

# **Corso di Illuminotecnica base in Teatro**

**illuminare per definire o illuminare per creare?**

*Corso dedicato a chi fa della curiosità una stile di vita e voglia acquisire nozioni di base per entrare ed esplorare attraverso la luce il fantastico mondo del Teatro*

## **Indice**

- 1. Cenni di storia dell'illuminotecnica teatrale**
- 2. Comportamento della luce naturale**
- 3. Il colore**
- 4. La temperatura di colore**
- 5. Indice di resa cromatica**
- 6. Grandezze fotometriche**
- 7. Strumenti di misura**
- 8. Trasmissione della luce**
- 9. Lampade ad incandescenza**
- 10. Lampade a scarica**
- 11. Lampade a Led**
- 12. Lenti ed obiettivi**
- 13. Riflettori**
- 14. Proiettori**
- 15. Proiettori a fascio variabile**
- 16. Proiettori a fascio fisso**
- 17. Fari e Dimmer**
- 18. Lighting Design**
- 19. Principi generali del disegno luci**
- 20. Imparare a condividere con la Regia ed i creativi**
- 21. Tecniche di realizzazione**
- 22. Illuminazione di fondali**
- 23. Esempi di configurazioni tipiche di luci**

## **APPENDICI**

## Brevi cenni sulla storia dell'illuminotecnica

### Teatro Greco e Romano

Illuminazione naturale. Orari e disposizioni degli edifici studiati per sfruttare al meglio la luce naturale.

Ricerca di rudimentali "effetti speciali", la macchina per i lampi e gli specchi ustori. Si utilizzavano i bracieri sia per creare effetti che come semplice mezzo d'illuminazione d'insieme per gli spettacoli oltre il tramonto.

### Medioevo

Il teatro nel medioevo si è sviluppato prevalentemente nell'ambito del dramma sacro. Come contenuti e come luoghi. Si attinge quindi a caratteristiche dell'illuminazione proprie di una celebrazione liturgica. Utilizzando gli stessi simbolismi --> luce in avvento, buio in quaresima.

Candele, ceri, bracieri e fiaccole. Il fuoco aveva un'importanza vitale.

Gli effetti, spesso realizzati per generare apparizioni demoniache, consisteva in un largo utilizzo di "zolfo" e resine per generare fiammate ed esplosioni.

Si utilizzavano teloni per coprire i bracieri e passare al buio, tutto era giocato sul simbolismo luce=bene / buio=tenebra. Gli strumenti d'illuminazione seguivano principalmente questa filosofia.

### Rinascimento

La prima vera evoluzione. Le opere cominciano ad essere messe in scena in ambienti dedicati dotati di scenografie ed illuminazione studiata in funzione dell'opera.

Comincia ad intravedersi quella che sarà poi la visione attuale del Teatro. Uno spazio creato per ospitare in maniera stabile le performances degli attori e con dotazioni di base da impiegare negli allestimenti.

Dato che questi spazi erano solitamente creati da persone potenti e benestanti veniva introdotta la necessità di avere allestimenti e livelli di illuminazione di particolare effetto, per esaltare appunto le capacità del personaggio che aveva finanziato lo spettacolo. Per questo motivo spesso venivano assoldati famosi artisti e pittori per disegnare la forma e la disposizione dei bracieri, delle candele e delle lampade a olio.

Le tecniche di illuminazione si adeguavano anche all'evoluzione della scenografia, solitamente di tipo prospettico, che obbligava a studiare un'illuminazione che seguisse la profondità della scena e cominciasse a definire aree con una diversa quantità di luce. In questi primi esperimenti di illuminazione "pensata" vengono fuori problematiche di disposizione delle luci che sono ancora oggi molto attuali.

Le luci quindi cominciavano ad essere parte importante dello spettacolo, dovevano essere nascoste e collocate all'interno della scenografia, dovevano garantire un sicuro effetto... in sostanza si cominciava a pensare al lighting design.

Da qui la necessità di cominciare a gestire il colore dell'illuminazione --> Leonardo da Vinci sviluppò un particolare tipo di lampada costituita da un lume inserito in un'ampolla di vetro cava al centro per alloggiarlo. Nell'ampolla si versava dell'acqua precedentemente colorata con sostanze naturali. L'acqua era attraversata dalla luce che, di conseguenza, assumeva una colorazione e la trasmetteva sul palco.

## **Lo spettacolo barocco**

Nel barocco la preoccupazione principale era quella di creare spettacoli che sorprendessero e destassero meraviglia nel pubblico, a tal proposito nonostante non ci fossero stati miglioramenti tecnici degni di nota, l'illuminazione prendeva una parte molto importante che si realizzava soprattutto in un elevato numero di fonti di illuminazione.

L'unica nota di avanzamento tecnologico (si usavano ancora lumi a olio, candele e bracieri) era la ricerca di nuovi materiali riflettenti (cristalli, bronzi, specchi e metalli).

Cominciavano anche ad essere studiati congegni ad ingranaggi con lo scopo di oscurare gradualmente un'area del palcoscenico (sistemi di barattoli che con dei tiranti calavano sui lumi sino a spegnerli).

