modello adeguato	85
4.4 Il nuovo impianto	86
4.5 Fase 1: tra il vecchio e il nuovo	90
4.6 Fase 2 e 3: Conclusione dei lavori	91
5 Conclusioni	92
<b>Capitolo 3 - USO DELLA LUCE PER COMUNICARE</b>	
a cura di <i>Carlo Capsoni, Dario Tagliaferri, Lorenzo Luini, Roberto Nebuloni</i>	99
Riassunto	99
Introduzione	99
Possibili applicazioni delle VLC	101
VLC per Internet	101
Ambienti sensibili	102
Localizzazione	103
Smart cities	103
Sistema di Trasporto Intelligente	104
Un'applicazione particolare	104
La struttura del sistema	107
Considerazioni aggiuntive	108
Conclusioni	109
<b>Capitolo 4 - L'INNOVAZIONE ILLUMINOTECNICA A SERVIZIO DEI BENI CULTURALI: MINIATURIZZAZIONE, SISTEMI OTTICI E DIGITALIZZAZIONE</b>	
a cura di <i>Laura Cinquarla</i>	115
Riassunto	115
Introduzione	116
Miniaturizzazione _ Led e sistemi ottici	116
Industrializzazione miniaturizzata	119
Le tolleranze	119
La lucidatura	120
Miniaturizzazione _ Apparecchi	121
Digitalizzazione e controllo	123
Caso studio: Palazzo Sturm	124
<b>Capitolo 5 - IL PRODOTTO LED "SU MISURA"</b>	
a cura di <i>Miriam Emiliano</i>	131
Riassunto	131
Il prodotto di illuminazione Led: diversificazione, manutenibilità e digitalizzazione	131
Il progetto antropocentrico della luce e la personalizzazione del prodotto Led	134
Il progetto della luce sostenibile e la manutenibilità	136
Il prodotto Led su misura	139
<b>Capitolo 6 - ILLUMINAZIONE STRADALE SOSTENIBILE GRAZIE ALLA FOTOMETRIA DINAMICA</b>	
a cura di <i>Lorenzo Trevisanello, Christian Mazzola</i>	149

Riassunto	149
Introduzione	150
Soluzione	151
Case Study – Installazione stradale	152
Ulteriori vantaggi e azioni future	155
Conclusioni	156
<b>Capitolo 7 - RILIEVI AEREI CON VIDEOLUMINANZOMETRO</b>	
a cura di <i>Alessandro Grassia</i>	161
Riassunto	161
Introduzione	161
Metodo	163
Risultati	165
Conclusioni	171
Ringraziamenti	172
<b>Capitolo 8 - REALTÀ VIRTUALE IMMERSIVA COME STRUMENTO PER LA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA</b>	
a cura di <i>Roberta Laffi, Luigi Maffei, Massimiliano Masullo, Michelangelo Scorpio, Sergio Sibilio</i>	175
Riassunto	175
Introduzione	176
Stato dell'arte	178
Limiti riscontrati	182
Potenzialità di applicazione illuminotecnica della iVR	184
Metodologia	185
Conclusioni	188
<b>Capitolo 9 - LINEE GUIDA PER UN PIANO REGOLATORE DELL'ILLUMINAZIONE URBANA INNOVATIVO E DI QUALITÀ</b>	
a cura di <i>Riccardo Ottavi, Cinzia B. Bellone</i>	193
Riassunto	193
Introduzione	194
Metodo	194
Risultati	198
Conclusioni	201
Principali riferimenti bibliografici	206
<b>Capitolo 10 - ILLUMINAZIONE ESTERNA - REDAZIONE DELLA NUOVA LEGGE REGIONALE DELLA CAMPANIA PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO, IL RISPARMIO ENERGETICO E LA VALORIZZAZIONE DEI CENTRI STORICI</b>	
a cura di <i>Nicola Petriccione, Gennaro Spada</i>	209
Riassunto	209
La luce blu dei LED	210
Metodo	212
Risultati e prospettive	213
Conclusioni	215
<b>Capitolo 11 - ANALISI FOTOMETRICA PER UNA FACILITY DI CALIBRAZIONE PER SENSORI DI FLUSSO TERMICO</b>	
a cura di <i>Antonio Esposito, Gennaro Spada</i>	221

