

# **LUX@BIO**

**Feedback luminoso per la gestione del  
tempo e la regolarizzazione del ciclo  
circadiano**



# INDICE

<b>ABSTRACT ITALIANO</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT ENGLISH</b>	<b>5</b>
<b>LA MISURA DEL TEMPO</b>	<b>6</b>
LE ORIGINI	6
L'EVOLUZIONE STORICA	8
<b>CICLI CIRCADIANI E USO DEL TEMPO</b>	<b>12</b>
I CICLI CIRCADIANI	12
L'EVOLUZIONE FUNZIONALE E CULTURALE DELL'USO DEL TEMPO	14
<b>CICLO CIRCADIANO ALTERATO</b>	<b>17</b>
LE CONSEGUENZE SUL CORPO UMANO	17
<b>CENNI SULLE CARATTERISTICHE DELLA LUCE</b>	<b>18</b>
LA PERCEZIONE CULTURALE DELLA LUCE	18
LA PERCEZIONE CULTURALE DEL COLORE	20
LO SPETTRO LUMINOSO	22
<b>CASI STUDIO</b>	<b>24</b>
<b>CONCEPT</b>	<b>35</b>
LE ESIGENZE FUNZIONALI	35
UTENTE TIPO	38
GLI SPUNTI E LE ISPIRAZIONI PER IL PROGETTO	40
LE TECNOLOGIE DELLE LUCI LED	46
IL BRIEF	49
I VINCOLI PROGETTUALI	50
<b>SVILUPPO PROGETTO</b>	<b>52</b>
IL CONCEPT	52
IL FEEDBACK LUMINOSO	54
LA LUCE EMESSA	56
LA FORMA	60
LA TECNOLOGIA DI PRODUZIONE	62
<b>ICONOGRAFIA</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>79</b>

## ABSTRACT ITALIANO

In questa tesi andrò a affrontare il tema del feedback luminoso in un contesto di vita lavorativo e della gestione del tempo.

Questo argomento ha richiesto l'analisi del modo in cui viene considerato il tempo oggi, confrontandolo all'evoluzione storica.

Un altro aspetto collegato e affrontato in questa ricerca è lo studio del ciclo circadiano, della sua importanza per l'uomo e di quanto non sia stato considerato finora nella gestione del tempo.

Le conseguenze di questa negligenza sono gravi, ma stiamo iniziando ad affrontare il problema con le prime soluzioni di illuminazione circadiana grazie all'utilizzo consapevole dello spettro luminoso con la bio-illuminazione.

Grazie a questi risultati della mia ricerca ho elaborato un concept di prodotto che riuscisse a presentarsi in maniera diversa da una semplice soluzione alternativa di sorgente luminosa.

Infatti nel mio prodotto sono state incluse soluzioni per la considerazione più intuitiva del tempo, grazie ad una rappresentazione più naturale, ma anche un apporto luminoso per il mantenimento nel rispetto del ciclo circadiano.

## ABSTRACT ENGLISH

In this thesis I am going to address the issue of light feedback in a context of working life and time management.

This topic has requested the analysis of the way in which time is considered today as compared to the historical evolution.

Another related aspect addressed in this research is the study of the circadian cycle, its importance to mankind and what has not been considered so far in time management .

The consequences of this neglect are serious, but we are starting to address the problem with the first lighting solutions by using circadian awareness of the light spectrum with the bio-lighting .

Thanks to the results of my research I have developed a product concept that could arise in a different way from a simple alternative solution just another light source.

In fact in my product not only a solution for a more intuitive consideration of time, thanks to a more natural representation of it, has been included, but also a contribution of light in accordance with the circadian cycle for the maintenance of it.

# LA MISURA DEL TEMPO

## LE ORIGINI

Come in ogni progetto che si affronti, bisogna cominciare la nostra analisi dalla base, trovare la caratteristica più elementare che lo costituisca e da lì costruire il nostro progetto.

Così in questa tesi, in cui affronteremo un'analisi della misura e della gestione del tempo, dobbiamo partire considerando come abbiamo inizialmente scoperto il tempo. Fig.1

... dopo aver osservato che il sole si muoveva e che tutto era associato a quel movimento, gli uomini preistorici ebbero la sfida di segnare quel pattern-di registrare e segnarlo in modo da cominciare a contare i giorni.

(Hall E.T., 1984, p.20)

... nell'età del bronzo, il tempo era centrato sull'universo e la natura. Le unità erano molto ampie. Un giorno o mezza giornata (prima o dopo mezzogiorno) erano le più piccole unità.

(Hall E.T., 1984, p.128)

Nato primitivamente come una semplice osservazione della propria ombra sul suolo, poi evolutosi in un bastone infilato nel terreno per poter segnare il percorso dell'ombra, nasce l'obelisco. Fig.2

“Il primo modo per mettere un argine al tempo fu individuato nel giorno: a un periodo di luce seguiva inevitabilmente un periodo di buio.

...  
Furono gli antichi popoli Caldei e Babilonesi residenti nel bacino della Mesopotamia, oggi Iraq, che dettero inizio in modo razionale allo studio delle ombre solari, prima per elaborare un calendario che permettesse di conoscere l'avvicendamento delle stagioni, poi per misurare il trascorrere del tempo, ma anche per effettuare gli studi sulla astronomia. Nel periodo pre-dinastico gli egiziani conoscevano già attentamente il cielo: ad Eliopoli sorsero veri e propri osservatori per rilevare con esattezza il passaggio degli astri; avevano delle precise mappe celesti e sono stati tra i primi ad utilizzare lo "gnomone", un oggetto che, illuminato dal sole, cambia la sua ombra di lunghezza e direzione durante il giorno. A questo scopo vennero fatti gli obelischi.”

(Salvatori E., Il tempo: dove, quando e come è stato misurato)



Fig.1: notte e giorno, le prima unità di misura del tempo



Fig.2: obelisco di p.za San Pietro a Roma

## L'EVOLUZIONE STORICA

L'evoluzione della primitiva ombra sul suolo degli obelischi si articola in un'affascinante ricerca della precisione e dell'approfondimento anche astronomico.

E' nel bacino della Mesopotamia che nascono i primi interessi per le scienze astronomiche, e i babilonesi fecero scuola in questo ambito.

Non a caso furono i primi a utilizzare una meridiana; aveva la forma di un orologio solare moderno, il "polos". Questo strumento riproduceva al rovescio il cammino del sole: su di una pietra, su cui era scavata una semisfera, era posto al centro uno stilo, che termina sul punto centrale della calotta.

Una minuscola sferetta proietta la sua ombra sulla superficie della calotta, simulando la posizione del Sole sulla volta celeste.

...

Quando il cielo era nuvoloso le ore venivano misurate con la clessidra. L'uso di questo strumento sembra essere molto antico anche se non si sa bene quale civiltà l'abbia prodotto.

(Salvatori E., Il tempo: dove, quando e come è stato misurato)

Fig.3

Inizialmente la clessidra era costituita da un vaso dotato di graduazioni e di un foro sul fondo. Dalla diminuzione del livello dell'acqua che lentamente defluiva dall'apertura inferiore si riusciva a misurare il passare del tempo. Però non era molto preciso poiché il deflusso del liquido dipende da vari fattori: la forma del vaso, l'altezza dell'acqua del recipiente, la temperatura, ecc... Fig.4

Col passare del tempo le clessidre sono diventate più complicate e un po' più esatte, fino a diventare veri e propri orologi ad acqua, che muovevano col flusso del liquido complicati congegni, i quali a loro volta animavano pupazzi e lancette.

Più tardi si sostituirà l'acqua con la sabbia. Fig.5



Fig.3: polos



Fig.4: clessidra ad acqua



Fig.5: clessidre a sabbia



L'evoluzione della società e le scoperte scientifiche, come materiali primitivi lavorati dall'uomo, fanno nascere un nuovo filone di strumenti di misura, in cui non si dipende più dalla gravità, ma da uno studio del materiale e delle sue caratteristiche.

Una candela diventa così un oggetto creato dall'uomo con predeterminate proprietà del materiale che rendono possibile una osservazione scientifica del consumo. Fig.6

Verso la fine del tredicesimo secolo iniziarono i primi tentativi di costruzione di orologi meccanici, meno precisi di quelli solari e delle clessidre, ma importanti perché segnarono l'inizio di una nuova era nella determinazione del tempo.

(Salvatori E., Il tempo: dove, quando e come è stato misurato)

Fig.7 e 8

I primi orologi al quarzo nascono nel 1928 ad opera di J. W. Horton e W. A. Morrison (Stati Uniti). Fig.9

Fino alla prima metà del 1900, le misure di tempo col maggior grado di precisione venivano effettuate per mezzo di osservazioni astronomiche.

Questa situazione cambiò nel 1955, quando venne realizzato il primo orologio atomico al cesio, dopo due decenni di ricerche in diversi laboratori scientifici.

(Salvatori E., Il tempo: dove, quando e come è stato misurato)

Fig.10

Fig.6: candela segnatempo



Fig.7: orologio a pendolo

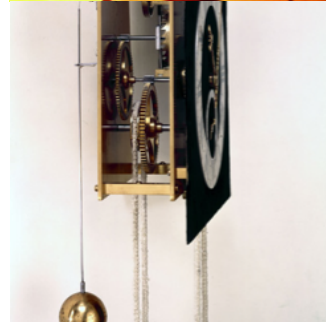


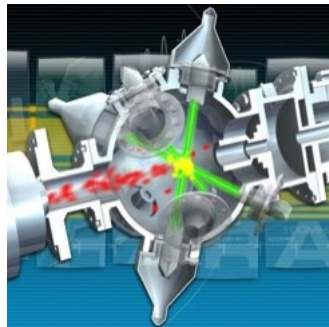
Fig.8: orologio meccanico



Fig.9: orologi al quarzo



Fig.10: orologio atomico



# CICLI CIRCADIANI E USO DEL TEMPO

## I CICLI CIRCADIANI

La precisione dei sistemi di misura del tempo, accompagnati dalla abitudine radicatasi di riempire la nostra giornata di impegni, andando a sovrastare anche momenti della giornata che invece dovrebbero essere usati per altre attività, ha portato le persone a superare le proprie capacità di resa giornaliera.

In questo caso però questa resa extra che viene richiesta al nostro corpo, non è considerabile come una cosa positiva. Infatti dobbiamo considerare il nostro corpo come una macchina biologica, con determinati ritmi, cicli e fasi che deve rispettare in modo da potersi rigenerare, e tornare ad essere produttivo.

Le abitudini che si sono venute a instaurare nella nostra quotidianità, invece alterano questo ritmo naturale chiamato “ritmo circadiano”.

Ma contrariamente ad una macchina meccanica, con cui si cerca di massimizzarne il lavoro per renderla più produttiva possibile, non è possibile fare lo stesso con il nostro corpo, perché la nostra macchina biologica ne risente con alterazioni delle normali funzionalità e non riesce a sopportare questo ritmo nel lungo periodo.

Il ciclo circadiano ha una durata di 24 ore e determina il momento e la durata delle funzioni biologiche, come il sonno e l'alimentazione, il cui bilanciamento è fondamentale per il benessere. Fig.11

In questo ciclo vi sono variazioni periodiche della temperatura corporea, della produzione ormonale, dell'attività elettrica cerebrale, della rigenerazione cellulare e delle altre attività biologiche con periodicità giornaliera.

(Rossi M., 2008, p.107)

È stato dimostrato scientificamente da molteplici studi e osservazioni sul comportamento del corpo umano (citati più avanti nella discussione), che il ciclo circadiano è strettamente collegato ad un apporto di luce che regola la sua ciclicità, e viene molto influenzato dalla luce con cui il nostro fisico viene a contatto. Una sbagliata o insufficiente quantità di luce, porta il ciclo circadiano a sfasarsi in avanti o indietro nel tempo in confronto al giusto momento della luce naturale del giorno.

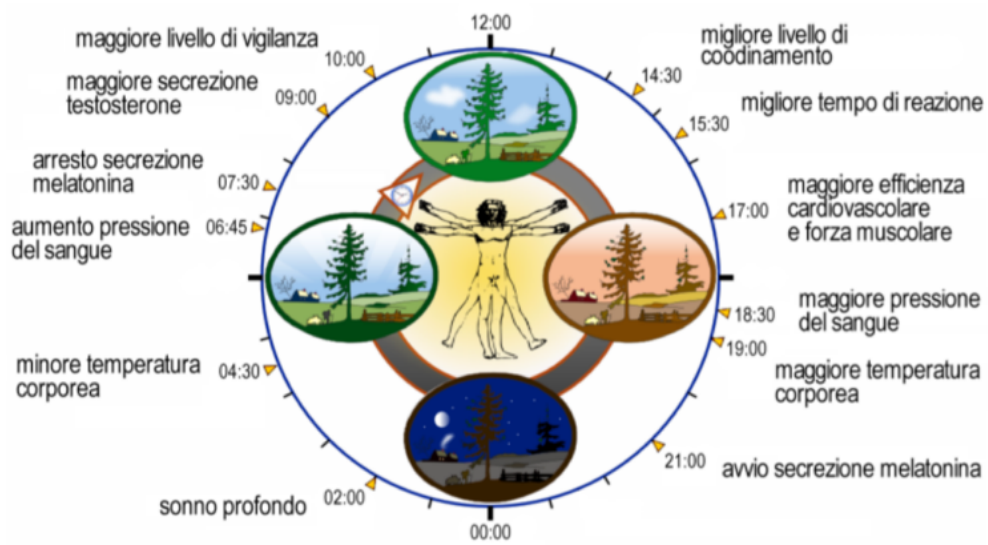


Fig.11: ciclo circadiano. Rossi M., *Design della luce*

## **L'EVOLUZIONE FUNZIONALE E CULTURALE DELL'USO DEL TEMPO**

... veniamo giudicati dagli altri per il modo in cui riempiamo il nostro tempo.  
... passare il tempo di una giornata ..... senza riempirla di cose, viene valutato negativamente.  
(Hall E.T., 1984, p.84)

Questa citazione dal libro di Hall ci introduce perfettamente all'interno del contesto che vorrei affrontare.

Nella normale concezione odierna degli impegni di una giornata "produttiva", vediamo molto spesso l'immagine di una persona che corre da un impegno all'altro, che si accorge di essere in ritardo sulla tabella di marcia, che si lamenta di quanto sia stanca di fare questa vita, e molti altri esempi di come il tempo sia stato organizzato troppo o come non si riesca a gestire questo tempo.

Questo si trova perfettamente applicato al mondo lavorativo che andiamo ad osservare.

E questo può essere osservato già dall'inizio della giornata: infatti spesso non si esce in tempo alla mattina perché si è perso più tempo del previsto per finire qualche impegno casalingo.

Questo bisogno di portare a termine un impegno che ritarda il prossimo è il motivo principale per l'accumulo e il ritardo degli impegni.

L'organizzazione del tempo è sicuramente una parte molto importante per riuscire a gestirlo nel migliore dei modi; ma dove sta il segreto allora, visto che la situazione classica che consideriamo è proprio quella in cui c'è una persona dietro alla organizzazione del tempo, una segretaria, o la persona stessa, perciò comunque una situazione in cui si è cercato di rendere al meglio la distribuzione e durata degli impegni?

Non c'è una risposta scientifica alla organizzazione, perciò non esiste un metodo giusto o sbagliato. Va adattato a come meglio si aggiusta a te stesso.  
(Maeda J., 2006, p.15)

Ecco quale è il segreto, cioè non cercare di inserire più cose possibili facendo esclusivamente una considerazione puramente matematica e calcolatrice dei tempi materiali, come se si organizzassero processi produttivi automatizzati e perfettamente prevedibili.

Diamo così poco valore a cosa significhi vivere bene nella nostra parte del mondo, vivere è qualcosa che viene dato per scontato. Viene fatto automaticamente.  
(Maeda J., 2006, p.85)

Mi posso ora ricollegare alla citazione di E. Hall all'inizio del capitolo, cioè il fatto di organizzare la nostra giornata in maniera più intensa possibile in maniera da essere "giudicati" bene. Ma questa intensità non viene calcolata sulle capacità umane, ma su una mera considerazione e calcolo dei "tempi tecnici" per le varie attività, questo non rispetta assolutamente la possibilità individuale, e la propria gestione della organizzazione.

All'ovest, imponiamo la nostra visione della natura sull'uomo e la natura non insieme, perché pensiamo all'uomo come separato dalla natura.  
(Maeda J., 2006, p.98)

Ritroviamo una controprova a questo nella evoluzione della organizzazione del tempo che abbiamo osservato nel primo capitolo, dove abbiamo seguito una evoluzione storica di come si è riusciti con vari metodi e tecniche a misurare sempre più precisamente il tempo, fino ad arrivare ad un livello atomico.

Questi risultati sono incredibili, aiuteranno e hanno già permesso sviluppi e scoperte in innumerevoli campi, ma bisogna sapere applicare le tecnologie nei giusti campi.

Per esempio, non serve usare un orologio atomico, con precisione infinita, per prendere il treno alla giusta ora. Ovviamente ho esagerato questo esempio appositamente, ma non è proprio esageratissimo; infatti, chiunque abbia un orologio oggi, che gli serve come nell'esempio per poter prendere un treno alla giusta ora, consulta uno strumento per la misura del tempo che gli comunica troppe informazioni in confronto a quelle che davvero gli servirebbero per il suo impegno.

Più in dettaglio: per prendere un treno, una persona non ha sicuramente bisogno di leggere uno strumento che gli comunica i secondi che passano, e anche i minuti non sono importanti con tale precisione; infatti, per qualsiasi impegno o orario da rispettare, è accezione comune che bisogna darsi un po' di tempo in abbondanza per risolvere qualche dettaglio inerente all'impegno.

Nel caso del nostro treno bisogna arrivare prima alla stazione per comprare il biglietto, trovare il binario sul cartellone, magari comprarsi uno snack per il viaggio, e salire sul treno un po prima della partenza per trovare il posto e sistemare i bagagli!

Insomma, a questo punto basterebbe un orologio che segnasse le ore e i minuti, senza neanche tanta precisione, mentre un orologio che segna ogni minuto con una tacca sul quadrante e ha anche la lancetta dei secondi, è concepito per poter cronometrare qualcosa, per avere un dato molto preciso.