La disposizione delle luci assume una forma fissa che verrà poi utilizzata fino all'avvento dell'illuminazione elettrica.

- lumi e candele illuminavano l'arco di proscenio
- file di lumi erano poste su appositi sostegni lateralmente dietro le quinte
- alcuni lampadari pendevano sull'arco di proscenio e sul palcoscenico
- alcune lampade schermate (per non interferire con la visione del pubblico) illuminavano la ribalta

**Nota: l'evoluzione sociale e politica della società portò ad un oscuramento progressivo della sala con un conseguente aumento dell'importanza dell'illuminazione dedicata al palcoscenico.**

**Un'evoluzione tecnica verso la fine del '700: LAMPADA DI ARGAND (per evitare i rischi di incendio e le problematiche relative alla scarsa ossigenazione degli stoppini ed al conseguente generarsi di fumo)**

## L'800 e l'introduzione della luce a GAS

L'illuminazione a gas fu una delle maggiori innovazioni tecnologiche dell' '800, le strade delle città cominciarono ad essere illuminate con le lampade a gas, il teatro subito approfittò per cominciare una nuova fase dell'illuminotecnica teatrale.

I primi esperimenti riguardarono il tipo di luce (problematica attuale) che si otteneva con una lampada a gas, si cercarono vie (aumento del numero degli ugelli, sovrapposizione di fiamme, ecc..) per aumentare l'intensità e la qualità della luce.

La disposizione delle fonti illuminanti rimase simile a quella dei secoli precedenti, gradualmente i lampadari furono sostituiti da luci disposte su bilance sospese, rimasero le luci della ribalta e quelle delle quinte.

Eliminate le problematiche relative alla manutenzione e gli apparecchi meccanici utilizzati per oscurare e creare effetti speciali, l'attenzione passò alla qualità della luce..

Furono studiati metodi (prevalentemente involucri di vetro) per colorare le luci, l'intensità non era più un problema in quanto si lavorava facilmente sul rubinetto del gas. Si cominciarono a creare diverse file di lampade collegate ad uno stesso tubo ed ognuna avente un colore diverso (molto vicino a quello che si fa con i moderni mixer).

Sorsero altri problemi dovuti all'effetto generato dalla combustione dei gas, la nebbiolina che offuscava la vista agli spettatori, la ribalta fu per questo motivo completamente ridisegnata ed incassata prevedendo tubi di scarico per il gas combusto.

Le luci di quinta erano montate su supporti ad L con uno spazio per appoggiare i lumi (nel '700) e poi le lampade a gas, erano ottimali per creare velocemente effetti di buio (bastava) ruotarle sull'asse per farle scomparire dietro le quinte) in seguito al montante venne fissato direttamente il tubo del gas e con apposite valvole si manovrava l'intensità.

Le bilance furono forse l'innovazione maggiore nella disposizione delle luci, queste erano sospese in alto per tutta la lunghezza del palcoscenico, alimentate a gas come nel caso delle luci di quinta ma disposte naturalmente in orizzontale. Veniva colorata con stoffe.

La luce di sala rimase pressochè la stessa. La sala era ancora illuminata con un grande lampadario (naturalmente a gas).

Utilizzando tubazioni complesse si riuscì poi a convogliare tutte le valvole di regolazione delle vari luci in uno stesso posto (spesso vicino la buca del suggeritore) creando di fatto le prime configurazioni di banchi di controllo per le luci.

## La Luce Elettrica

L'introduzione della luce elettrica ha portato poi l'illuminotecnica teatrale al livello attuale, rivoluzionando le tecniche e lo spirito dell'illuminazione teatrale..

grazie anche alle dotazioni tecniche, alla maggiore facilità di ottenere luci intense, all'aumento della possibilità di convogliare la luce in determinati punti, di creare ombre, di gestire i movimenti e i colori..

.. si comincia a pensare alla luce come qualcosa di dinamico.. si comincia a parlare di differenza tra: **STAGE ILLUMINATION** e **STAGE LIGHTING**