Riassunto	221
Introduzione	222
Metodologia e misure	225
Risultati	227
Conclusioni	229
<b>Capitolo 12 - SISTEMI DI VERIFICA "LUMIGRAFICA" DEL MANTO STRADALE</b>	
a cura di <i>Fausto Martin</i>	235
Riassunto	235
Introduzione	236
Metodo	236
Risultati:	237
Conclusioni	238
<b>Capitolo 13 - VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO ARCHITETTURALE ED INNOVAZIONE TECNOLOGICA: IL SISTEMA DI ILLUMINAZIONE DEI PONTI STORICI SUL PO A TORINO</b>	
a cura di <i>Alessandra Paruzzo, Silvano Ciravegna, Antonello Maino, Serena Buonacorsi</i>	2433
Riassunto	243
Introduzione	244
Metodo progettuale	245
Il protocollo DMX	247
Scelta dei materiali	248
Qualità dell'impianto e principali caratteristiche del sistema di gestione	252
<b>Capitolo 14 - L'ILLUMINOTECNICA TRA DIDATTICA E PROGETTO: IL CASO DEL POLITECNICO DI TORINO</b>	
a cura di <i>Anna Pellegrino, Gabriele Piccablotto, Rossella Taraglio, Argun Paragamyran</i>	257
Riassunto	257
Introduzione	258
L'approccio didattico	259
Le esperienze extra-didattiche	264
Risultati e conclusioni	268
<b>Capitolo 15 - BIOPHILIC DESIGN: L'ILLUMINAZIONE A LED PER IL MANTENIMENTO BIOLOGICO DI PIANTE ORNAMENTALI IN CARENZA DI LUCE NATURALE</b>	
a cura di <i>Martina Alagna</i>	273
Riassunto	273
Introduzione	274
Considerazioni	276
Risultati	279
Conclusioni	281
<b>Capitolo 16 - LA SMATERIALIZZAZIONE DEL CORPO ILLUMINANTE</b>	
a cura di <i>Massimo Sacconi</i>	285
Riassunto	285
Introduzione	286
Prologo	287
Conclusioni	289
Sponsor congresso	293

## Capitolo 1

### NEO MORPHING LIGHTING DESIGN EXPERIENCE

G. ALFARANO<sup>a</sup>, A. SPENNATO<sup>b</sup>

a. Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze

b. Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze

#### Riassunto

Con il concetto di “*Neo Morphing Lighting Design*” si intende organizzare nuovi principi di progettazione ed educazione alla luce attraverso nuovi stimoli percettivi e nuove fisicità che, superando l'apparenza della forma, diano nuova sostanziale e inedita morfologia agli apparecchi illuminanti. Le ricerche avviate in ambito accademico, le sperimentazioni di nuovi materiali e di nuove applicazioni per ottenere luce a basso consumo hanno evidenziato importanti potenzialità ottenibili dal fenomeno della luminescenza dei materiali performativi di nuova generazione. La fotoluminescenza ne costituisce una specificità che ha permesso di esplorare e rendere fattibili nuove lampade *stand alone* a consumo zero.

**Parole chiave:** Lighting design, Neomorfologie, Fotoluminescenza, Risparmio energetico, Lampione intelligente

#### Introduzione

Nel percepire la propria relazione con lo spazio, ognuno di noi ha bisogno di dare senso all'ambiente circostante. Attraverso processi mentali riferibili all'e-

sperienza individuale riconosciamo alla luce la capacità di farci appropriare della familiarità con l'ambiente che ci ospita. Sentirsi a proprio agio in un posto, dipende molto del nostro rapporto con la luce [1]. La nostra percezione del visibile che ci mette in grado di comprendere e interagire con comodità con ciò che ci circonda assumendo, anche inconsapevolmente, benessere attraverso il piacere di farne parte di quel luogo e di apprezzarne le sue caratteristiche senza fatica: la "piacevolezza" di gradire ed essere graditi [2]. Oggi il nuovo rapporto con la luce progettata si riappropria dell'esigenza di restituire emozionalità agli ambienti producendo nuovi atteggiamenti e proiezioni immaginarie [3]. Grazie alle nuove sensibilità indotte soprattutto delle nuove possibilità tecnico esecutive, la luce torna ad essere, all'interno del progetto, materia costruttiva in grado di modulare gli spazi, di creare fluide atmosfere, relazioni cangianti dove i materiali riacquistano profondità, vibrazione mutevole, rappresentazione del racconto del quotidiano vivere sensoriale. Si delinea così una nuova cultura della luce in stretta relazione all'evoluzione della cultura della penombra. Una cultura in cui la pienezza della luce si dissolve e lascia spazio alla sfumata scalarità dei valori chiaroscurali [4]. Gli studi e l'interesse nell'ambito della sostenibilità delle risorse energetiche condotte dal *Research Team* nel Laboratorio "Smart Lighting Design" hanno sviluppato ricerche non solo di soluzioni alternative, ma di riconsiderare il concetto di "diversità" in relazione alle nuove potenzialità tecnologico-produttive soprattutto cognitive [5] dovute all'applicazione dei contaminanti riferimenti culturali in circolazione [6].