# CICLO CIRCADIANO ALTERATO

## LE CONSEGUENZE SUL CORPO UMANO

Quando il nostro corpo non rispetta il naturale ritmo del ciclo circadiano, si ritrova nel ritardare o anticipare i momenti in cui il corpo esegue il suo ciclo rigenerante. Questo non sarà più sincronizzato con la luce della giornata.

Questa situazione sostenuta nel lungo periodo porta a delle conseguenze anche gravi al nostro corpo sotto l'aspetto:

### **FISICO, EMOTIVO, COGNITIVO e PSICHICO**

Una distruzione transitoria del ritmo circadiano avviene in realtà ogni qualvolta è compiuto un viaggio trans meridiano attraverso zone con diversi fusi orari. La sindrome da jet lag include cambiamenti del ciclo sonno/veglia (stanchezza durante il giorno e insonnia durante la notte), dell'umore, dell'appetito, giramenti di testa, disturbi gastrointestinali, irritabilità e lieve depressione o confusione.

... una sostanziale e prolungata alterazione del ritmo circadiano, che non riesce a conformarsi al lavoro di notte e al sonno di giorno a causa degli indizi temporali esterni, con conseguente sonnolenza e scarsa performance durante il lavoro.

... Anche la cosiddetta sindrome affettiva stagionale (SAD), o depressione stagionale, deriva dalla diminuzione della durata del giorno, conseguente al passaggio dalla stagione estiva a quella autunnale-invernale, dall'apporto di una dose di luce giornaliera troppo bassa o dallo scompenso del ciclo circadiano.

(Barbalace M. et alii, 2012, pp.9-10)

# CENNI SULLE CARATTERISTICHE DELLA LUCE

## **LA PERCEZIONE CULTURALE DELLA LUCE**

Come abbiamo osservato nel primo capitolo della evoluzione storica della misura del tempo, il sole, e dunque la luce, sono stati il primo modo per l'uomo di osservare e misurare come funzionava la ciclicità del mondo in cui si trovava.

Questo ha portato l'uomo prima a divinizzare questo elemento, ma poi grazie al progresso, a studiarne il potere fisico e funzionale.

La primaria sorgente di luce naturale, il sole, è la fonte fondamentale presente nell'ambiente, da cui è dipeso lo sviluppo della vita sulla terra. Gli esseri viventi si sono evoluti in milioni di anni per adattarsi alle varie modalità di fruizione della luce naturale, che è mutevole nella giornata, nel clima e nelle stagioni. La fisiologia dell'homo sapiens si è sviluppata fino alla forma attuale in un percorso evolutivo, iniziato oltre duecentomila anni fa, nel quale la luce riveste un ruolo determinante. La vista è il senso dominante. E alla base dello sviluppo dell'esperienza. Si è quantificato che circa l'80% delle comunicazioni vengono percepite attraverso la vista. L'essere umano ha una visione frontale che permette la percezione della profondità, del volume, della tridimensionalità e questo è importante perché influisce sul nostro modo di percepire il mondo.

La natura, il mondo fisico fatto di radiazioni elettromagnetiche, esiste anche in assenza dell'uomo ed esisterà fino a che ci sarà l'universo. Ma siccome noi percepiamo questi fenomeni e abbiamo capacità di pensiero, la nostra percezione non è soltanto una sensazione ma anche una conoscenza mentale, nel senso che ciò che l'essere umano percepisce attraverso i sensi diventa poi conoscenza.

(Rossi M., 2008, p.19)

Ogni religione ha attribuito al sole e alla luce un diverso significato che, oltretutto, nelle stesse culture ha subito variazioni nel corso del tempo. Nel Cristianesimo, ad esempio, il significato della luce naturale, che rimandava sempre alla metafora divina, è stato soggetto ad incessanti mutamenti. In generale, l'importanza culturale della luce naturale è andata diminuendo. Il sole, nella funzione di calendario e di strumento di misurazione del tempo, è stato sostituito dall'orologio mentre è decaduto l'uso di regolare il ritmo della giornata sull'avvicendamento di albe e tramonti. In architettura, il diversificato rapporto con la luce deriva anche da implicazioni di tipo geografico. Nelle regioni meridionali si cerca di respingere i caldi raggi del sole mediante tettoie e corti ombreggiate; ne deriva, quindi, che i luoghi ombreggiati e oscurati siano sinonimo di benessere. In Scandinavia, al contrario, la cattura dell'esigua luce disponibile nelle regioni nordiche rappresenta una necessità.

(Detail, 2004)

Interessante anche il diverso comportamento adottato dall'uomo verso lo stesso oggetto fonte di vita, il sole, a seconda del luogo geografico.

## **LA PERCEZIONE CULTURALE DEL COLORE**

Il colore viene considerato in maniera diversa dalle varie popolazioni; infatti la percezione dei colori dipende dai molteplici fattori diversificati secondo il luogo geografico e della composizione della materia stessa della superficie degli oggetti su cui si riflette la luce.

Queste considerazioni sulle luce e i colori, considerati componenti della luce stessa grazie al progresso scientifico, sono recentemente state modificate nuovamente. È stata infatti la scoperta dello spettro della luce dalle sue lunghezze d'onda visibili e invisibili che ha fatto evolvere questa considerazione.

Le scoperte correlate alla nozione di spettro visibile e invisibile, come le radiografie, i raggi UV dannosi, o l'ultravioletto per le osservazioni astronomiche, hanno portato alla analisi di ognuna delle componenti dello spettro di luce, e di che influenza avesse sul corpo umano.

Il colore può essere dunque considerato “una delle variabili di un sistema di segni e di segnali con il quale può essere visualmente codificata e comunicata un’informazione: i colori, tuttavia, possono essere unicamente utilizzati come elementi di una normativa, non costituendo di per sé stessi un codice”.

...

Sempre per quel che riguarda la semantica, ricordiamo Cresti (Cresti 1997:144-145), secondo la quale i colori hanno un senso secondo il loro uso. Lévi-Strauss sostiene che il carattere arbitrario del segno linguistico, così come la vocazione significante del colore siano provvisori, precisandosi nell’universo di segni che tende al sistema. Ad esempio le regole di circolazione stradale hanno assegnato al verde il valore di via libera e al rosso quello di divieto, evocando il colore verde sensazioni quali speranza e calma, ed il colore rosso sensazioni quali pericolo e violenza. Se le associazioni fossero invece invertite, al rosso si penserebbe come evocatore di calore umano e al verde come evocatore di gelo e veleno. Questo vuol dire che l’inversione dei segni non sarebbe seguita da una analoga inversione di associazioni. Le associazioni cambierebbero, facendo conservare comunque ad ogni colore un valore proprio, un “contenuto indipendente che si combina alla funzione significante per modularla” (Cresti 1997:144).

Quindi il contenuto semantico può essere invertito, ma non tanto per attribuzione arbitraria, quanto per la polisemia che i colori possiedono per associazioni emozionali, simboliche, religiose, artistiche sia individuali che collettive. In tutto questo, l’ambiente in cui la collettività vive ha un ruolo di primo piano. Ad esempio il colore nero è associato a concetti di rigenerazione e fecondità tra le popolazioni boscimane che legano questo colore ai nuvoloni neri che portano pioggia nella loro terra povera di acqua. Ancora il nero è invece associato a concetti di distruzione e morte nelle regioni ricche di acqua, dove simbolo positivo sarà costituito dal sole.

(Marconi S., p.2)

## **LO SPETTRO LUMINOSO**

La luce del sole, che noi percepiamo come bianca, in realtà è composta dalla gamma completa dei colori, che a varie lunghezze d'onda e con intensità diverse tra di loro si sommano e danno l'impressione visiva della luce bianca. Fig.12

Le lampadine utilizzate normalmente non producono l'intero spettro di luce, e producono una luce che spesso si può notare non essere bianca, soprattutto nelle nuove lampade a risparmio energetico.

Fatta eccezione per le sorgenti laser, la luce artificiale e naturale di cui fruiamo tutti i giorni non è mai composta da una sola onda elettromagnetica monocromatica, ma dalla somma di molte onde monocromatiche di frequenze e ampiezze tra loro diverse. Esattamente come avviene per la superficie del mare che è perturbata da onde di lunghezza e ampiezza diverse tra loro sovrapposte. L'insieme delle radiazioni elettromagnetiche di tutte le lunghezze d'onda viene chiamato spettro elettromagnetico.

(Rossi M., 2008, p.36)

Questo spettro di luce impoverito emesso dalle lampadine tradizionali, non solo non va a colmare la necessità fisiologica del nostro organismo, ma risulta addirittura dannosa. Questo perché avverrà un assorbimento nullo ad alcune lunghezze d'onda e invece un assorbimento molto intenso solo in altri.

La luce LED bianca è infatti ricca delle componenti blu-verde dello spettro, che sono proprio quelle a cui sono più sensibili le cellule gangliari della retina. Risultato: l'illuminazione artificiale segnalerà sempre di più al nostro cervello che non è ancora ora di dormire.

Una luce che possiede l'intero spettro luminoso viene definita ad ampio spettro. Lo spettro delle tradizionali lampadine ad incandescenza producono uno spettro discontinuo, mentre le lampade full spectrum emettono una luce con la presenza di tutte le lunghezze d'onda della luce visibile. Fig.13 e 14

Fig.12: prisma di luce

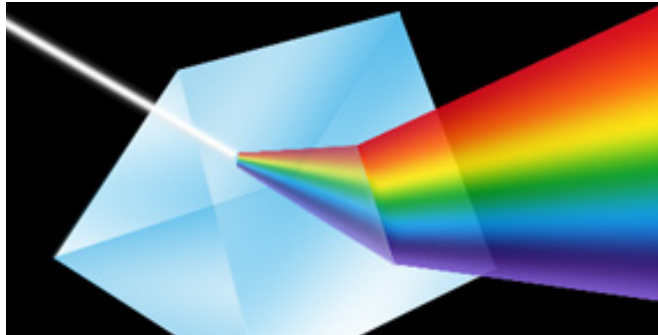


Fig.13: spettri di luce a confronto

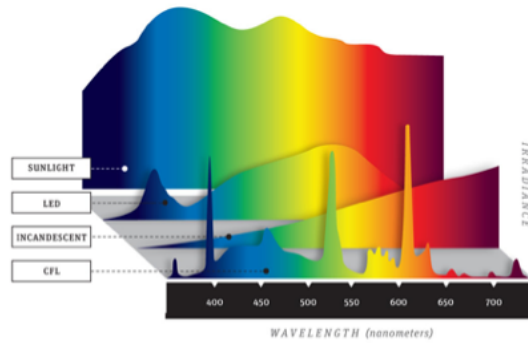
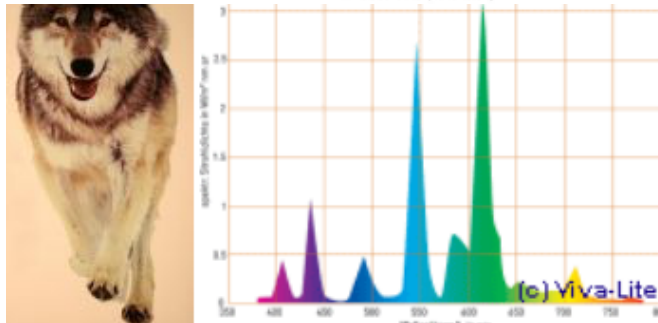
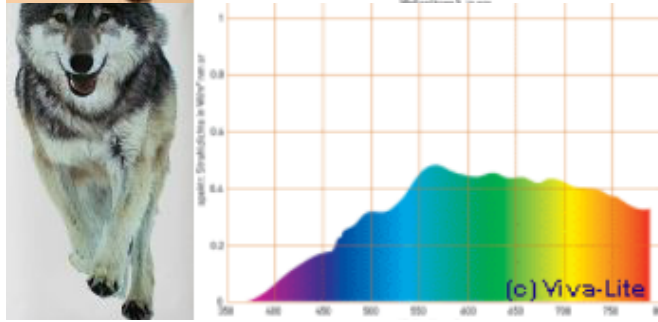


Fig.14: spettri e visione di luce a confronto

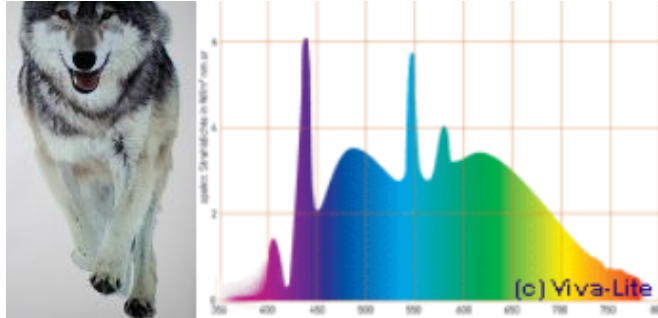
Spettro e visione con una lampada normale



Spettro e visione con la luce solare naturale



Spettro e visione con lampada full-spectrum



**CENNI SULLE CARATTERISTICHE DELLA LUCE  
LO SPETTRO LUMINOSO**

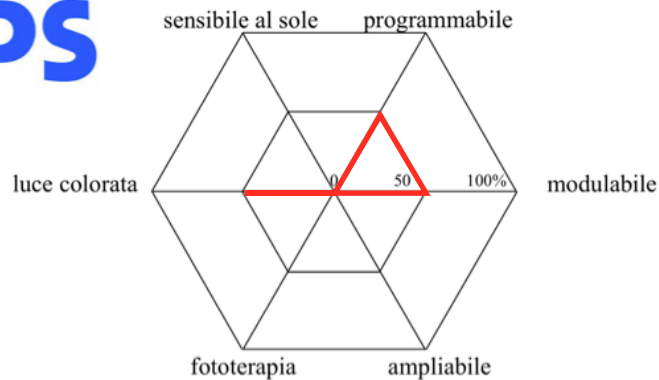
LUX@BIO

# CASI STUDIO

CASI STUDIO



# PHILIPS



Questa lampada-sveglia è stata studiata in un progetto al circolo polare artico, dove c'è la quasi totalità di mancanza di luce nei mesi invernali.

La stimolazione con luce che riproduce l'effetto dell'alba ha avuto notevoli effetti, misurati scientificamente, sulla maggior produttività giornaliera degli abitanti di quelle zone.

Wake-up Light si avvia mezz'ora prima dell'orario della radiosveglia e proietta una luce chiara, simile a quella dell'alba, in tutta la stanza.

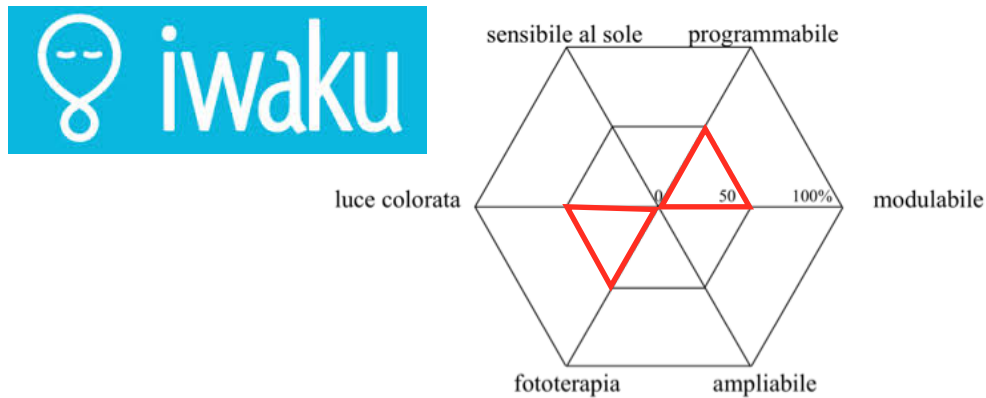
La luce emessa prepara dolcemente il corpo al risveglio.

È stato provato che svegliarsi con la luce migliora il benessere generale. Numerosi studi hanno dimostrato che Philips Wake-up Light migliora effettivamente la qualità del risveglio.

(Philips, 2007)



Fig. 15: Wake-up light



Iwaku è una soluzione di luce per il risveglio, anche grazie alla sua app dedicata.

Infatti Iwaku programmerà una crescente intensità luminosa per il risveglio attraverso una elaborazione della quantità e della fase del sonno per rendere il risveglio più morbido possibile.

Oltre alla funzione sveglia può essere anche utilizzata in versione terapeutica. La luce blu LED è stata studiata per emettere il giusto spettro luminoso terapeutico.

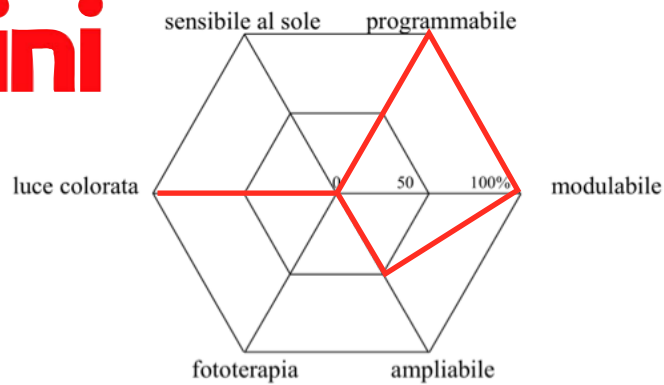
[www.iwaku.com](http://www.iwaku.com)

Fig.16: Iwaku



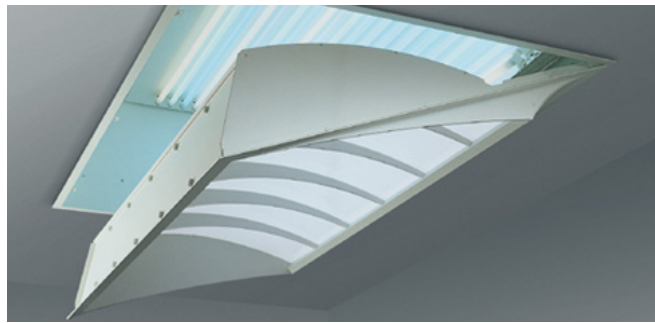
CASI STUDIO

# iGuzzini



Sivra (Sistema di Illuminazione Variabile a Regolazione Automatica) dimostra come, mediante un particolare uso della luce, è possibile stimolare l'organismo dell'uomo, la sua concentrazione e la sua produttività.

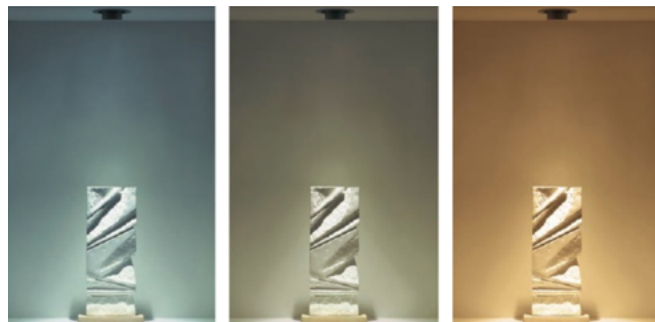
Fig.17: Sivra



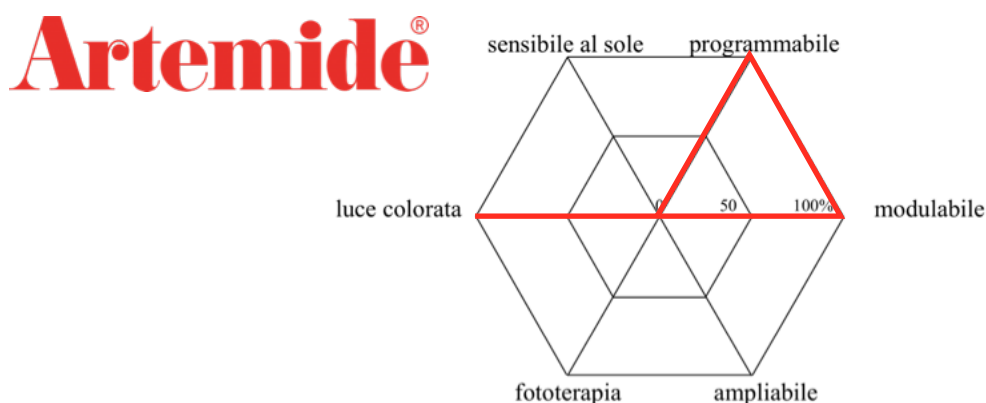
Il pannello di controllo Light Equalizer, elemento gestionale del sistema, permette di accedere alle funzioni di regolazione di intensità luminosa sia in temperatura colore tramite comandi manuali o attraverso la lettura di smart card.

LED biodinamico ricostruisce, con il variare delle temperature colore, lo spettro della luce solare, producendo così benefici effetti sull'individuo. Valorizza oggetti e dettagli. L'escursione della temperatura colore da tonalità fredde (5400K) a tonalità più calde (3400K). (iGuzzini, 2009)

Fig.18: Led biodinamico



CASI STUDIO



My White Light è un sistema con sorgenti fluorescenti RGB (Red, Green, Blue). L'aspetto innovativo di tale apparecchio consiste nella possibilità di ottenere, sommando luci rosse, verdi e blu in diverse ed opportune quantità, una luce bianca nelle sue infinite declinazioni, consentendo così di sperimentare le diverse intensità e temperature di colore della luce bianca.

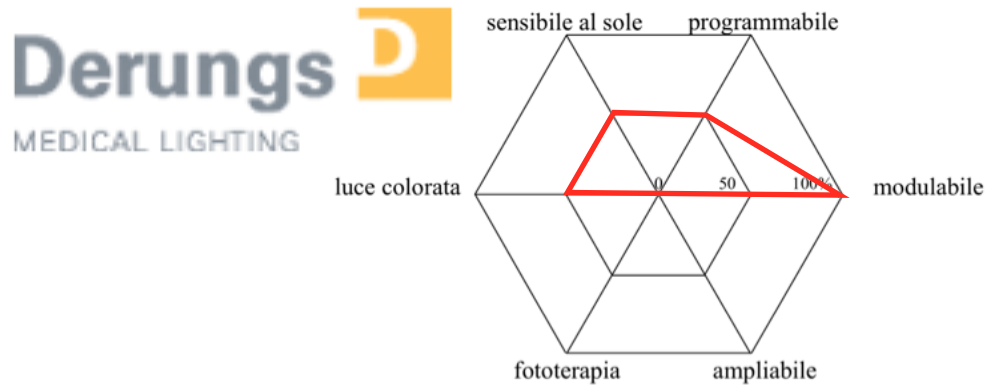
Artemide propone per gli spazi abitativi apparecchi capaci di generare una luce bianca variabile con continuità dai 2500K ai 20000K, cioè da luci calde (sulle tonalità del giallo-arancio) a luci molto fredde (sulle tonalità del blu) e regolabile in intensità in modo semplice da parte dell'utente.

Ma non solo, My White Light è ancora di più. Mediante l'uso del suo innovativo temporizzatore sarà possibile, infatti, programmare giorno per giorno l'intensità e la temperatura della luce bianca in modo da riprodurre tutte le variazioni della luce solare giornaliera tipiche dei luoghi mediterranei. Le modalità automatiche di funzionamento del prodotto (Rolling, Day, Relax ed Energy) richiamano situazioni tipo di utilizzo.

(Artemide, 2006)



Fig.19: My White Light



“Visual Timing Light” è un sofisticato sistema di controllo, determina a seconda del momento della giornata fino al tramonto, il corretto effetto luminoso.

Viene calcolato sia il livello di illuminazione che la temperatura della luce.

Questo viene ripetuto in un ciclo di ventiquattro ore.

“Visual Timing Light” è diventato un sistema molto utilizzato nella cura e regolarizzazione del ciclo circadiano all’interno di strutture sanitarie.

(Derungs Licht AG, p.9)

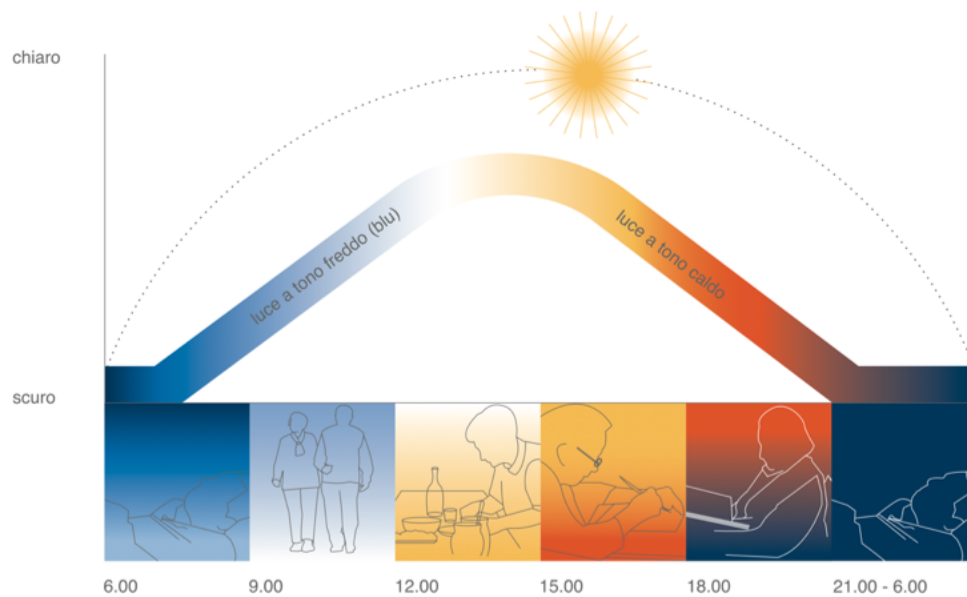
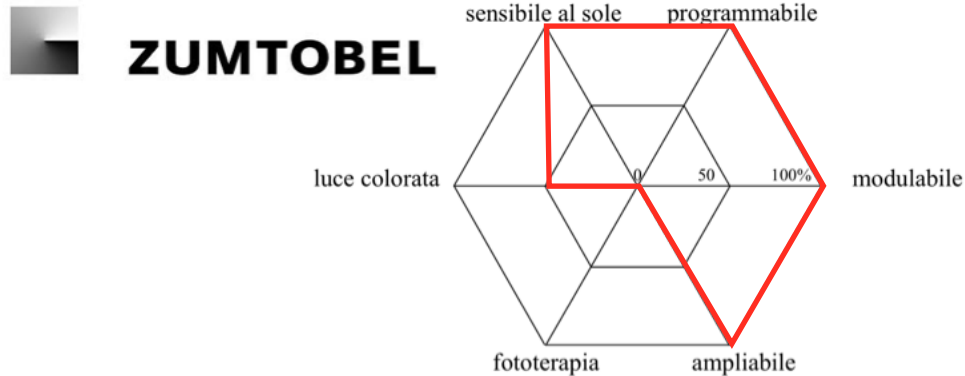


Fig.20: Visual Timing Light



Secondo Zumtobel lo studio e il design della luce non deve più essere considerato solo sotto l'aspetto estetico ma ormai sempre più solo sull'effetto biologico della luce, concentrandosi principalmente sul bilanciamento della melatonina nel sonno, in maniera da equilibrare il ciclo circadiano. Questo aiuta molto anche nella cura della depressione stagionale (SAD).

Per gli interni dove la luce del giorno arriva in maniera rarefatta, la loro tecnologia LED è stata progettata per emettere luce con picchi nella regione del frequenza basse (luce blu), che porta beneficio biologico.

Grazie alla possibilità di personalizzare l'intensità e il colore della luce, Zumtobel propone una variazione di luce dal colore bianco caldo al bianco freddo, biologicamente attivo.

Questo riesce a stimolare il ciclo circadiano di chi la utilizza, che si troverà a migliorare il proprio benessere e anche la qualità del sonno.

Questi programmi possono entrare in automatismo oppure anche essere personalizzati per eventuali situazioni particolari  
(Zumtobel, 2012, pp.20-21)

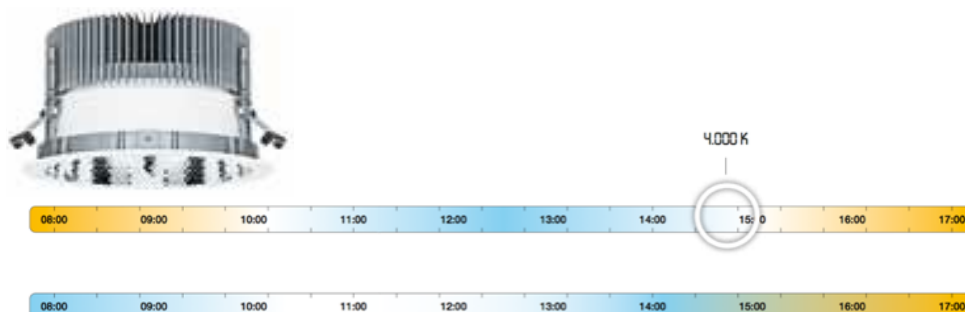
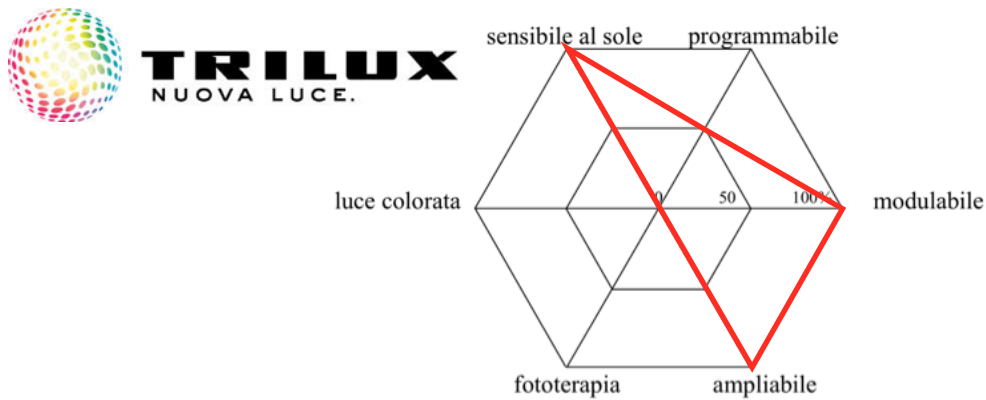


Fig.21: programmi di impostazione del colore della luce biologica:  
sopra variazione sincronizzata con la luce diurna del sole  
sotto la luce usata come stimolante alla mattina e alla sera



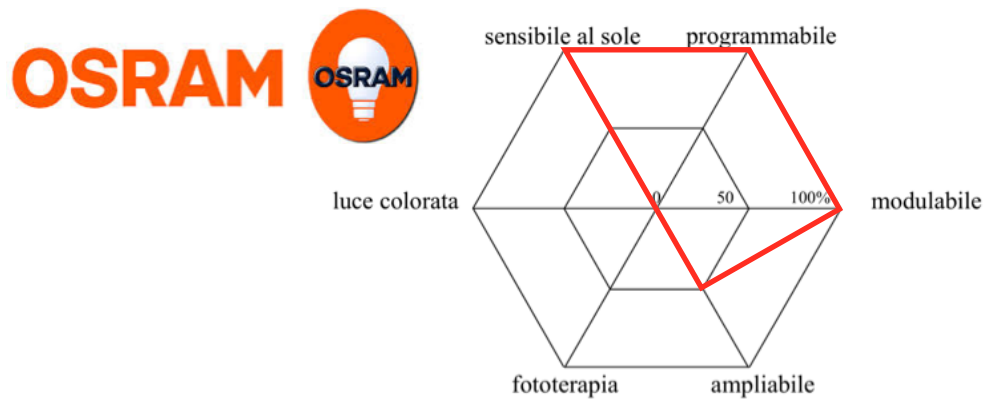
TRILUX presenta alla Light+Building per la prima volta nel suo portafoglio una soluzione che segue il bioritmo di pazienti, personale medico e paramedico. Acuro Active segue i cambiamenti della luce naturale durante la giornata. A seconda della luce naturale che penetra nella stanza, un apposito dispositivo mescola la luce dei LED di tonalità bianca calda (3.000 K) con la tonalità di bianco tipico della luce diurna (6.500 K). A seconda della situazione e dell'atmosfera che si vuole creare, si può mescolare la luce bianca calda (3.000 K) con LED di tonalità di bianco tipiche della luce diurna.

(Trilux, 2012)

Fig.22: Trilux



CASI STUDIO



All'inizio del 2013, in una scuola superiore di Miesbach, in Germania, nell'ambito di un intervento di ristrutturazione è stato installato un sistema di illuminazione biologicamente efficace.

Superfici ampie e luminose sulle pareti e sul soffitto emettono una luce simile a quella naturale, mentre i raggi solari artificiali migliorano la percezione della luce diurna.

Nel concept di illuminazione, i processi dinamici si ottengono tramite un sistema di controllo di OSRAM e Traxon Technologies specificamente coordinato, programmabile a seconda delle esigenze, per impostare e richiamare vari scenari e sequenze.

Tra l'altro, è stata sviluppata una sequenza circadiana che viene eseguita automaticamente per una giornata e un intero anno scolastico, con sensori che rilevano la presenza, e spengono la luce per risparmiare energia se l'aula è vuota.

La luce giusta al momento giusto agevola le funzioni biologiche, proprio come avviene all'aperto, per rendere più attivi gli allievi la mattina e farli rilassare di pomeriggio.

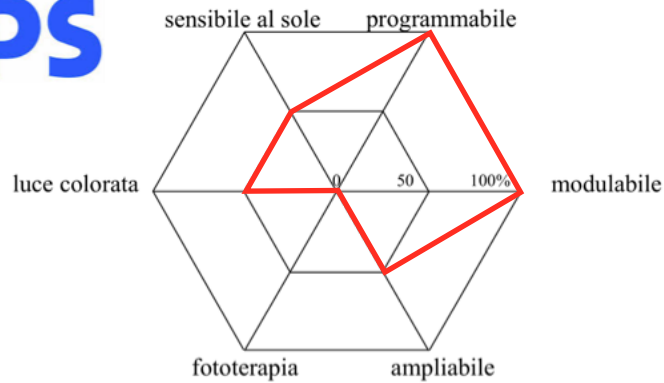
(Osram)



Fig.23: bio-luce in una scuola a Miesbach



# PHILIPS



HealWell è concepito per migliorare l'ambiente ospedaliero, supportando il comfort dei pazienti e le performance del personale.

La luce si adatta alle più svariate esigenze: sfumature dinamiche di luce calda e fredda supportano i bioritmi dei pazienti durante il giorno, luce e accenti colorati creano una piacevole atmosfera nelle stanze dei pazienti. HealWell si avvale di un sistema di controllo intelligente in grado di gestire un ritmo di luce naturale dinamica e consentendo a pazienti e personale di controllare individualmente le impostazioni.

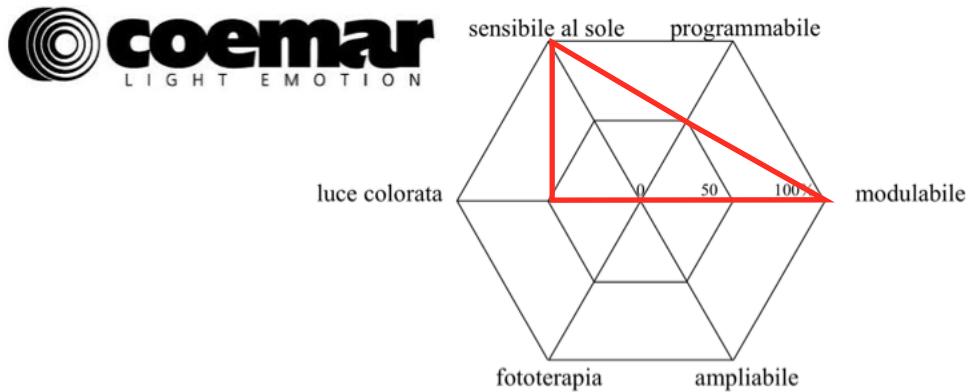
HealWell è una soluzione di illuminazione dedicata alle stanze dei pazienti appositamente concepita in base alle reazioni naturali delle persone alla luce.