## Metodologia

Le sperimentazioni portate avanti nel Laboratorio "Modelli per il Design" del Dipartimento di Architettura (DIDA) dell'Università degli Studi di Firenze, presso il Design Campus di Calenzano, hanno come impostazione di fondo la

ricerca applicativa di nuove morfologie da dare agli apparati illuminanti. L'uso oleografico delle proprietà illuminotecniche e della vibrazione cromatica della luce considerando aspetti di variabilità, diversità, piacevolezza ci hanno permesso di costruire appropriati criteri di progettazione definibili con "Neo Morfismo" per la luce. Con il concetto di "Neo Morphin Lighting Design" si intende organizzare nuovi principi di progettazione ed educazione alla luce attraverso nuovi stimoli percettivi e nuove fisicità che superando l'apparenza della forma diano nuova sostanziale e inedita morfologia agli apparecchi illuminanti. Le ricerche avviate in ambito accademico, le sperimentazioni di nuovi materiali e di nuove applicazioni per ottenere luce a basso consumo hanno evidenziato importanti potenzialità ottenibili dal fenomeno della luminescenza dei materiali performativi di nuova generazione. La fotoluminescenza ne costituisce una specificità che ha permesso di esplorare e rendere fattibili nuove lampade *stand alone* a consumo zero.

### La Fotoluminescenza

Per parlare di fotoluminescenza bisogna prima introdurre il concetto di luminescenza; questa può essere definita come il processo mediante il quale una sostanza assorbe energia e poi spontaneamente emette radiazioni nel campo visibile. L'energia luminosa o termica eccita gli elettroni di un materiale luminescente facendoli passare dalla banda di valenza fino alla banda di conduzione dove rimangono confinati. La fonte di energia in ingresso può essere portata da elettroni o fotoni. Gli elettroni eccitati durante la luminescenza cadono ai livelli di energia più bassi. In alcuni casi gli elettroni eccitati possono ricombinarsi con le lacune. Se l'emissione avviene entro 10S dall'eccitazione, la luminescenza è detta fluorescenza (decadimento istantaneo), mentre se avviene dopo 10S si parla di fosforescenza (decadimento che continua anche dopo aver cessato di irradiare il campione).

La luminescenza è prodotta da materiali detti fosfori che hanno la capacità di assorbire radiazioni ad alta energia e basse lunghezze d'onda e di emettere spontaneamente radiazioni di energia minore e lunghezza d'onda maggiore. Lo spettro di emissione dei materiali luminescenti è controllato industrialmente mediante l'aggiunta di impurezze dette attivatori.

Gli attivatori forniscono livelli di energia discreti nell'intervallo di energia tra la banda di conduzione e la banda di valenza del materiale che li ospita. Uno dei meccanismi postulati per il processo di fosforescenza è quello per cui gli elettroni eccitati vengono intrappolati in diversi modi ad alti livelli di energia e devono uscire dalle "trappole" prima di poter cadere ai livelli di energia più bassi ed emettere luce con uno spettro caratteristico. Il processo di intrappolamento viene utilizzato per spiegare il ritardo nell'emissione della luce da parte dei fosfori eccitati. Con luminescenza vengono classificati alcuni fenomeni a seconda della sostanza e dei processi che producono l'effetto. I più noti sono:

- *Bioluminescenza* in cui intervengono processi biologici con la partecipazione di enzimi;
- *Chemiluminescenza* in cui intervengono reazioni chimiche;
- *Fotoluminescenza* in cui intervengono radiazioni elettromagnetiche.

La fotoluminescenza a sua volta viene differenziata sulla base dell'emissione di energia. Si possono così classificare i casi di:

- *Fluorescenza* se gli elettroni eccitati riemettono una luce che rientra nello spettro del visibile e che cessa al cessare della sorgente di eccitazione;
- *Fosforescenza* se il fenomeno prosegue per un determinato periodo anche al cessare della sorgente di eccitazione;
- *Termoluminescenza* se il fenomeno di remissione luminosa nel campo del visibile è dovuto al riscaldamento del materiale.

Una particolare attenzione deve essere posta nella distinzione tra Fotoluminescenza e Fosforescenza. La differenza sostanziale è riposta nella reazione degli elementi che producono l'effetto luminoso:

- alla Fotoluminescenza si attribuisce la proprietà di alcuni alluminati inorganici di trattenere la luce sia essa di origine naturale (radiazioni UV), sia di origine artificiale e di rilasciarla per una certa durata di tempo
- alla Fosforescenza si attribuisce una reazione chimica che dura solo pochi minuti e il fosforo che la produce è tossico e radioattivo.

In questa trattazione ci interesseremo della fotoluminescenza per il suo aspetto innovativo introdotto dalle più recenti innovazioni di produzione industriale che hanno concentrato le ricerche sulla capacità di durata del fenomeno di remissione di luce. L'ultima generazione di pigmenti fotoluminescenti grazie all'impiego di due sostanze, l'Europio e il Disprosio che aumentano la durata, riescono a rimanere accesi dalle otto alle dieci ore.