(Philips)



Fig.24: HealWell

CASI STUDIO



### RigaLed Power e la luce circadiana

TVZEB (Traverso-Vighy Zero Energy Building) è un edificio sperimentale ad energia zero, pensato sia per rispondere alle esigenze di sostenibilità, sia per il benessere dei fruitori dell'edificio. La luce naturale è integrata da un sistema di luce artificiale variabile per quantità (intensità luminosa) e qualità (temperatura di colore). Il sistema d'illuminazione, per TVZEB, è costituito da 36 RigaLedPower incassate a pavimento che diffondono sulle superfici verticali in alluminio una luce ottenuta da tre diverse tonalità di LED selezionati: bianco 4000°K, bianco freddo 6000°K e ambra. Le miscele, controllate dal sistema DMX di Coemar, seguono la luce naturale esterna e rendono possibili anche azioni correttive della temperatura di colore interna nei giorni di nebbia o neve.

(Coemar, 2013)

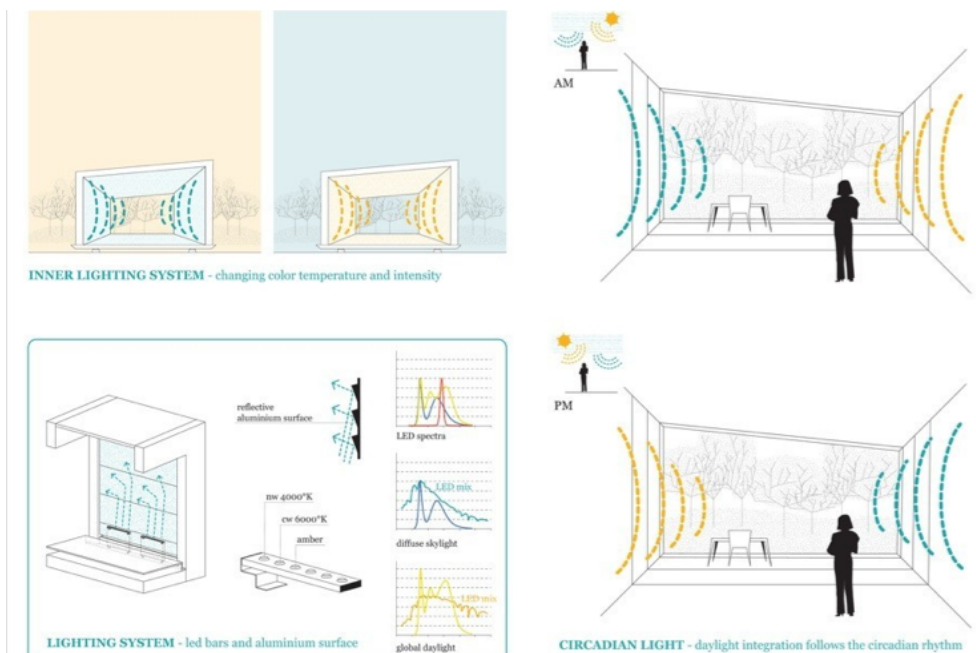


Fig.25: Traverso-Vighy Zero Energy Building

# CONCEPT

## LE ESIGENZE FUNZIONALI

Quando un'interazione con prodotti o servizi avviene velocemente, le attribuiamo una semplicità di esperienza pari alla efficienza.

(Maeda J., 2006, p.23)

In questa citazione della 3° legge di John Maeda: “il tempo”, possiamo anche dedurre un concetto molto interessante, inerente al discorso precedente sugli orologi.

Un orologio indica il tempo esatto all'interno della giornata, cioè mette in relazione l'istante con una intera giornata di 24 ore. Se analizziamo correttamente questa frase, ci rendiamo conto che l'orologio in realtà è uno strumento che servirebbe ad una persona completamente spaesata, o a qualcuno che si è appena svegliato dopo un lungo sonno, e deve capire in quale momento della giornata si trova per organizzare i suoi impegni.

L'orologio nella sua forma odierna, è uno strumento non solo fin troppo preciso, ma anche fuorviante da un certo punto di vista.

Infatti per una persona che deve capire quanto tempo manca al successivo impegno, oppure quanto gli rimane per finire l'impegno corrente, l'orologio non è lo strumento adatto, perché non da nessuna indicazione utile agli impegni, ma solo una indicazione del momento della giornata.

Una simile analisi, valutata come soluzione molto più utile, è stata riscontrata anche in una ricerca presentata da John Maeda, sempre all'interno della sua 3° legge: il tempo.

(Maeda J., 2006, p.28)

La ricerca osserva che nel trasferire un file da un supporto ad un altro, ad esempio dal computer ad una USB, se non avessimo un barra segnalatrice del progresso del trasferimento, ci troveremmo spaesati, mentre nel caso in cui abbiamo una segnalazione del progresso ci sembra addirittura che il trasferimento duri meno.

In questa maniera, la lettura del tempo si concentra più su quanto tempo rimane fino ad un prossimo impegno. Ciò si riavvicinerebbe alla prima maniera con cui l'uomo si è trovato ad osservare il tempo che passava, e cioè analizzando la posizione del sole nel cielo, nello stesso modo sarebbe molto più naturale e intuitivo osservare una indicazione del tempo “relativo” al nostro impegno, e non una segnalazione generale sul momento della giornata in quel istante!

Se osserviamo il comportamento e le azioni di una persona che guarda l'orologio per regolarsi sui suoi impegni, osserveremmo una serie di azioni che egli compie in maniera da arrivare al risultato cercato.

Facciamo un esempio pratico:

Dopo essere uscito di casa la mattina, Roberto è al bar a bere un caffè e sa di avere un impegno alle 10:30 am. Per capire se gli avanza un po' di tempo per risolvere alcune piccole faccende, dopo il caffè e prima del suo impegno, guarda l'orologio!

Ma la sua azione di guardare l'orologio implica le seguenti sub-azioni:

- 1 - leggere il momento della giornata in cui mi trovo
- 2 - pensare al momento della giornata in cui si trova l'impegno
- 3 - calcolare il tempo rimasto

Deve fare questi passaggi ogni volta che guarda l'orologio, perché è così che si legge l'ora sugli orologi e che si calcola il tempo rimasto.

Guarda l'orologio molte volte al giorno, soprattutto mentre si trova in un impegno che sta eseguendo e vuole sapere quanto tempo gli rimane per portarlo a termine fino al prossimo impegno. Questa molteplicità di azioni, per arrivare al risultato cercato, per sapere il tempo rimanente, lo distrae da quello che sta facendo, perché il cervello si deve focalizzare sul calcolo da fare e dunque distogliersi dall'impegno che stava eseguendo.

Proviamo a pensare a vari casi in cui ad esempio stiamo contando qualcosa, o stiamo leggendo un testo impegnativo: se ci dovesse capitare di guardare l'orologio per capire quanto tempo abbiamo a disposizione ancora, perderemmo il conto, oppure perderemmo il filo di quello che stiamo leggendo.

Più si avvicina lo scadere del tempo al prossimo impegno e più la frequenza di osservazione dell'orologio aumenta, perciò facendogli perdere esponenzialmente sempre più tempo verso la fine, momento in cui potrebbe concentrarsi invece sui piccoli dettagli rimastigli.

Queste 3 operazioni eseguite ogni volta che guarda l'orologio distraggono molto da quello che sta facendo, mentre a lui interesserebbe solamente sapere quanto tempo gli rimane fino alla prossima scadenza, e non ogni volta sapere che momento è della giornata!!!

Sapere direttamente quanto tempo gli rimane sarebbe una informazione molto più utile, senza doverlo ricalcolare ogni volta distogliendo la sua mente da quello che sta facendo, anche se solo per qualche secondo per fare il calcolo.

Sarebbe una operazione sola da fare: 1 - osservare il tempo rimasto

Fig.26 e 27

Il pensiero subconscio opera rapportandosi a modelli preesistenti. Esso opera, credo, trovando la migliore corrispondenza dalla propria esperienza passata a quella attuale. Procedo rapidamente e automaticamente, senza sforzo. L'elaborazione sub-coscienza è uno dei nostri punti di forza. È bravo a individuare tendenze generali, a riconoscere il rapporto tra ciò che noi oggi sperimentiamo e quello che è accaduto in passato. Ed è bravo a generalizzare, a fare previsioni circa l'andamento generale sulla base di qualche esempio.

(Normann D.A., 2002, pp. 125-126)

Fig.26: indicatore di progresso

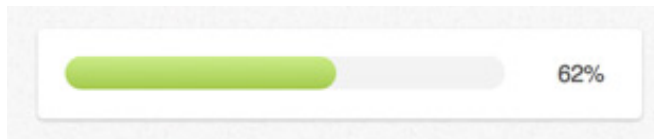


Fig.27: indicatori di progresso

## **UTENTE TIPO**

Roberto 44 anni

Progettista di piccola/media impresa nel campo della progettazione e produzione di oggetti di Design.

Si trova giornalmente a dover affrontare l'attività molto impegnativa di progettazione sia di nuovi prodotti che della gestione di quelli già a catalogo sul suo computer. Segue i nuovi clienti cercando di adattare al meglio le soluzioni già esistenti di prodotti dell'azienda, oppure adatta al meglio i prodotti alle richieste dei clienti, cercando di soddisfare le richieste più particolari.

E' giornalmente in contatto con tutti gli specialisti, i fornitori e i clienti in maniera da portare avanti al meglio la produzione dei prodotti.

Regolarmente si trova a dover inserire nelle sue giornate anche incontri con i vari fornitori e clienti per discutere dei progetti e definire i dettagli che renderanno il prodotto dell'azienda perfettamente personalizzato secondo la richiesta.

Questa grossa mole di impegni nel suo lavoro lo porta ad avere una giornata quasi sempre piena di eventi. Data la competitività del settore, per non perdere clienti spesso questi impegni si accavallano, rischiando così di perdere possibili clienti, ma anche di prendere decisioni affrettate, soprattutto per la stanchezza che si accumula, specialmente in quelle sere in cui lavora fino a tardi per cercare di portare a termine tutte le commesse prese.



CONCEPT  
UTENTE TIPO

## GLI SPUNTI E LE ISPIRAZIONI PER IL PROGETTO

La light therapy è risultata valida per migliorare le disfunzioni del ciclo circadiano, aiutando a correggere questi disagi, ripristinando il giusto ciclo e alleviando i sintomi depressivi. Vista la facilità con cui l'esposizione luminosa riesce a modificare i cicli circadiani, la light therapy è utilizzata sia per curare le alterazioni dell'orologio biologico dei pazienti malati di Alzheimer, i quali mostrano ritardi nei cicli, sia per ripristinare i disturbi minori come quelli legati al sonno.

Da risultati di test sperimentali emerge inoltre che la temperatura di colore influenza lo stato di sonnolenza: il sistema nervoso centrale, alla presenza di una luce proveniente da una sorgente con temperatura di colore di 3000K è più rallentato rispetto a una sorgente a 5000K. E' stata valutata inoltre l'influenza della variazione sullo spettro della luce sul livello di vigilanza, sulla frequenza cardiaca e sulla temperatura corporea (Cajochen et al.), scoprendo che la luce con una lunghezza d'onda pari ai 460 nm, oltre ad abbattere i livelli di melatonina nel sangue, aumenta la temperatura corporea e la frequenza cardiaca, ossia lo stato di vigilanza negli individui, rendendoli più attivi e produttivi sia fisicamente sia mentalmente.

(Barbalace M. et alii, 2012, pp.10-11)

Considerando questi risultati raggiunti dalla ricerca medica sulle cause, effetti e terapie di un simile problema che tocca la maggior parte della popolazione, ho cercato di adattare una cura medica e intensiva (la fototerapia), ad un trattamento lieve, ma continuo e prolungato durante la giornata.

Considerando che una persona che lavora si trova a passare la maggior parte della giornata, se non tutta in molti casi, all'interno di edifici, uffici, mezzi di trasporto, etc... dove l'illuminazione è artificiale e spesso ancora poco progettata in maniera adeguata, questo porta l'assorbimento di luce naturale ad un livello quasi inesistente. Ma se durante l'arco di una giornata piena di impegni e che sfrutta al massimo il nostro organismo, ci fosse una continua esposizione ad una sorgente luminosa che riproduce quella naturale, allora non solo tutti gli impegni eseguiti potrebbero avvenire in maniera più produttiva, ma il corpo riuscirebbe a far funzionare il suo orologio interno, facendo sì che non si porterebbe il fisico a sfasare il ciclo circadiano, perché il corpo rispetterebbe i giusti momenti delle fasi di recupero. Fig.28 e 29



Fig.28: reazione del cervello alla luce

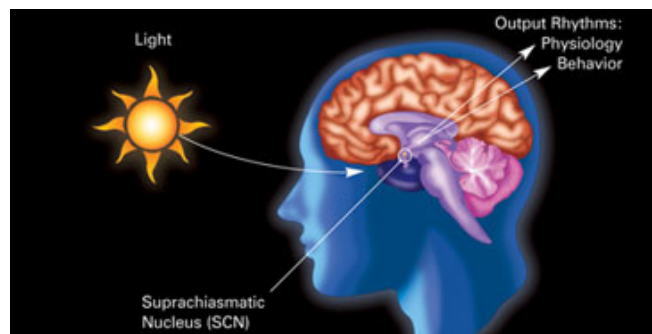


Fig.29: la luce del sole nell'arco di una giornata

Questa analisi è già stata fatta precedentemente e ci sono già sistemi che hanno tentato di trovare una soluzione come abbiamo visto nel capitolo “casi studio”.

Ma non sempre tutti sono consapevoli dei progressi della ricerca oppure non agiscono immediatamente: l’adattamento del mercato richiede sempre un bel po' di tempo e comunque non bisogna pensare che esista una unica soluzione.

Sarebbe utile introdurre anche un altro sistema per la soluzione del problema, che si applichi in maniera differente da quanto già esiste, anche per smuovere la attenzione sulla questione su più lati del mercato.

Infatti i sistemi ad oggi introdotti considerano la sostituzione della illuminazione nei posti di lavoro, o altrove, con i sistemi di lampade a corretta emissione di spettro di luce.

A questo punto sorge però un dettaglio nella progettazione di questi sistemi fissi; infatti la luce emessa dalle lampade durante la giornata sarà una luce che lavora ad emissione fissa e continua. In altre parole, la luce emessa da queste lampade a spettro totale viene prodotta con tutto lo spettro di luce, e sempre; perciò possiamo vederlo come aspetto negativo su due fronti. Il primo è che viene generata della luce troppo completa in alcuni momenti dove non viene assorbita, perciò abbiamo uno spreco di risorse, e dall’altro viene emessa luce che non è quella indicata per il momento specifico della giornata, e questo potrebbe portare ad ulteriori squilibri nel organismo.

Infatti la luce assorbita durante l’arco della giornata cambia a seconda del momento del ciclo circadiano, come abbiamo visto nella Fig.11.

La composizione spettrale della luce è cruciale per la stimolazione del ciclo circadiano, perché da un lato la melanopsina ha il suo picco di sensibilità nella regione del blu e dall'altro la reazione circadiana alla luce non è semplicemente la somma dei contributi di tutte le lunghezze d'onda, ma segue una legge di opponenza spettrale (giallo/blu e rosso/verde)

- la luce rossa dal punto di vista circadiano crea calma e rilassamento e predispone al sonno, mentre dal punto di vista psicologico aumenta i livelli di allerta probabilmente perché collegata inconsciamente al senso di pericolo;
- la luce blu dal punto di vista circadiano aumenta i livelli di allerta e predispone all'attività sia fisica che mentale, mentre dal punto di vista psicologico predispone alla calma e all'introspezione.

(Barbalace M. et alii, 2012, pp. 4-11)

Una più corretta soluzione sarebbe quella di poter regolare lo spettro di luce in maniera da potersi adattare al naturale assorbimento che avviene durante la giornata utile a regolare il corpo umano.

Questa soluzione è stata infatti inserita nella progettazione dei sistemi ad "illuminazione biologica" come abbiamo visto nel capitolo "casi studio".

Queste soluzioni, ad oggi esistenti sul mercato, sono di tipo radicale, considerano la sostituzione degli impianti di illuminazione all'interno di uno spazio di lavoro. Questo si rende necessario perché serve avere un sistema che adatti la luce con il momento della giornata. Fig.30

Queste sono le prime soluzioni che si sono proposte sul mercato. Infatti siamo agli inizi di questo nuovo filone dell'illuminazione biologica. Non esistono vere soluzioni complete e alternative a queste presentate, cioè quelle di sostituire un impianto intero di illuminazione o di installare soluzioni fisse.

Perché non pensare ad una soluzione mobile, e adattabile???

Una soluzione mobile si avvicinerebbe anche di più allo stile di vita di Roberto, che abbiamo descritto precedentemente, cioè di una persona in continuo movimento, e che potrebbe trovarsi in luoghi dove la illuminazione non è ancora adeguata, e dunque ne risentirebbe fisicamente nello svolgere i suoi impegni.

Day-to-day office life has changed drastically in recent years. The diverse range of activities performed has brought variety to office life. People no longer just work at their desk, they also work in conference rooms, hotels or on trains. The ability to recognise and structure a visual task straightforwardly is a basic prerequisite for being able to concentrate and work in a motivated fashion. Good light is needed in order to see properly without distraction. It improves visual performance and visual comfort.

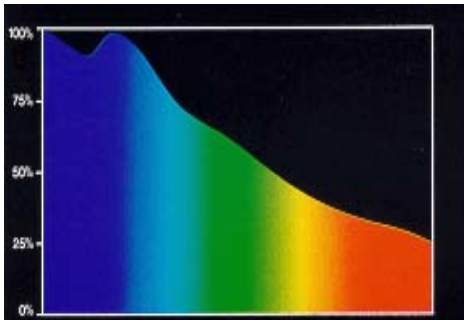
(Zumtobel, 2012, p.16)

Per fare ciò dobbiamo però rispettare le condizioni di buona illuminazione biologica, e cioè mantenere l'evoluzione dello spettro di luce durante la giornata, perciò non si può considerare solamente di sostituire le normali lampadine delle lampade da tavolo magari, con altre a spettro di luce completo e controllato. Fig.31

In offices, most efforts to reduce lighting energy costs have focused on maximizing the efficiency of the general (or ambient) lighting system. The common approaches include installing energy efficient lamps, electronic ballasts, specular reflectors, and occupancy sensors. Relatively little attention has been paid to the potential for energy savings that the effective use of task lighting offers. Task lighting can provide illumination where it is most needed—on the work surface—more economically than the most energy efficient ceiling luminaire (light fixture), simply because task lighting is located closer to the work surface.

(Naomi Miller, Robert Wolsey, 1994, p.1)

luce naturale a mezzogiorno



luce naturale al tramonto

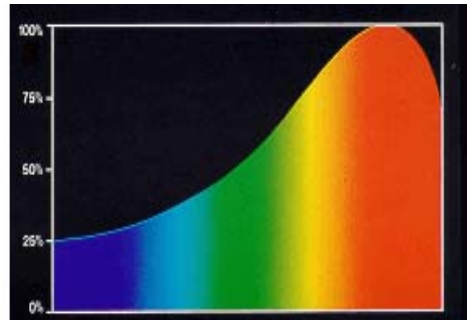


Fig.30: spettro della luce del sole nell'arco di una giornata

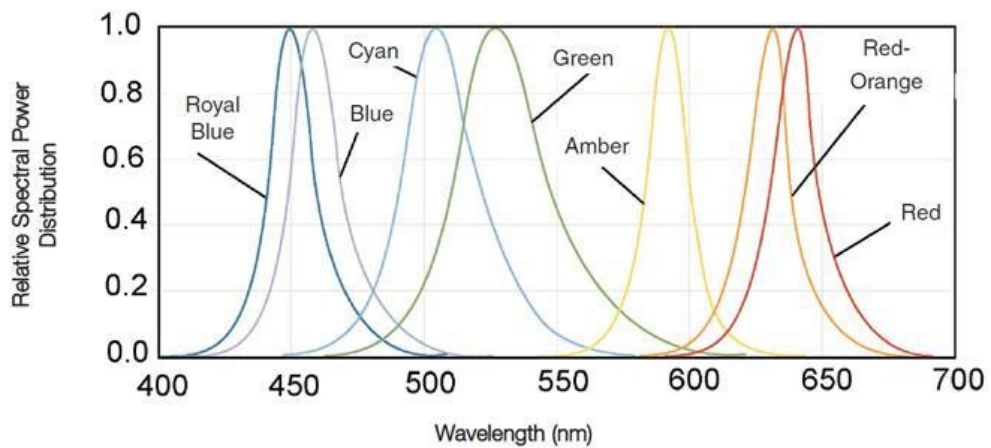


Fig.31: differenti emissioni spettrali di LED

## **LE TECNOLOGIE DELLE LUCI LED**

Il LED è un prodotto innovativo sotto molteplici aspetti.

Confrontato con una classica lampadina a incandescenza ha una convenienza nella durata nel tempo imparagonabile, nessun riscaldamento avviene sulla sorgente luminosa, le sue dimensioni ridotte e la sua ottima versatilità sia dal punto di vista costruttivo che applicativo rendono i LED perfetti candidati a soluzioni diverse di progettazione.

Oltre ai vantaggi in fase produttiva, dovuti alle piccole dimensioni dei LED e alla natura organica, troviamo un'altra positiva novità: il LED non emette radiazioni ultraviolette e infrarosse ma solo radiazioni visibili. Al suo interno non ci sono sostanze tossiche e nocive all'uomo e all'ambiente, come mercurio, piombo, cadmio, sostanze che invece sono presenti in lampade tradizionali molto diffuse.

Benefici consistenti si hanno per quanto riguarda i consumi energetici, grazie all'efficienza elevata. In pratica è sufficiente poca potenza elettrica per avere molta luce. Molto lunga è la durata media di vita; il ciclo di vita di un prodotto LED è circa cinque volte superiore a quello delle migliori lampade attualmente sul mercato. Infine, le basse potenze e i minimi ingombri aprono il campo all'uso modulare della fonte luminosa con positive ripercussioni sulla flessibilità d'uso dell'impianto di illuminazione (facilità di parzializzazione, customizzazione, regolazione del flusso luminoso, gestione del colore).

Le radiazioni emesse sono monocromatiche, ossia appaiono di un certo colore (rosso, arancio, ambra, verde, ciano, blu) in funzione del tipo di materiale semiconduttore impiegato nella costruzione

(Forcolini G., Aprile 2012, p.69)

L'emissione spettrale monocromatica propria dei diodi consente l'eliminazione dei filtri colorati che solitamente si applicano alle altre lampade per produrre luce colorata, e che ne riducono l'efficienza. Inoltre, la miscelazione di più LED monocromatici consente una progettazione accuratissima dello spettro di emissione globale, adattandolo alle diverse esigenze specifiche, come ad esempio la coltivazione indoor.

Flessibilità di applicazione: i LED sono molto più piccoli delle lampade tradizionali e per questo consentono disposizioni spaziali finora impensabili, come ad esempio l'integrazione all'interno di elementi architettonici (pavimenti, pareti, soffitti, scaffalature, superfici vetrate) grazie ad incassi poco profondi. Grazie alle loro caratteristiche spettrali, invece, permettono la creazione di scenari luminosi globali, consentendo al lighting design di andare oltre il semplice posizionamento di una serie di vistosi apparecchi.

Assenza di componente ultravioletta: l'assenza totale di emissione UV fa sì che i LED non alterino i colori e non attirino insetti, per cui risultano la sorgente luminosa ideale per illuminare tutti quegli oggetti soggetti a degradazione, come opere d'arte e alimenti.

(Bisegna F. et alii, 2010, p.48)

Questa particolarità dei LED a emissione spettrale ristretta ad un solo colore dà la possibilità di giocare con i colori della luce, e dunque anche dello spettro emesso dalla sorgente luminosa, per decidere che tipo di luce si desidera produrre.

Mettendo tre *die* di colore rosso, verde e blu insieme, si può ottenere lo stesso sistema di creazione dei colori con il sistema RGB utilizzato quotidianamente nella grafica. Infatti la luce emessa dai LED possiede la proprietà di sintesi additiva, cioè il colore o spettro della luce desiderata può essere calcolato e insieme all'intensità della luce emessa da ogni singolo LED si possono ottenere infinite soluzioni.

Questo diventa molto utile nella nostra casistica. La possibilità di poter variare e scegliere la quantità, intensità e tipo di spettro emesso, è particolarmente necessaria per la possibilità di utilizzare strumenti di emissione spettrale controllata a basso consumo e di piccole dimensioni.

Particolare attenzione infatti va posta nelle quantità e tipi di spettro di luce prodotto. Infatti una produzione di luce con molteplici frequenze dello spettro luminoso possono diminuire notevolmente l'effetto biologico della luce con concentrazione dello spettro nella zona blu.

L'assorbimento circadiano è sensibile alla luce in maniera generale e non selettiva. Ciò significa che reagisce all'intero spettro emesso come unico e non selettivamente a una delle varie lunghezze sommate nella luce prodotta da una sorgente luminosa.

A dimostrazione del fatto che il livello di soppressione della melatonina dipende dal colore della luce, è dimostrato che soli 18 lux prodotti da un LED blu sono più efficienti nella soppressione della melatonina di 450 lux di luce bianca prodotti da una lampada a vapori di mercurio. La ragione per cui, in questo confronto, è stata scelta la lampada a vapori di mercurio, risiede nella conformazione dello spettro della luce emessa, caratterizzato da due picchi nella zona gialla e nella zona blu dello spettro.

...  
Questo dimostra che gli effetti della luce sulla melatonina presentano un comportamento di opposizione spettrale. Una luce solo blu è più efficace nella soppressione della melatonina di una luce bianca di maggiore energia composta da una componente blu più una componente gialla. Il significato più importante di questo principio è che la sensibilità alla luce del sistema circadiano non presenta un comportamento additivo rispetto alle lunghezze d'onda prese singolarmente, ma diventa più sensibile alla luce blu al diminuire di quella giallo-rossa.

(Rossi M., 2008, pp.118-119)



## IL BRIEF

Il prodotto a cui vorrei arrivare è sicuramente un emettitore di luce a spettro regolato in base ai vari momenti della giornata, ma anche un prodotto che serva durante tutto l'arco della giornata, così da aiutare alla regolazione e regolarità del ciclo circadiano in qualsiasi momento.

Considerando che il ciclo circadiano viene sregolato dalla gestione del tempo troppo intensa per l'organismo, il mio prodotto vorrebbe aiutare, durante l'arco di tutta giornata, a segnalare e scandire gli impegni, emettendo allo stesso tempo luce appropriata e salutare, in maniera sia da comunicare in maniera più naturale il passare del tempo durante gli impegni che a segnalare intuitivamente le scadenze.

Osservando Roberto, la nostra persona di riferimento, possiamo considerare che sarà sicuramente in possesso di uno smartphone, di un computer o di un tablet.

Ognuno di questi dispositivi, indipendentemente o in sincrono tra di loro, aiutano Roberto nella gestione dei suoi impegni. Mantengono un elenco cronologico, con funzioni già presenti di avvisi, per aiutarlo a regolarsi con l'avanzare del tempo. Questo sistema di gestione digitale del tempo può essere considerato però molto primitivo, infatti cerca di sostituire le funzioni di una segretaria. Ma il ruolo di una segretaria non si riduce ad avvisare il procedere degli impegni, ma anche a sostenere e a consigliare, in base al susseguirsi degli eventi, come procedere negli impegni.

Il prodotto che ho in mente vuole avvicinarsi di più a questa situazione più naturale di affiancamento.

Assorbendo i dati presenti nella app del calendario dei prodotti di supporto elettronico, si animerebbe in conseguenza.

Una ulteriore funzione che potrebbe andare a migliorare e rendere più user-friendly il prodotto, è la possibilità per l'utente di scegliere quale prossimo impegno è interessato a monitorare e per questo averne il feedback; altrimenti il prodotto andrebbe a eseguire il suo ruolo in maniera automatica, procedendo cronologicamente secondo le presenze nel calendario, ma non darebbe all'utente il senso della sua personale necessità.

Fig.32

Questo sistema si può applicare sia ad un prodotto fisico, che a un software che darebbe un feedback diverso dai soliti avvisi sonori scadenzati.

Infatti lo scopo del sistema è di essere sempre attivo e sempre disponibile nel momento in cui l'utente si interfaccia con uno dei suoi supporti elettronici.

Nel caso del prodotto fisico invece, possiamo ipotizzare un elemento di arredo, un emettitore di luce circadiana sempre acceso. Mantenendo la regolarità dell'apporto bio-luminoso, lo sfrutterebbe in una completezza, semplicità e chiarezza del messaggio trasmesso per la gestione del tempo.

## I VINCOLI PROGETTUALI

### tecnici:

- emissione di luce biologica
- interfaccia con supporti di calendario elettronico

### d'uso:

- ingombro ridotto per non essere invasivo sulla scrivania
- minima interazione per trasmettere il messaggio direttamente
- trasmissione del messaggio in modo chiaro e intuitivo

### di costo:

- il costo dovrà rientrare in una fascia che rispecchi l'apporto scientifico, perciò più alto di un gadget, ma non dovrà arrivare al costo di un apparato medico, anche per invogliare dal punto di vista psicologico

### estetici:

- oggetto da esporre sulla scrivania da lavoro, non ludico sia nei colori cosicché si inseriscano in un arredamento lavorativo, che nella forma che non richiami né un oggetto medicale né un giocattolo

### ambientali:

- consumi ridotti
- luminosità non fastidiosa per i vicini
- non rumoroso per non distrarre durante il lavoro

### culturali/sociali:

- interfaccia user-friendly
- nessuna conoscenza avanzata necessaria all'utilizzo

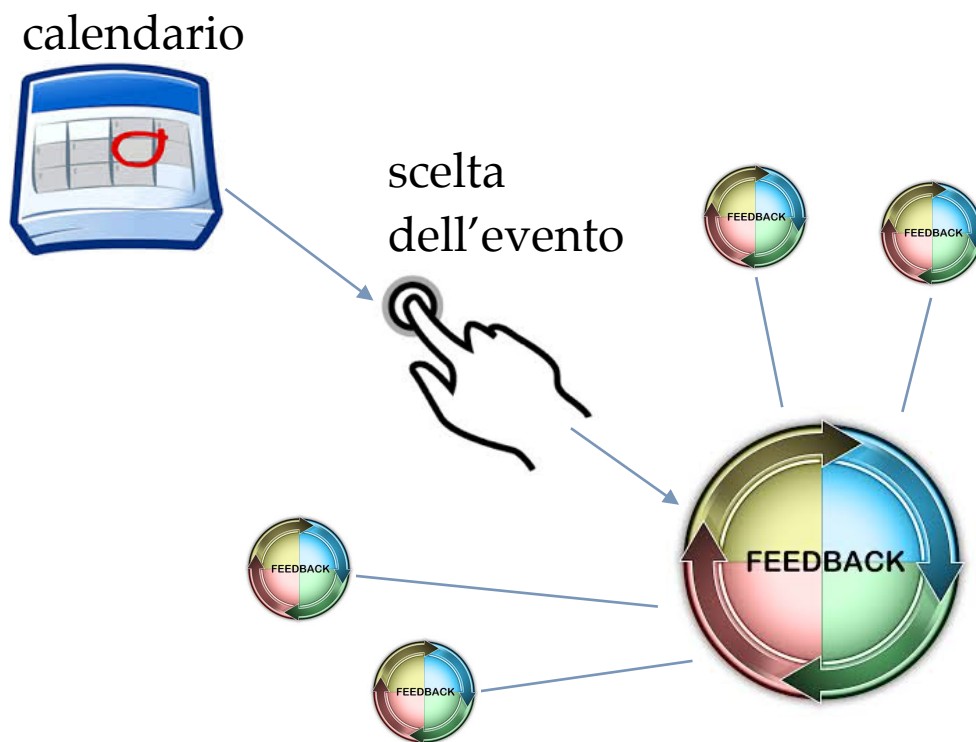


Fig.32: schema di funzionamento

# SVILUPPO PROGETTO

## IL CONCEPT

Alla base del prodotto serve una interfaccia di comunicazione con internet in maniera da poter verificare gli impegni e appuntamenti presenti nel calendario. Questo dovrà avvenire indipendentemente dal fatto che ci sia nelle vicinanze uno dei supporti elettronici dell'utente, per evitare casistiche particolari, ad esempio il cellulare offline o il pc con lo schermo chiuso in standby.

Per ovviare a questi casi, il nostro prodotto si interfaccia con un sistema di calendario online, nel nostro caso utilizziamo il calendario di un account Gmail di Google, e cioè il google calendar.

Il prodotto ha al suo interno un sistema di comunicazione con internet tramite wifi, grazie al quale verifica l'account Google, e va a reperire il prossimo appuntamento sul calendario. In caso non ci siano appuntamenti il prodotto si attiva comunque in maniera neutra e emette luce biologica.

Nel modello presentato questo sistema di comunicazione wifi viene risolto grazie all'uso di un Arduino Yùn con interfaccia wifi. Fig.33

Dopo aver reperito il prossimo impegno, il software calcola il tempo rimasto fino alla prossima scadenza. Questo tempo è l'incognita che viene utilizzata come impostazione per la durata del feedback nel nostro prodotto.

A questo punto il prodotto inizia ad emettere la luce biologicamente calcolata a seconda del momento della giornata in cui si trova, regolata in base allo spettro di luce emesso dal sole.

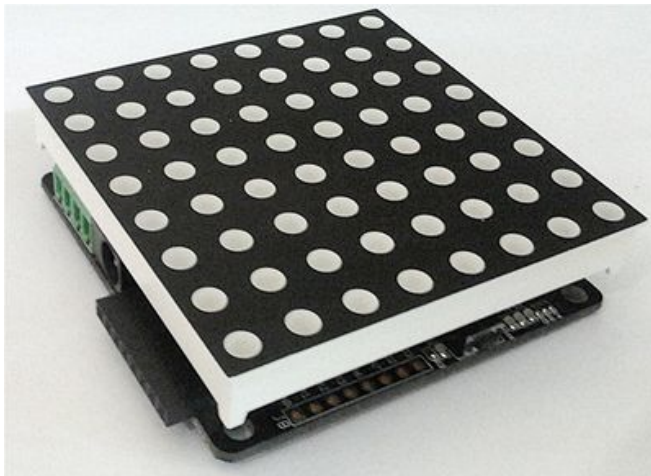
All'interno del prodotto è presente un sensore di luce ambientale, in maniera da regolare l'intensità di emissione, così da non risultare troppo luminoso in situazioni di poca luce e non fiacco in situazioni di luce ambientale presente. A questo sistema automatico è comunque affiancato anche un interruttore di dimmeraggio manuale, così da lasciare all'utente la possibilità di regolazione per situazione particolari, ad esempio se si trovasse in piedi a doversi muovere intorno alla scrivania, riuscendo così sempre ad approfittare del prodotto.

Il feedback luminoso avviene attraverso uno schermo composto da luci Led RGB. Nel modello presentato questo schermo è una matrice Led 8x8, in cui ogni singolo Led è regolabile singolarmente, in questo modo possiamo ottenere una completa personalizzazione delle intensità, delle emissioni spettrali, e delle forme che trasmetterà lo schermo. Fig.34

Fig.33: Arduino Yùn



Fig.34: display a matrice Led



## IL FEEDBACK LUMINOSO

Osservando la pioggia cadere in una pozza di acqua ho trovato la forma ideale da dare al feedback luminoso. L'effetto naturale e allo stesso tempo rilassante per dare una rappresentazione del passare e dell'accumulo del tempo sul display del mio prodotto. Fig.35

I cerchi nell'acqua che si creano quando una goccia di pioggia cade nell'acqua si evolvono in forme perfettamente concentriche che viaggiano verso l'esterno, dando una sensazione di rilassamento alla pupilla, tanto che la forma viene usata spesso anche nelle sedute di ipnosi e di rilassamento.

Il grande valore simbolico attribuito al cerchio risale probabilmente alla credenza che le orbite dei corpi celesti fossero circolari. Molti sono gli esempi presenti risalenti all'antichità come tempio di Stonehenge, ma anche in molti edifici pubblici come teatri arene e stadi.