### **Applicazioni della Fotoluminescenza**

Fino ad oggi la ricerca sulla fotoluminescenza ha cercato risposte sulla quantità di luce emessa, sull'intensità e sulla durata ritenendo questo una nuova risorsa per l'applicazione. Nel contempo lo sforzo alla ricerca dei vantaggi della fotoluminescenza è stato concentrato sul dimostrare come i pigmenti potessero essere più in linea con le norme di sicurezza internazionali. La fotoluminescenza di ultima generazione, dopo le più avanzate scoperte di materiali non più radioattivi, pur avendo affrontato già da alcuni anni varie applicazioni con varie tecniche e in vari materiali, solo di recente ha visto estendere la sua applicabilità grazie a continue ricerche e sperimentazioni effettuate proprio in Italia con successo da "Lucedentro": azienda che proprio sulla fotoluminescenza ha concentrato tutta la sua l'attenzione ampliando notevolmente lo sviluppo delle potenzialità

applicative. Avendo ormai raggiunto notevoli risultati, anche attraverso la messa in produzione di manufatti fotoluminescenti e acquisito un solido *know how*, il fronte della ricerca di Lucedentro, grazie alla tenacia e intraprendenza di Luca Beltrame, fondatore dell'azienda, si è spostato dalle tecniche di applicazione e alle sperimentazioni progettuali. Ne è nato uno stretto rapporto di collaborazione tra Lucedentro e lo Smart Lighting Lab dell'Università degli Studi di Firenze. Nello specifico, il gruppo di lavoro da me diretto presso il Design Campus, dell'Ateneo fiorentino, ha sviluppato numerose ipotesi di prodotto con tecniche innovative nell'applicazione della fotoluminescenza. Nel corso degli anni la collaborazione tra "Lucedentro" e l'Università ha visto coinvolte nella sperimentazione molte aziende ed esperti in varie tecniche di lavorazione di materiali. Tra i più partecipativi, Luca Fontanini ha dato il suo apporto consistente alla realizzazione di modelli e prototipi esclusivamente calibrati con pigmenti fotoluminescenti. Le esperienze in ambito accademico hanno incentivato Luca Fontanini insieme al fratello Marco a fondare una nuova azienda per la produzione esclusiva di prodotti fotoluminescenti: la "Purple Innovation srl" con la quale ho personalmente progettato e brevettato sia il bicchiere "Peter" sia la lampada "Lumicina". Tra i vari campi in cui la fotoluminescenza di nuova generazione è stata sperimentata sono da mettere in evidenza i risultati ottenuti sul piano dell'ecologia per il risparmio energetico e sul piano della sicurezza per il notevole contributo che si può avere dalla fotoluminescenza senza ausilio di energia. Le applicazioni fin qui esplorate spaziano dalla segnaletica ai giocattoli per bambini, dalle luci di posizione stradale alla sicurezza navale, dal punto-luce per giardino ad esaltatore d'effetto benessere in luoghi deputati alla cura del corpo. Uno dei maggiori limiti di lavorazione dei pigmenti fotoluminescenti è la temperatura. Se si superano i 1000°C i pigmenti si "vulcanizzano", si opacizzano e perdono la proprietà di emettere luce. Quindi in tutti i casi sperimentati la temperatura non supera mai i 700-800°C. Le ultime ricerche hanno sensibilmente ridotto gli inconvenienti che

la vecchia generazione di pigmenti aveva. Fino a poco tempo fa i rischi relativi all'inserimento dei pigmenti specie in prodotti plastici rendevano il risultato scarso e poco affidabile. Le sperimentazioni di impiego dei pigmenti utilizzando la protezione molecolare della struttura materica ha permesso di superare molti inconvenienti della prima ora permettendo al nuovo materiale di essere sottoposto a sollecitazioni meccaniche necessarie per processi di estrusione. Ulteriori vantaggi si sono avuti rafforzando la distribuzione della dimensione delle particelle. Questo ha ridotto lo stress meccanico durante la produzione e ha portato ad una migliore integrazione del pigmento con il materiale impiegato. L'ultima generazione di pigmenti fotoluminescenti ha portato ad un impiego studiato in rapporto alle qualità tecniche del materiale impiegato (Figura 1-2) tanto da ottenere prestazioni tali da risultare resistenti alla corrosione anche degli acidi più potenti. Anche la luminosità è stata aumentata con un miglioramento dell'effetto luminescente dal ciclo di vita prolungato sia nella durata dell'effetto sia nella durata di vita del prodotto che oggi è in grado di superare alcuni decenni.