La forma del cerchio, nelle arti figurative e nella comunicazione visiva, è sicuramente quella più usata fin dall'antichità. Ma anche tra gli artisti più contemporanei, come il lavoro di Vasarely e la Opt Art e le opere sviluppate da J.Albers con il suo libro "imparare a vedere" e la sua conoscenza dal Bauhaus, utilizzano questa forma geometrica sia nelle figure illusionistiche che anche in lavori di elogio alla forma geometrica perfetta.

Fig.36

Applicando questa situazione presente in natura al nostro caso, il cerchio si amplierebbe verso l'esterno, e uno nuovo verrebbe creato con la cadenza dei secondi che passano.

Con l'avanzare del tempo, i cerchi si andrebbero ad accumulare sui bordi esterni, in maniera proporzionale alla durata del tempo da monitorare, fino a riempire dal bordo esterno verso il centro, fino a quando il tempo a disposizione si avvicina allo scadere.



Fig.35: cerchi nell'acqua

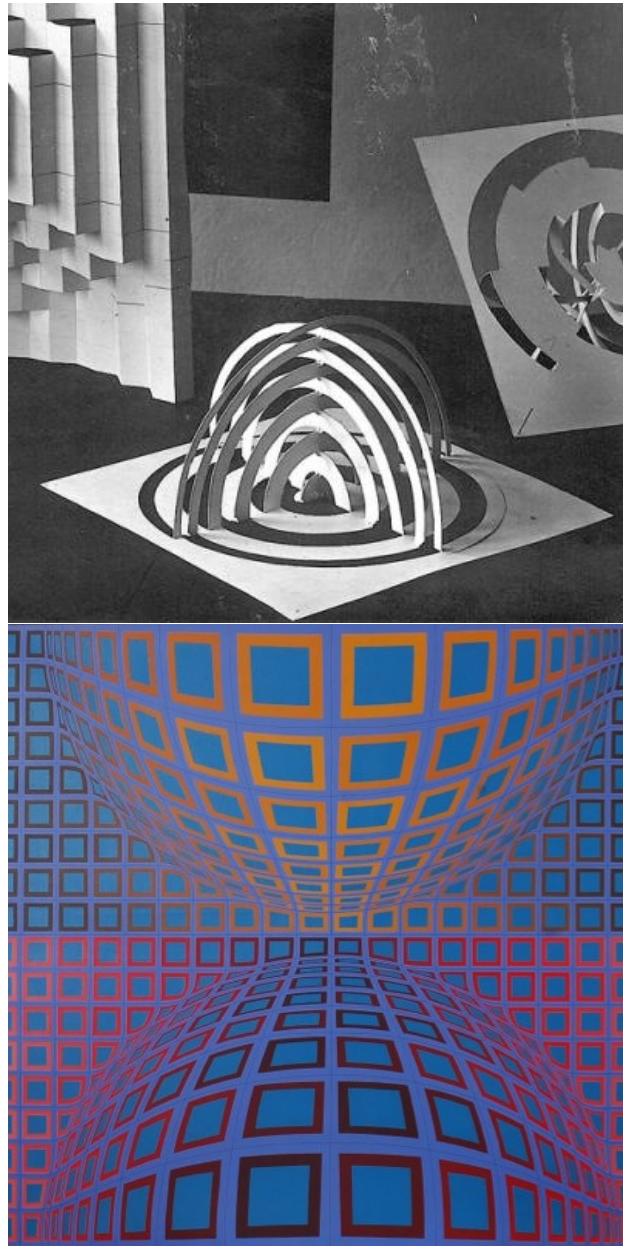


Fig.36: Op Art

## **LA LUCE EMESSA**

La luce emessa dai Led presenti nella nostra sorgente di luce deve essere bilanciata in maniera da contenere un picco nella lunghezza d'onda del blu, colore che influenza il ciclo circadiano.

In Fig.37 vediamo che la lunghezza d'onda del blu dove avviene il picco della soppressione della melatonina è di 460 nm. Questa è la lunghezza d'onda che dovrà avere la maggior componente di luce che comporrà l'emissione luminosa del nostro prodotto.

La nostra matrice attraverso cui generiamo la luce emessa è composta dai tre Led di base RGB, cioè rosso verde e blu. Ci permette così di ottenere una luce pulita, senza uno spettro di luce ampio che andrebbe a diminuire l'effetto circadiano della luce blu.

Per non entrare nell'ambito sanitario-medicale, diamo al nostro prodotto una emissione di luce circadiana esattamente come quella prodotta dal sole nell'arco della giornata, sia dal punto di vista della lunghezza d'onda che di intensità luminosa. Fig.38 e 39

Questo comporta che l'effetto della nostra luce andrà a dare un apporto per mantenere il normale ritmo del ciclo circadiano e non a dare un apporto di modifica su di esso.

Inoltre, il nostro prodotto si presenta anche come lampada per la scrivania, e per questo aspetto progettuale, la luce emessa sarà regolata anche dal punto di vista della intensità luminosa prodotta durante la trasmissione del messaggio sullo schermo Led. Questo in maniera da non risultare disturbante il cambiamento di immagine, perché la sensazione di luminosità rimarrà costante al variare del messaggio sullo schermo grazie ad una regolazione nella parte di programmazione del prodotto.



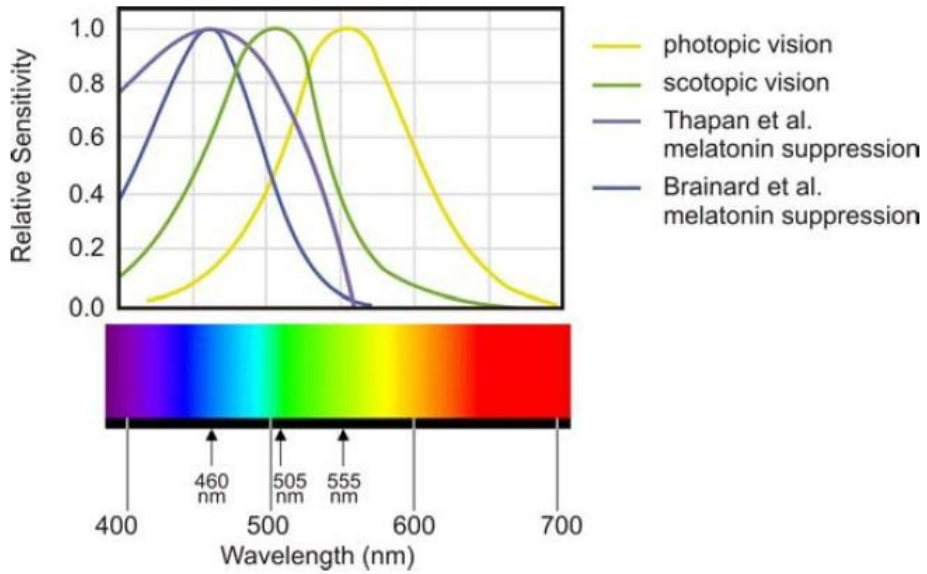
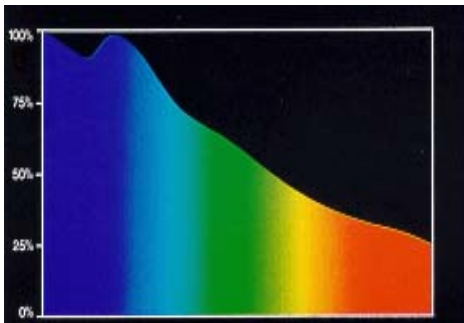


Fig.37: lunghezze d'onda efficaci dello spettro della luce del sole

luce naturale a mezzogiorno



luce naturale al tramonto

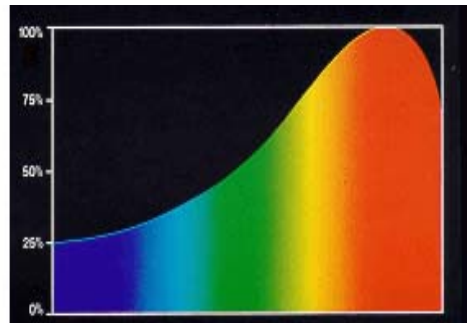


Fig.38: spettro della luce del sole nell'arco di una giornata

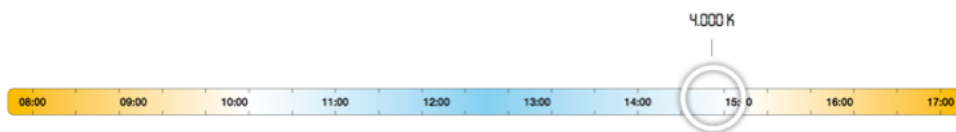


Fig.39: colore della luce diurna del sole

Un LED emette nella porzione di spazio davanti a se, con un angolo solido di 180°.

Si usano infatti, posizionate davanti al led, delle lenti con una minore angolazione, ciò aumenta la penetrazione della luce che, una volta sprigionata dai LED viene incanalata e indirizzata a seconda della ampiezza delle lenti, ma allo stesso tempo riduce l' area coperta dal fascio luminoso. Lenti con angolazione maggiore invece aumenta l'area coperta ma diminuisce la penetrazione del fascio luminoso. Fig.40

Possiamo vedere una rappresentazione grafica di questo concetto attraverso le curva fotometriche delle rispettive situazioni. Fig.41

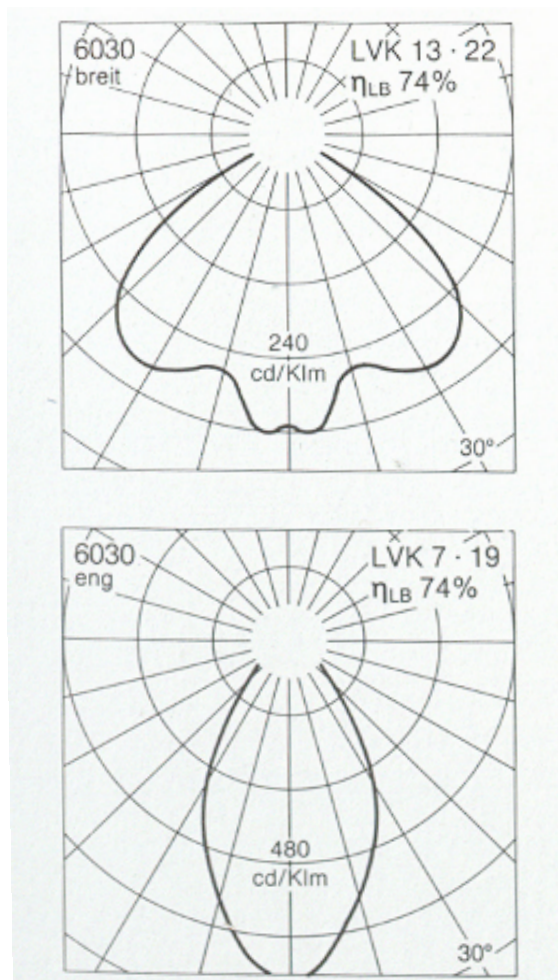
Infatti nella prima vediamo una sorgente led senza lente davanti e dunque con una illuminazione più ampia ma meno potente, mentre nel secondo caso, il fascio di luce è più concentrato verso il centro con l'utilizzo di una lente, e diventa anche più intenso.

Questo aspetto diventa utile nella nostra progettazione, in quanto ci permette una illuminazione più corretta per il nostro caso, infatti l'illuminazione di una scrivania necessita di un fascio più concentrato al centro, cioè verso il tavolo, e non in larghezza, a rischio di infastidire qualcuno ad un'altra scrivania.



Fig.40: lenti e riflettori Led

Fig.41: curve fotometriche



## **LA FORMA**

Considerando il mio prodotto come avente anche una funzione esteriore di lampada da scrivania, trovo molto importante considerare lo spazio lavorativo in cui si inserirà, e considerare in che modo si inserirà nelle quotidianità. La luce emessa sarà regolata in maniera da avere il picco dello spettro secondo il momento della giornata come la luce solare e manterrà una tonalità bianca. Il prodotto infatti potrà sostituire completamente la normale lampada da tavolo che dà alla zona di lavoro un apporto di luce più personalizzato e salutare della illuminazione con lampade da soffitto magari non correttamente bio-regolata.

Ho voluto dare al prodotto un aspetto in tema con lo stile già esistente delle lampade da scrivania. Questo darà una accettazione psicologica più rapida alla nuova funzione, e le linee semplici e pure le conferiranno anche un feeling di innovazione. Fig.42

Il prodotto si svilupperà dunque in verticale con una altezza totale di 67 cm per poter arrivare ad un'altezza sufficiente da essere a livello occhi e così da illuminare verso il basso sul piano di lavoro. Fig.43

Non è possibile utilizzare una soluzione con braccia regolabili che si estendono oltre la verticale della base, questo perché non possiamo avvicinarsi troppo all'utente e rendere troppo vicino lo schermo luminoso con il messaggio per la gestione del tempo.

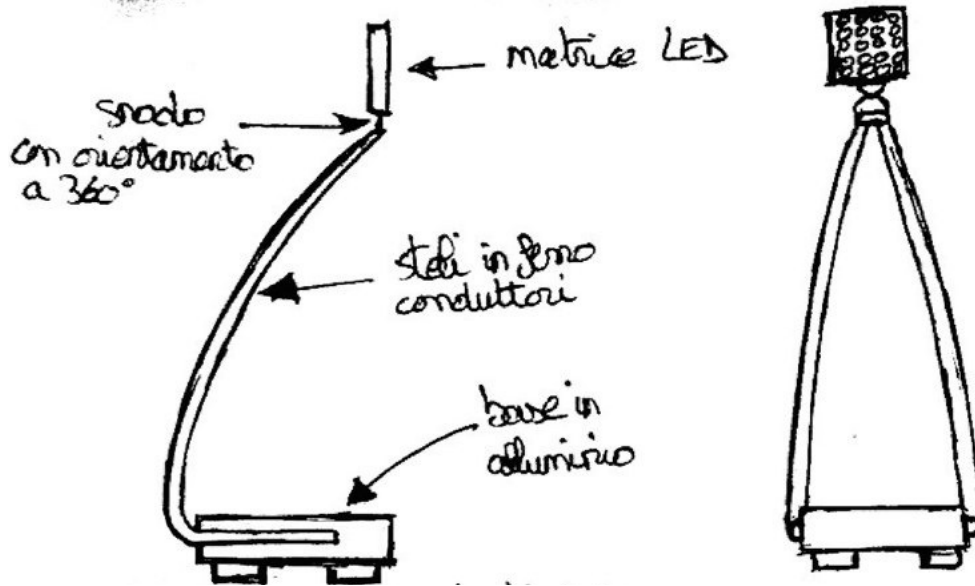


Fig.42: studio di forma

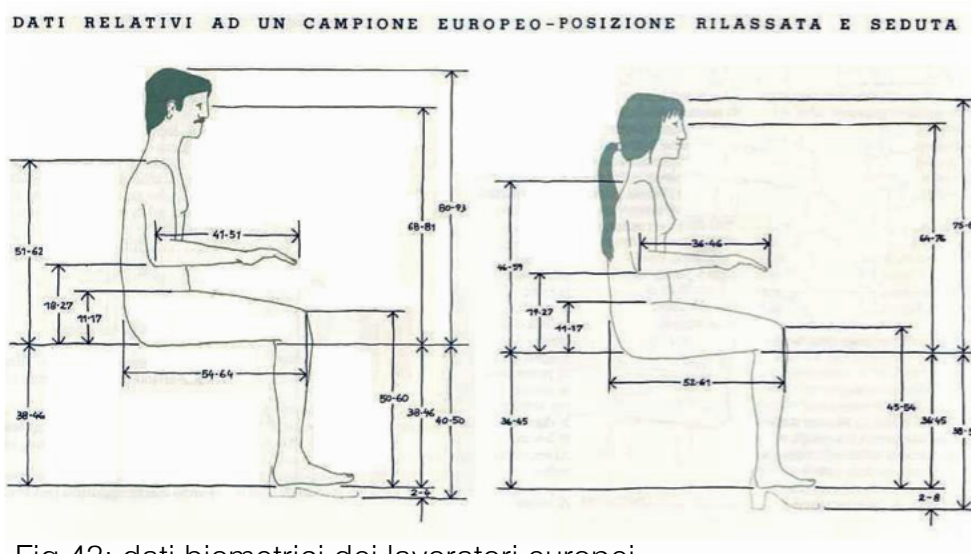


Fig.43: dati biometrici dei lavoratori europei

## LA TECNOLOGIA DI PRODUZIONE

Gli steli della lampada sono realizzati in ferro con la tecnologia di piegatura tubi grazie ad una macchina a controllo numerico continua che gestisce dalla piegatura al taglio finale in completa autonomia grazie ad un disegno CAD anche con tubi piccoli (min. 6 mm). Fig.44

Gli steli allo stesso tempo fungono anche da conduttori di corrente dalla base, dove si trova il trasformatore, fino alla sorgente luminosa.

Per ovviare eventuali problemi elettrici, gli steli vengono ricoperti da una pittura isolante.

Il materiale dello stelo della lampada è stato scelto in maniera da semplificare i costi della sua produzione, infatti il ferro può essere piegato a freddo senza perdere le proprietà estetiche esterne, mentre con la maggior parte dei polimeri, la piegatura dovrebbe avvenire dopo riscaldamento, e la superficie esterna verrebbe rovinata, ameno di utilizzare tecnologie più avanzate e più costose.

Questa forma infatti trasmette una immagine di eleganza grazie alla sua forma sottile, di grazia per le sue forme continue e morbide, e rende massimo lo sviluppo in verticale con minor ingombro orizzontale mantenendo i costi al minimo data la quasi totale assenza di operazioni e lavorazioni.

Oltre ai dettagli estetici, questa soluzione di forma e materiale ci dà la possibilità di utilizzare gli steli fare passare la corrente al loro interno e raggiungere un aspetto il più leggero e semplice possibile.

La forma finale del prodotto è stata ottenuta dopo una attente riflessione e studio delle proporzioni in base alle regole auree, cercando di dare un equilibrio di forma che rispettasse ed andasse a sostenere il concetto di equilibrio che la funzione propria produce. Fig.45



Figure.44: curvatura tubi cnc

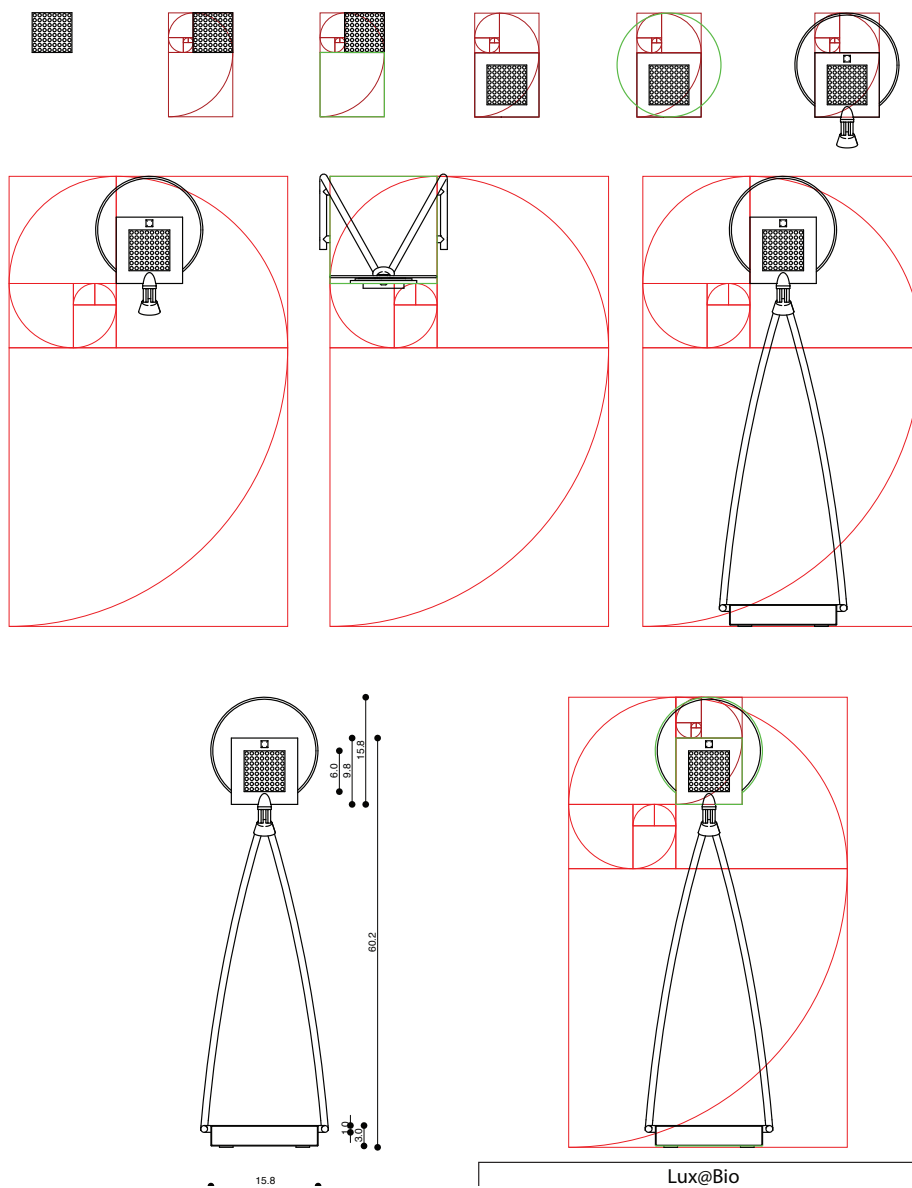


Fig.45: studio aureo delle proporzioni

La piastra su cui è sistemato lo schermo Led è stata pensata per richiamare la forma dello schermo e rendere più leggera possibile la forma. Allo stesso tempo, nella parte posteriore, gli è attaccata la scheda di circuiti, dove saranno presenti il processore e il chip wifi insieme agli altri componenti elettronici che la costituiscono, e la lente di focalizzazione delle luce emessa dai led, fungendo contemporaneamente da protezione. Mentre frontalmente oltre allo schermo Led è presente un interruttore a sfioramento per l'accensione e spegnimento della lampada.

La funzione innovativa della piastra che sorregge i circuiti e lo schermo Led è quella di fungere anche da dispersione per il calore emesso dai led e dai circuiti; per fare ciò la base è in alluminio spazzolato, anche per dare un effetto sobrio ma allo stesso tempo moderno.

Dietro alla scheda di circuiti elettronici ci sarà una maniglia, agganciata al giunto rotante, che permetterà l'orientabilità della sorgente luminosa in qualsiasi direzione. La sua forma appositamente studiata, dà la possibilità di avere una presa sia per il movimento inclinatore, che rotatorio.

Nel caso di una produzione successiva del prodotto, si può andare a rivedere la forma della piastra della sorgente luminosa in base a come si vuole personalizzare la forma dello schermo Led in fase di produzione.

Fig.46



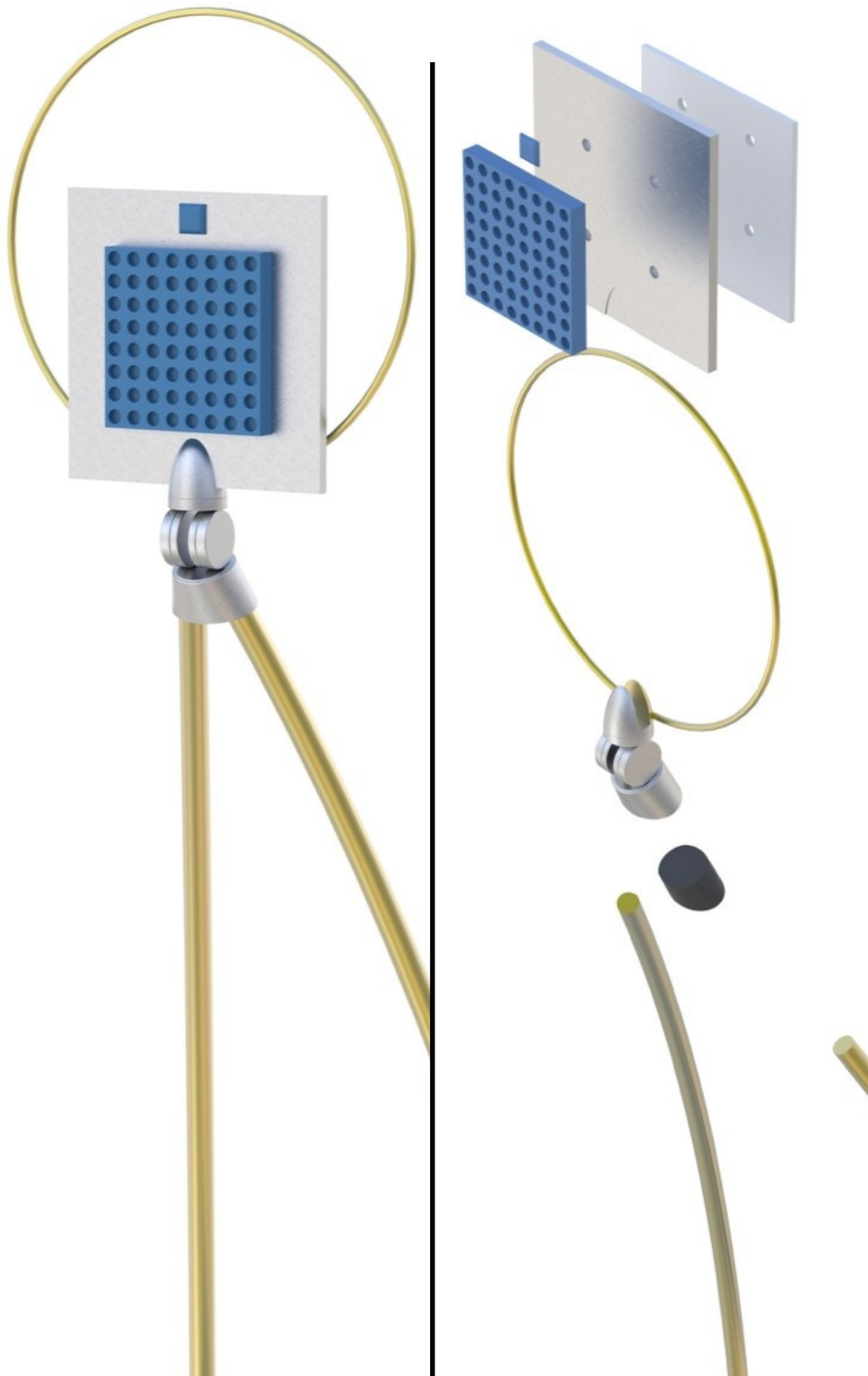


Fig.46: dettaglio del corpo luminoso

All'interno della base viene collocato il trasformatore di corrente per portare il voltaggio ai bassi livelli necessari per la gestione dei Led e i necessari tagli per le prese d'aria di raffreddamento.

Il contenitore viene prodotto in alluminio spazzolato con la tecnologia di estrusione. Ciò anche per richiamare l'elemento dissipatore del corpo luminoso.

All'interno della base, come "tappo" frontale, viene inserita una forma di acciaio che riempie esattamente l'estruso a sezione rettangolare, questo per dare allo stesso tempo un peso maggiore alla base ma anche per dare una rifinitura estetica elegante alla lampada.

La base della lampada e le sue componenti interne insieme agli steli viene tenuta insieme dalle viti che si inseriscono dai lati degli steli, e che arrivano fino all'interno andando ad ancorarsi alla pietra nella parte anteriore e nell'alimentatore in quella posteriore.

Dei piedini di gomma vengono applicati sotto la base in maniera da isolare anche dal piano di lavoro l'intero prodotto.

Fig.47

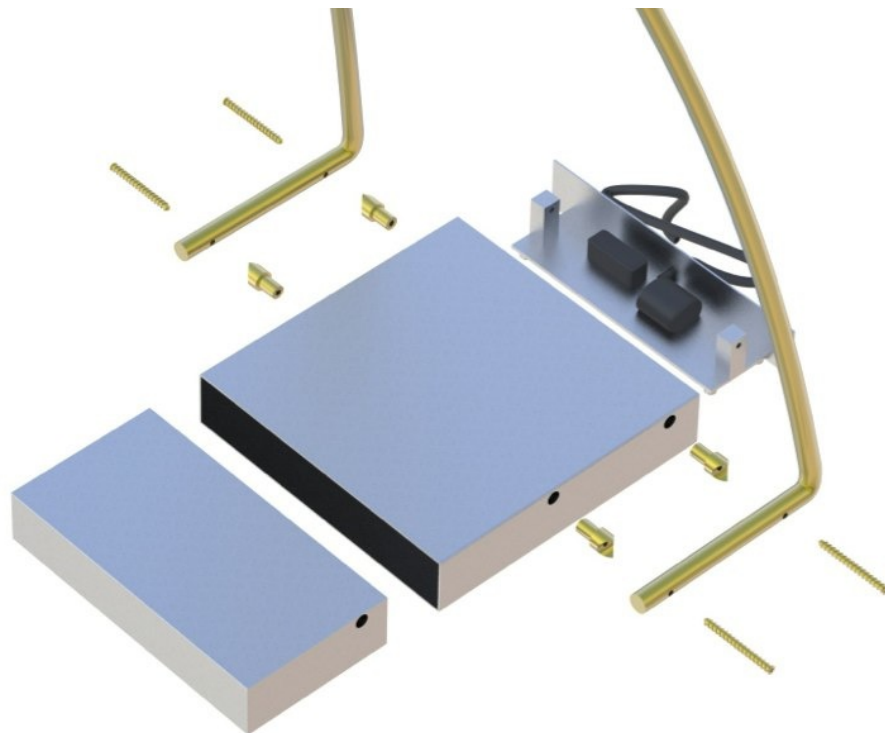
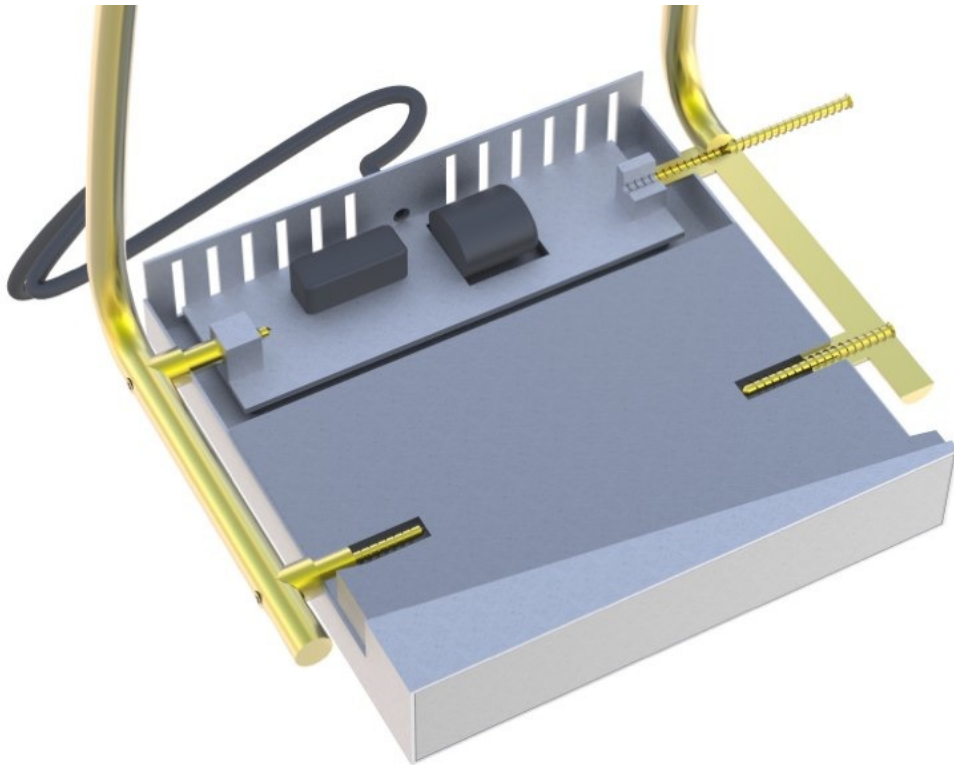


Fig.47: dettaglio della base

L'ancoraggio nell'alimentatore servirà allo stesso tempo a trasmettere la corrente elettrica negli steli che la porteranno fino al corpo luce superiore. Gli steli vengono isolati dalla base in alluminio conduttore tramite dei tasselli in gomma. Fig.48

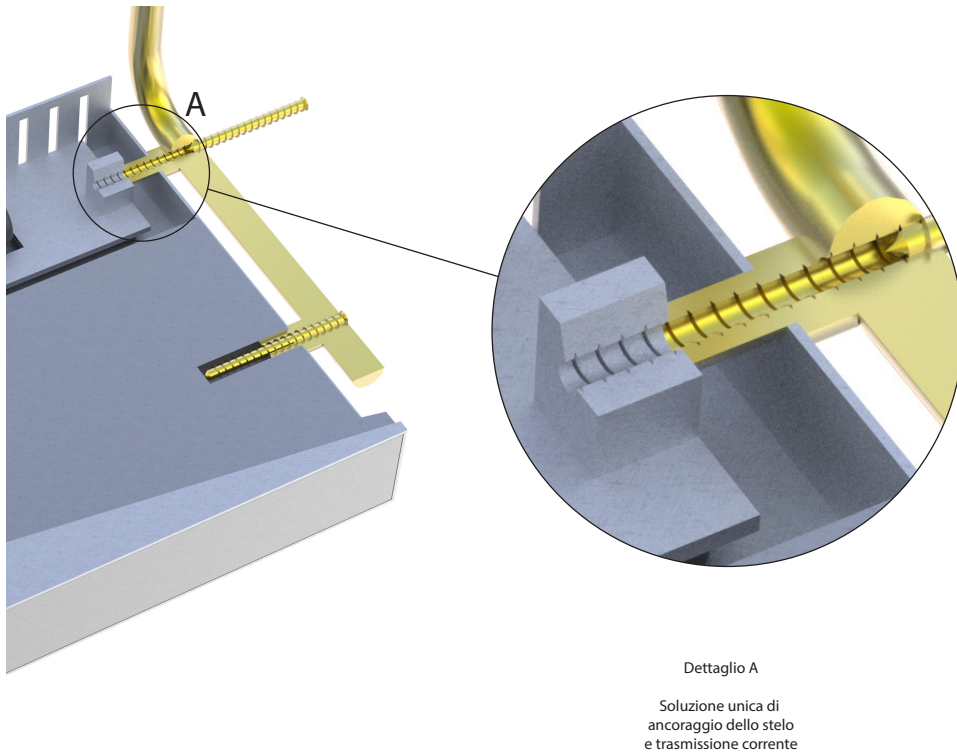


Fig.48: sezione della base

Gli steli attraverso cui passa la corrente elettrica fino alla sorgente luminosa sono collegati ad essa tramite uno snodo che permette un movimento rotatorio a 360°.

Allo stesso tempo, questo snodo prodotto in pressofusione di alluminio, permette la trasmissione della corrente al corpo luce grazie ad un isolamento in gomma interno dei due steli ( Artemide, Patent Pending N° MI2010A000185) Fig.49

Questa composizione del nostro circuito, e soprattutto per il chip wifi e la relativa programmazione per le funzioni da noi cercate, rendono più alto il costo della parte elettronica. Per questo motivo le scelte progettuali si sono indirizzate verso la minimizzazione dei costi dei materiali e di produzione.