*Figura 1: Lampada  
fotoluminescente a guadagno  
solare - Lilium di Francesca  
Falli*

*Figura 2: Lampada  
fotoluminescente a guadagno  
solare - LPDM di Calogero  
Buscemi*

## Un nuovo indirizzo culturale

Gli strumenti che la cultura del progetto della luce ha già affinato convergono ampiamente verso all'acquisizione del principio fondante che sia la luce ad essere declinabile come valore emotivo. La luce passa da condizione necessaria per vedere a elemento percettivo che suscita stati d'animo. La luce usata come linguaggio espressivo si traduce in valore simbolico. L'indirizzo culturale della percezione ne orienta notevolmente le capacità suggestionabili della comunicazione. Più la luce è "calda" più funziona da attrattore. Diventa "fuoco" attorno al quale raccogliersi. Emotivamente genera una percezione simbolica, un immaginario che approvvigiona sicurezza e comfort. Il fatto che la luce sia un'emozione simbolica lo dice la considerazione che non è riscontrabile lo stesso percorso nell'attribuzione di valore simbolico sia per la luce "calda" che per quella "fredda". Se la luce calda associa un immaginario emotivo che accoglie e riscalda, per la luce fredda siamo in uno stadio evolutivo culturale che diventa banale associare alle basse temperature i colori che vanno verso l'azzurro. Oggi il valore simbolico di questa gradualità di luce si associa alle nuove tecnologie. Si abbina alle prestazioni più avanzate dei materiali innovativi. In questa nuova ottica percettiva rientra la Fotoluminescenza. I segnali di cambiamento si possono proprio apprezzare, con svariate oscillazioni percettive, proprio nella capacità delle nuove generazioni di pigmenti fotoluminescenti di essere vettore di indirizzo culturale. Per apprezzare il notevole spostamento del parametro cognitivo a cui ci stiamo sottoponendo occorre innanzitutto ribadire un concetto teorico basilare che ha accelerato questo processo in corso: "non esiste la luce ma esiste la luce in tutte le sue forme". Sembra un postulato assiomatico, puramente concettuale, ma è stato lo stimolo più significativo che negli ultimi decenni ha dato consapevolezza all'utilizzo della luce come componente emotiva. Richard Kelly, pioniere della progettazione illuminotecnica qualitativa, distinse, già negli anni Cinquanta, tre funzioni fondamentali della luce:

- la luce che fornisce illuminazione generale dell'ambiente - *Ambient Luminescence*
- la luce d'accento che richiama l'attenzione, separa ed evidenzia - *Focal Glow*
- la luce che cattura, che attrae e distrae, che diventa informazione per sé - *Play of Brilliants*

Il progetto dell'illuminazione è oggi più di allora combinazione di queste tre funzioni. Questi criteri di valutazione della luce delle funzioni che essa può svolgere, applicati nelle diverse soluzioni tecniche oggi disponibili da possibilità alla luce di progettare con estrema sensibilità l'impatto, gli effetti e la qualità desiderate. L'atmosfera luminosa che oggi si può progettare ha molta tecnologia a disposizione per superare il semplice servizio di "fare luce" disponendosi più sensibile alla percezione emotiva dell'effetto luminoso. Ecco che nell'organizzazione della posizione delle luci oltre a considerare la giusta illuminazione lo studio della posizione dei punti luce diventa la collocazione spazio-geometrica degli elementi che unificano lo spazio. L'illuminazione generale produce una luce senza ombre che minimizza forme e volumi; riduce l'importanza dei soggetti e degli oggetti; suggerisce un'idea di infinito, libertà, spazialità: l'emozione di un'esperienza di immersione nella luce. Tutto ciò provoca una sensazione rassicurante in un ambiente accogliente e sereno. Una luce diffusa e uniforme non significa un'illuminazione indifferenziata per tutti gli spazi e i contesti, anzi comporta la ricerca delle soluzioni adeguate alle diverse esigenze che ogni specifico ambiente richiede a seconda delle attività che in esso devono essere svolte. La radiazione luminosa diffusa, opportunamente manipolata, si offre come vero e proprio materiale costruttivo nel momento in cui viene utilizzata per configurare spazi e volumi variandone dinamicamente il colore e gli effetti di rifrazione delle superfici. Dice Vittorio Storaro: "Bisogna continuare ad imparare l'arte del vedere.

Bisogna che l'occhio colga ... i bisbigli del visibile". La disponibilità che oggi ci da la fotoluminescenza è di educarci ad una percezione emozionale del bisbiglio della luce. Fare con poco il molto dell'immaginario di cui abbiamo bisogno. La fotoluminescenza reinterpreta la dicotomia luce ombra, acceso/spento superandola proponendo una luce tenue, ma utile a rischiarare piccoli spazi. Di fronte ad essa l'occhio si purifica dal sovraccarico a cui la luce artificiale lo ha abituato e, come in una notte di stelle senza luna, pian piano riscopre la complessità del mondo e nuove magiche dimensioni. La luminescenza diviene così forma amichevole, confortevole utile a rigenerare le energie psicologiche e ambientali.