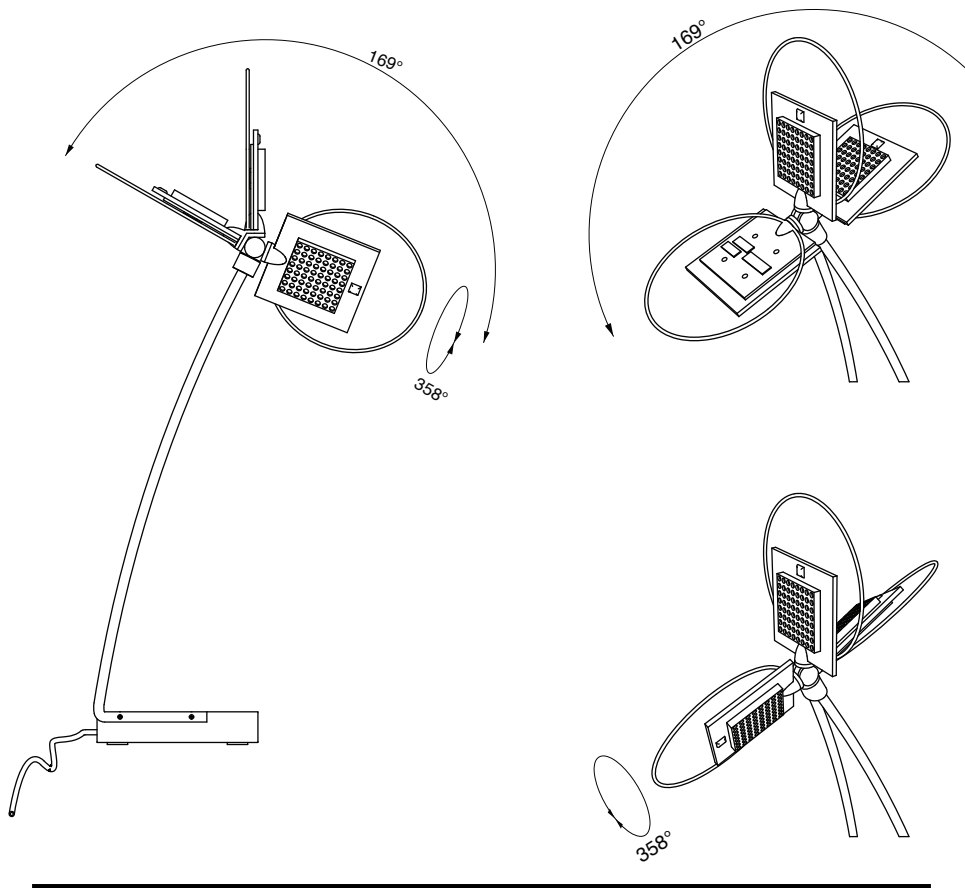


Fig.49: dettaglio del giunto

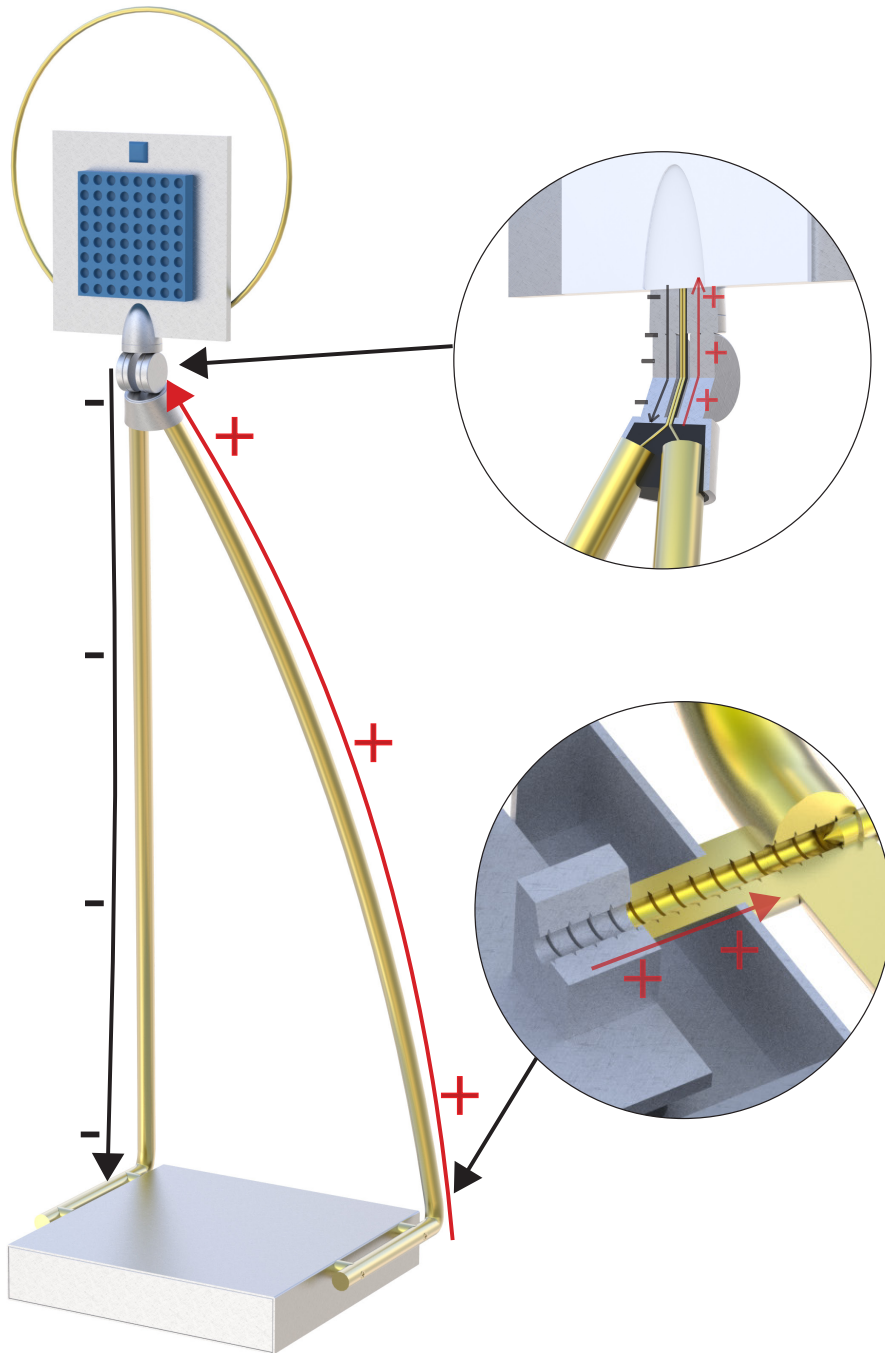


Fig.50: sezione giunto e funzionamento elettrico





Fig.51: render

## ICONOGRAFIA

Fig.1: notte e giorno, le prima unità di misura del tempo. pag.7  
[www.boorp.com](http://www.boorp.com)

Fig.2: obelisco in p.za San Pietro - Roma. pag.7  
[http://2.bp.blogspot.com/-wy1aDjD7ZZ4/UkITUNnRIKI/AAAAAAAAAB2k/mOyRnek-fs/s1600/IMG\\_3178.JPG](http://2.bp.blogspot.com/-wy1aDjD7ZZ4/UkITUNnRIKI/AAAAAAAAAB2k/mOyRnek-fs/s1600/IMG_3178.JPG)

Fig.3: polos. pag.9  
<http://web.arte.unipi.it/salvatori/didattica/vecchiprog/storiadeltempo/opuscolo.htm#babi>

Fig.4: clessidra ad acqua. pag.9  
<http://web.arte.unipi.it/salvatori/didattica/vecchiprog/storiadeltempo/opuscolo.htm#egitto>

Fig.5: clessidre a sabbia. pag.9  
<http://www.onlinegalleries.com/art-and-antiques/detail/17th-century-hourglass/101642>

Fig.6: candela segnatempo. pag.11  
<http://www.macchinedileonardo.com/index.php?le-macchine-meccanica#20>

Fig.7: orologio a pendolo. pag.11  
<http://www.sciencemuseum.org.uk/images/I010/10239953.aspx>

Fig.8: orologio meccanico. pag.11  
<http://www.cambiaste.com/it/asta-0123/orologio-da-dama-con-cassa-in-ottone-dorato-fr.asp>

Fig.9: orologi al quarzo. pag.11  
<http://www.orelogi-militari.it/tipologie-modelli/al-quarzo.html>

Fig.10: orologio atomico. pag.11  
<http://www.newnotizie.it/2012/07/un-secondo-in-piu-web-confusione/orologio-atomico/#>

Fig.11: ciclo circadiano. pag.13  
Rossi M., *Design della luce. Fondamenti ed esperienze nel progetto della luce per gli esseri umani*, s.l., Maggioli Editore, 2008, p.107

Fig.12: prisma di luce. pag.23

<http://www.didasfera.it/didattica/s1-tecnologia?unita=581>

Fig.13: spettri di luce a confronto. pag.23

[http://www.popularmechanics.com/technology/gadgets/tests/incandescent-vs-compact-fluorescent-vs-led-ultimate-light-bulb-test?click=main\\_sr#slide-1](http://www.popularmechanics.com/technology/gadgets/tests/incandescent-vs-compact-fluorescent-vs-led-ultimate-light-bulb-test?click=main_sr#slide-1)

Fig.14: spettri e visione di luce a confronto. pag.23

The LyL Projects Team, *Vivere sani e felici con la luce full spectrum*, pp.13-14

Fig.15: Wake-up light. pag.25

<http://www.usa.philips.com/c/light-therapy/11625/cat/en/#2>

Fig.16: Iwaku. pag.26

<http://iwaku.com>

Fig.17: Sivra. pag.27

iGuzzini, *Sistemi di illuminazione per interni 2009-2010*

Fig.18: Led biodinamico. pag.27

iGuzzini, *Sistemi di illuminazione per interni 2009-2010*

Fig.19: My White Light. pag.28

Artemide, *My white light*, Grafiche Mazzucchelli, 2006

Fig.20: Visual Timing Light. pag.29

Derungs Licht AG, *senior care good lighting enriches senior living*, Derungs Licht AG / 05.11 / 500 / SD printed in Switzerland, p.9

Fig.21: programmi di impostazione colore della luce biologica:

sopra variazione sincronizzata con luce diurna del sole

sotto luce usata come stimolante mattina e sera. pag.30

Zumtobel, *Light for offices and communication*, 04/12, pp.20-21

Fig.22: Trilux. pag.31

Trilux, *Un'atmosfera piacevole che favorisce la guarigione: le soluzioni TRILUX per l'illuminazione in campo medico-sanitario*, press 17.04.2012

Fig.23: bio-luce in una scuola a Miesbach. pag.32

Osram, *Luce biologicamente efficace nella scuola superiore di Miesbach, in Germania*, [http://www.osram.it/osram\\_it/notizie-e-conoscenza/gli-effetti-biologici-della-luce---luce-significa-qualita-della-vita/progetti/scuola-superiore-pubblica-di-miesbach/index.jsp](http://www.osram.it/osram_it/notizie-e-conoscenza/gli-effetti-biologici-della-luce---luce-significa-qualita-della-vita/progetti/scuola-superiore-pubblica-di-miesbach/index.jsp)

Fig.24: HealWell. pag.33

Philips, *HealWell La nuova soluzione d'illuminazione dedicata ai pazienti*, [http://www.lighting.philips.it/application\\_areas/healthcare/healwell.wpd](http://www.lighting.philips.it/application_areas/healthcare/healwell.wpd)

Fig.25: Traverso-Vighy Zero Energy Building. pag.34

Coemar, *RigaLed Power e la luce circadiana*, 18/01/2013

Fig.26: indicatore di progresso. pag.37

Fig.27: indicatori di progresso. pag.37

Fig.28: reazione del cervello alla luce. pag.41

<http://ledtrail.com/blog/2013/06/28/led-lighting-and-health-benefits/>

Fig.29: la luce del sole nell'arco di una giornata. pag.41

<http://ledtrail.com/blog/2013/06/28/led-lighting-and-health-benefits/>

Fig.30: spettro della luce del sole nell'arco di una giornata. pag.45

[http://www.uni-bielefeld.de/lili/kumu/farbenlehre-kueppers/ita/funktionsprinzip\\_des\\_sehens/wann\\_und\\_warum\\_farben\\_ihr\\_aussehen\\_veraendern.html](http://www.uni-bielefeld.de/lili/kumu/farbenlehre-kueppers/ita/funktionsprinzip_des_sehens/wann_und_warum_farben_ihr_aussehen_veraendern.html)

Fig.31: differenti emissioni spettrali di LED. pag.45

Forcolini G., *Nuovi LED per illuminare ambienti interni ed esterni*, [qualenergia.it](http://qualenergia.it), Aprile 2012, speciale tecnico, p.4

Fig.32: schema di funzionamento. pag.51

Fig.33: Arduino Yùn. pag.53

<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun#.UyhGmNzjnwJ>

Fig.34: display a matrice Led. pag.53

[http://www.seeedstudio.com/wiki/Rainbowduino\\_v3.0](http://www.seeedstudio.com/wiki/Rainbowduino_v3.0)

Fig.35: cerchi nell'acqua. pag.55  
<http://dd1rimini.scuolerimini.it/index.php?idinfo=176>

Fig.36: Op Art. pag.55  
Web varie

Fig.37: lunghezze d'onda efficaci dello spettro della luce del sole.  
pag.57  
Barbalace M., Gugliermetti F., Lucchese F., Bisegna F., Studio per la  
valutazione degli effetti della luce sugli esseri umani, Enea, Report  
RdS/2012/273, p.12

Fig.38: spettro della luce del sole nell'arco di una giornata. pag.57  
[http://www.uni-bielefeld.de/lili/kumu/farbenlehre-kueppers/ita/  
funktionsprinzip\\_des\\_sehens/  
wann\\_und\\_warum\\_farben\\_ihr\\_aussehen\\_veraendern.html](http://www.uni-bielefeld.de/lili/kumu/farbenlehre-kueppers/ita/funktionsprinzip_des_sehens/wann_und_warum_farben_ihr_aussehen_veraendern.html)

Fig.39: colore della luce diurna del sole. pag.57  
programmi di impostazione della colore della luce biologica:  
sopra variazione sincronizzata con la luce diurna del sole  
sotto la luce usata come stimolante alla mattina e alla sera  
Zumtobel, *Light for offices and communication*, 04/12, pp.20-21

Fig.40: lenti e riflettori Led. pag.59  
<http://www.progettazioneottica.it/lenti-e-riflettori/952>

Fig.41: curve fotometriche. pag.59  
[http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/7\\_OPTATIVAS/LAU/  
LAU2\\_tipologia/LAU25\\_hoteles/lau252\\_vestibulos.htm](http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/7_OPTATIVAS/LAU/LAU2_tipologia/LAU25_hoteles/lau252_vestibulos.htm)

Fig.42: studio di forma. pag.61

Fig.43: Dati biometrici dei lavoratori europei. pag.61  
[http://www.storiaolivetti.it/fotogallery.asp?  
idPercorso=560&idOrd=11#viewfotogallery](http://www.storiaolivetti.it/fotogallery.asp?idPercorso=560&idOrd=11#viewfotogallery)

Fig.44: curvatura tubi cnc. pag.63  
<http://www.blmgroupp.com/it/prodotti/curvatura/tubi/smart.aspx>

Fig.45: studio aureo delle proporzioni. pag.63

Fig.46: dettaglio del corpo luminoso. pag.65

Fig.47: dettaglio della base. pag.67

Fig.48: sezione della base

Fig.49: dettaglio del giunto

Fig.50: sezione giunto e funzionamento elettrico

Fig.51: render

## BIBLIOGRAFIA

Artemide, *My white light*, Grafiche Mazzucchelli, 2006

Barbalace M., Gugliermetti F., Lucchese F., Bisegna F., *Studio per la valutazione degli effetti della luce sugli esseri umani*, Enea, Report 2012/273, pp. 4, 9, 10, 11, 12

Bisegna F., Gugliermetti F., Barbalace M., Monti L., *Stato dell'arte dei LED (Light Emitting Diodes)*, Enea, Report RdS/2010/238, p.48

Coemar, *RigaLed Power e la luce circadiana*, 18/01/2013

Derungs Licht AG, *senior care good lighting enriches senior living*, Derungs Licht AG / 05.11 / 500 / SD printed in Switzerland, p.9

Detail, AA.VV., *Costruire con la luce*, in "Detail" Rivista di architettura 2004.

Forcolini G., *Nuovi LED per illuminare ambienti interni ed esterni*,  
www.qualenergia.it, Aprile 2012, speciale tecnico, p.69

Hall E.T., *The Dance of Life: The Other Dimension of Time*, USA, Anchor Books Edition, 1983, p.20, 84, 128

iGuzzini, *Sistemi di illuminazione per interni 2009-2010*

Maeda J., *The laws of simplicity*, The MIT Press; Third Impression edition, 2006, p.15, 23, 28, 85, 98,

Marconi S., *la ricezione del colore in ambienti culturali diversi*, [http://www.semiothings.com/pdf/Articolo\\_Sonia.pdf](http://www.semiothings.com/pdf/Articolo_Sonia.pdf), p.2

Naomi Miller, Robert Wolsey, *Lighting Answers, Task Lighting for Offices*, Rensselaer Lighting research centre, Volume 1 Number 3 April 1994, p.1

Normann D.A., *The design of everyday things*, USA, Basic Books, 2002 (first published in 1988 as *The Psychology of Everyday Things*), pp. 125-126

Osram, *Luce biologicamente efficace nella scuola superiore di Miesbach, in Germania*, [http://www.osram.it/osram\\_it/notizie-e-conoscenza/gli-effetti-biologici-della-luce---luce-significa-qualita-della-vita/progetti/scuola-superiore-pubblica-di-miesbach/index.jsp](http://www.osram.it/osram_it/notizie-e-conoscenza/gli-effetti-biologici-della-luce---luce-significa-qualita-della-vita/progetti/scuola-superiore-pubblica-di-miesbach/index.jsp)

Philips, *HealWell La nuova soluzione d'illuminazione dedicata ai pazienti*, [http://www.lighting.philips.it/application\\_areas/healthcare/healwell.wpd](http://www.lighting.philips.it/application_areas/healthcare/healwell.wpd)

Philips, *Wake-up Light: Norden, M.J.*, Acta Psychiatr Scand 1993 Gordijn, Università di Groningen, 2007

Rossi M., *Design della luce. Fondamenti ed esperienze nel progetto della luce per gli esseri umani*, s.l., Maggioli Editore, 2008, p. 19, 36, 107, 118, 119

Salvatori E., *Il tempo: dove, quando e come è stato misurato*, <http://web.arte.unipi.it/salvatori/didattica/vecchiprog/storiadeltempo/opuscolo.htm#nota>

Trilux, *Un'atmosfera piacevole che favorisce la guarigione.*, press 17.04.2012  
[www.iwaku.com](http://www.iwaku.com)

Zumtobel, *Light for offices and communication*, 04/12, pp. 16, 20, 21