### **L'esperienza della nuova dimensione immateriale della luce**

Siamo oggi ampiamente abituati a vedere gli ambienti che cambiano colore solo con l'effetto temporaneo della luce artificiale. Quindi ci siamo culturalmente predisposti ad accettare e percepire, come valore, effetti luminosi immateriali che riescono a modificare la percezione visiva del luogo. È stata l'arte pop a far accettare, sin dagli anni Sessanta, le insegne luminose pubblicitarie come espressione più avanzata delle tecnologie illuminotecniche che la contemporaneità potesse disporre. Las Vegas e Times Square hanno diffuso la cultura della luce diffusa. Gli anni Sessanta sono stati gli anni del neon fluorescente inaugurando "l'era del bulbo nudo", ovvero dell'apparecchio illuminante a vista. Il salto è avvenuto per aver cercato di non nascondere più la fonte luminosa. Tutto è lasciato alla vista. La lampada diviene non più solo sorgente, ma medium legittimo in sé che caratterizza la cromia degli spazi. Ne deriva la diffusione di una percezione fluida, magica, ondulante priva di peso. Nel "Testamento" (1963) Frank Lloyd Wright scrive: "Tubi di vetro sovrapposti come mattoni di un muro costituiscono le superfici luminose" - siamo nell'era della luce "diafana": luce che avvolge, luce più che si può.

Con l'avvento del controllo digitale della luce artificiale si arriva a definire una nuova dimensione immateriale. Alle dimensioni convenzionali si aggiunge quella emozionale prodotta dalle variegata applicazioni delle tecnologie illuminotecniche. Il controllo puntiforme di ogni effetto luminoso è gestibile in modo reattivo con l'ambiente, in diretta corrispondenza alle esigenze del momento e variare secondo condizioni percettive dei fruitori. La luce da dimensione immateriale subita passa ad essere dimensione immateriale partecipata: produce sensazioni, sollecita alla percezione immersiva. Una nuova dimensione che ha bisogno di più consapevolezza nello scandire organizzato della fruizione dello spazio. L'interconnettività immateriale degli oggetti, sempre più in espansione, ha concretezza di esistere se trova nell'apparato illuminotecnico la dimensione in cui esprimere l'utilità delle proprie capacità. La luce ne è totalmente coinvolta a creare sia la funzionalità tecnica della connettività tra gli oggetti, e il *LI-FI* ne è già una fisiologica realtà, sia nel creare le condizioni ambientali affinché i nuovi prodigi invisibili della tecnologia siano percepibili dagli umani. In questo, ormai avanzato scenario di prestazioni, il progetto della luce supera, con sempre più sofisticati strumenti di attuazione, l'impegno di dover dare un corretto contributo in lumen agli ambienti per passare velocemente ad un ad una nuova fase metodologico applicativa. Spostare il lighting design verso una traiettoria fortemente culturale: educare al benessere educando alla percezione della luce.

### **Finalità**

Nell'ottica del risparmio energetico e nella sperimentazione di nuovi scenari sull'adattabilità del coefficiente luminoso agli spazi notturni interni ed esterni, la fotoluminescenza può dare un contributo ancora inesplorato [7]. La stretta sinergia che si potrà innescare tra la fotoluminescenza e i nuovi sistemi illuminanti già oggi proietta innovazioni molto efficaci e le ricadute che potranno

nascere da questo connubio delineano un fiorente sviluppo a nuovi prodotti esclusivi e in sintonia pratica con le sensibilità ecologiche sempre più improcrastinabili.

## Risultati

Tra i tanti e variegati risultati ottenuti nella applicazione della fotoluminescenza la sperimentazione su prototipi ha permesso di verificare la fattibilità dei presupposti pianificati sia in condizioni di illuminazione per interni che per spazi urbani. Morfologie inedite sono state progettate con esclusività dell'impiego idoneo della fotoluminescenza e l'inclusività dei più avanzati apparati tecnologici ottenendo la gestione variabile della luce in situazioni di gestione autonoma di energia e reattività alle condizioni ambientali. Tra questi "Lampione LUA-less - luce urbana autoalimentata" - ne è un esempio (Figura 3-4). Lua-less è un lampione pensato per funzionare in stand alone senza il bisogno di consumare energia dalla rete elettrica. È autoalimentato da energia solare ed eolica e ha come fonti di illuminazione apparati a tecnologia a luce Led e con fotoluminescenza. Per il suo funzionamento è dotato di apparati elettronici a controllo digitale idonei alla programmazione del suo uso secondo necessità di variabilità ambientale e di scelte di effetto illuminante da ottenere secondo esigenze specifiche. Il collegamento in rete tramite wireless ne permette il suo controllo in remote. Un "lampione intelligente" in grado di assolvere a diversi servizi utili alla migliore efficienza dell'illuminazione pubblica in termini di risparmio energetico e di interazione con gli apparati di sicurezza e monitoraggio dell'ambiente urbano. Dotato di tecnologia LI-FI determina la funzionalità tecnica della connettività tra i device. L'illuminazione tramite fotoluminescenza permette una luce notturna, totalmente autonoma, delicata ed emozionale che rilascia nella zona ristretta del suo fulcro di emissione un alone di chiarore. La fotoluminescenza che è la capacità di alcune terre rare,

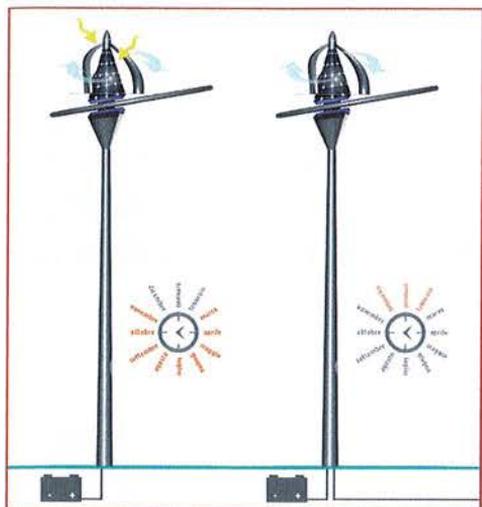


Figura 3: Lua-less con Sistema Stand alone / Sistema Stand alone + Grid connected

di catturare alcune frequenze elettromagnetiche come quelle emanate dalla luce del sole o da fonti artificiali di simile frequenza come la "Luce di Wood" ultravioletta restituisce al buio, in un periodo di 8 ore, la radiazione assorbita. Il fenomeno della restituzione, per le caratteristiche dei pigmenti, osserva una curva di caduta che dopo un'ora manifesta una perdita di capacità luminosa di circa il 70%. Questi pigmenti non sono né tossici né radioattivi ed aderiscono alla normativa Reach che si applica a tutta la chimica di base. La luce emessa non è comparabile alla luce elettrica, ma è piuttosto una luce di sicurezza o emozionale capace di segnalare con un chiarore la propria presenza senza ambire a illuminare "a giorno" il circostante. Il principio concettuale di LUA-less è che per avere un vero risparmio energetico sia necessario sfruttare la luce bianca "forte" dei Led solo quando ve ne sia effettivo bisogno. Per il resto del tempo si può contare sulla luce emessa dalla "raggiera" fotoluminescente tenuta in costanza di rendimento da un Led a "Luce di Wood" che si accende 1 minuto ogni 10 minuti (ciò significa il 90% di risparmio energetico) evitandone quindi il naturale decadimento luminoso. Sfruttando l'energia da

accumulatori di energia solare ed eolica, LUA-less è dunque una soluzione particolarmente adatta per parchi, giardini, viali e piccole aree, spazi di sosta e a lunga percorrenza. Il collegamento al web permette a questo lampione di essere cella di trasmissione dati, di rilevamento e distribuzione di informazioni producendo un servizio interattivo con le dinamiche che si esplicano nell'intorno, ma anche a distanza permettendone un'interconnessione che aggancia e relaziona il piccolo punto "luminoso" al tutto.

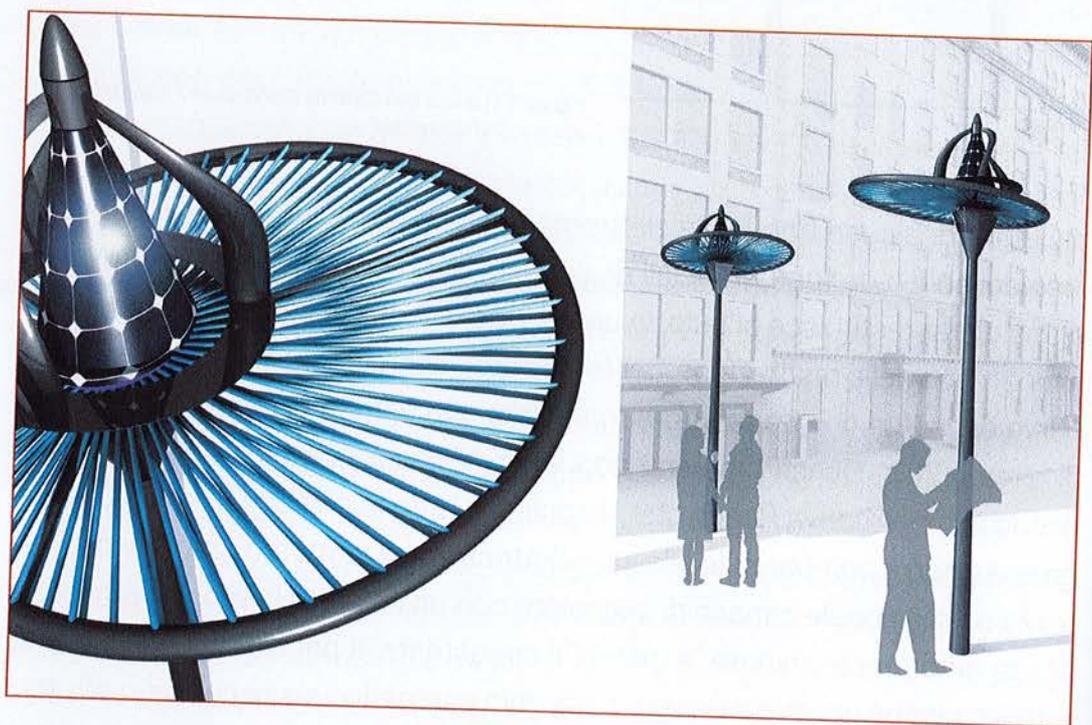


Figura 4: Lampione LUA-less - luce urbana autoalimentata

### **Gianpiero Alfano**

Dipartimento di Architettura DIDA  
- Design Campus - Università di  
Firenze

Architetto, designer e Professore  
Associato di Design all'Università  
di Firenze. Direttore di sede  
Design Campus e del Laboratorio  
Modelli per il Design e dello Smart  
Lighting Design Lab. Svolge  
ricerche sui materiali innovativi  
con sperimentazioni applicative nel  
settore del lighting design. Il suo  
contributo scientifico si caratterizza  
sull'innovazione tecnologica nel  
design come risorsa per il progetto.  
Ha pubblicato studi su prodotti  
sia della tradizione artigianale che  
delle nuove tecnologie digitali. Ha  
partecipato a concorsi nazionali  
e internazionali ricevendone  
attestazioni di merito.

### **Alessandro Spennato**

Dipartimento di Architettura DIDA -  
Design Campus - Università  
di Firenze

Laureato in Design presso  
l'Università di Firenze.  
Dal 2008 è Cultore della Materia  
e assistente alle attività didattiche  
dei corsi di Laboratorio  
di Progettazione e dal 2011 collabora  
a progetti di Ricerca svolti presso  
il Dipartimento di Architettura DIDA -  
Università di Firenze.  
Dal 2017 è coordinatore scientifico  
dello Smart Lighting Design Lab  
e dal 2019 è Tecnologo  
del Laboratorio Modelli per il Design.  
Dall'avvio alla formazione  
universitaria nel campo del Design  
ha sviluppato interessi e studi  
nei settori del graphic design,  
lighting design e nel rapid  
prototyping.

#### Note

- Le ricerche e le sperimentazioni dello Smart Lighting Design Lab ottenute anche con prototipi funzionanti, stampati con tecnologie 3D print, sono stati eseguiti presso il Laboratorio Modelli per il Design del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze.
- Laboratorio Modelli per il Design e Smart Lighting Design Lab: Direttore - Responsabile Scientifico prof. arch. Gianpiero Alfarano; Responsabile Tecnico dott. Alessandro Spennato.
- Partnership: Welt Electronic s.p.a. (Italy), Nichia Corporation (Japan), Lucedentro s.p.a. (Italy), Purple Innovation (Italy), Viabizzuno srl (Italy), Isola Hitech (Italy), Industrial Design Consulting (Italy).

#### Riferimenti bibliografici

- [1] R. Kelly, D. Neumann, *The structure of light: Richard Kelly and the Illumination of Modern*, Connecticut: Architecture Yale University Press, 2010.
- [2] G. Alfarano, A. Spennato, "The emotion of light instrument for wellness", in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, Y. Fujita, vol 824, Springer, Cham, 2018, pp. 1274-1281.
- [3] A. M. Giannini, T. Marzi, M. P. Viggiano, *Design. Percezione visiva e cognizione, psicologia dell'arte, la scelta del prodotto: emozioni, decisioni e neuroestetica*, Giunti Editore, 2011.
- [4] J. Tanizaki, *Libro D'ombra*, Milano: Bompiani, 1992.
- [5] E. Arielli, *Pensiero e progettazione*, Milano: Bruno Mondadori, 2003.
- [6] E. L. Thorndike, *The psychology of wants, interests and attitudes*, D. Appleton-Century Co., New York, London, 2013.
- [7] G. Alfarano, *La luce che si fa vedere*. Milano: Pietro Macchione Editore, 2015.