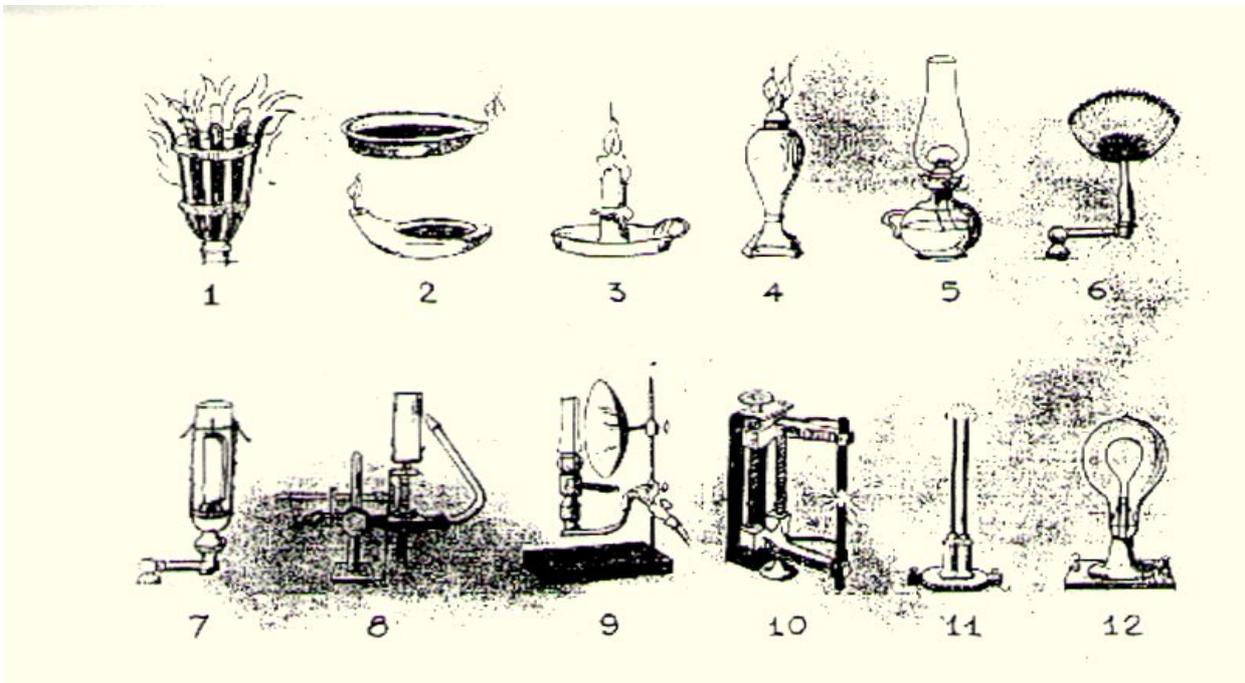
la prima definizione, **Stage illumination** e' praticamente relativa alla luce diffusa sul palco, che illumina, che rende l'atmosfera voluta ma che e' statica e difficilmente manipolabile.

Con **stage lighting** si introduce un nuovo modo di pensare, sulla scena le luci si muovono, cambiano colore e intensità, variano con l'andamento della scena.. diventano un mezzo espressivo.

Si comincia a parlare di **LUCE DIFFUSA, di OMBRE, di CONTROLUCE**, la proiezione di forme. Si introducono concetti importanti quali i fondali.

Si comincia anche a pensare alla luce come mezzo di supporto per l'espressività dell'attore.

## Evoluzione dei mezzi d'illuminazione



- 1) La forma più primitiva della sorgente di luce è stata la torcia; un paniere di ferro, serve da supporto alla legna in fiamme.
- 2) Lampada a olio a fiamma libera. Lampade di questa forma, risalgono da settemila a ottomila anni avanti Cristo.
- 3) La candela, succede alla lampada a olio; in teatro è corredata di uno schermo per proteggere la fiamma e mascherare lume e candela.
- 4) Lampada a canfora, a fiamma libera: si compone di uno o più stoppini, dentro un vaso contenente olio.
- 5) Lampada a cherosene, a stoppino regolabile, inventata in Francia nel 1783. Prima del suo uso, passeranno vari anni.
- 6) Il becco a gas a fiamma libera fu inventato nel 1782 e venne usato per primo in teatro.
- 7) La lampada a reticella a incandescenza, associata al becco a gas, venne inventata nel 1895 da Aver, austriaco. Ne derivò un progresso considerevole.
- 8) Un becco a calce, riscaldato fino a incandescenza mediante un cannello a fiamma ossidrica, venne impiegato per molti anni come proiettore.
- 9) Lampada ad acetilene; venne impiegata nelle sale di spettacolo (il becco di Sirius). Il corpo dell'apparecchio costituisce un sistema grazie al quale la miscela di acetilene viene portata a incandescenza.
- 10) Nel 1908 Sir Humphry Davy perfezionò l'arco elettrico o voltaico: nei quaranta anni seguenti venne utilizzato per il teatro, ma più tardi lo si sostituì con la lampada a calce.
- 11) La prima lampada ad arco posta in commercio, fu la candela di Jablochkoff composta di due bastoncini di carbone separato da un materiale isolante.
- 12) La prima lampada elettrica a incandescenza inventata da Edison nel 1879 a filamento di cotone carbonizzato.

## Comportamento della Luce naturale

Circa l'80% delle sensazioni fisiche dell'essere umano sono di natura ottica. La luce è un fenomeno fisico che presenta aspetti sia di natura ondulatoria che di natura corpuscolare\*. Secondo la teoria ondulatoria della luce, le radiazioni luminose si manifestano come onde elettromagnetiche emesse in quantità discrete o fotoni. Esse, come ogni altro moto ondulatorio, sono caratterizzate da tre grandezze fisiche:

### lunghezza d'onda ( $\lambda$ )

la distanza in nanometri (miliardesimi di metro) percorsa dall'onda durante un ciclo completo.

### frequenza ( $\nu$ ):

il numero di cicli completi compiuti dall'onda nell'unità di tempo;

### velocità ( $c$ ):

velocità di propagazione nel vuoto (circa 300.000 km/sec.)

Queste tre grandezze sono legate dalla relazione  $\nu = c / \lambda$  (Fig.1):

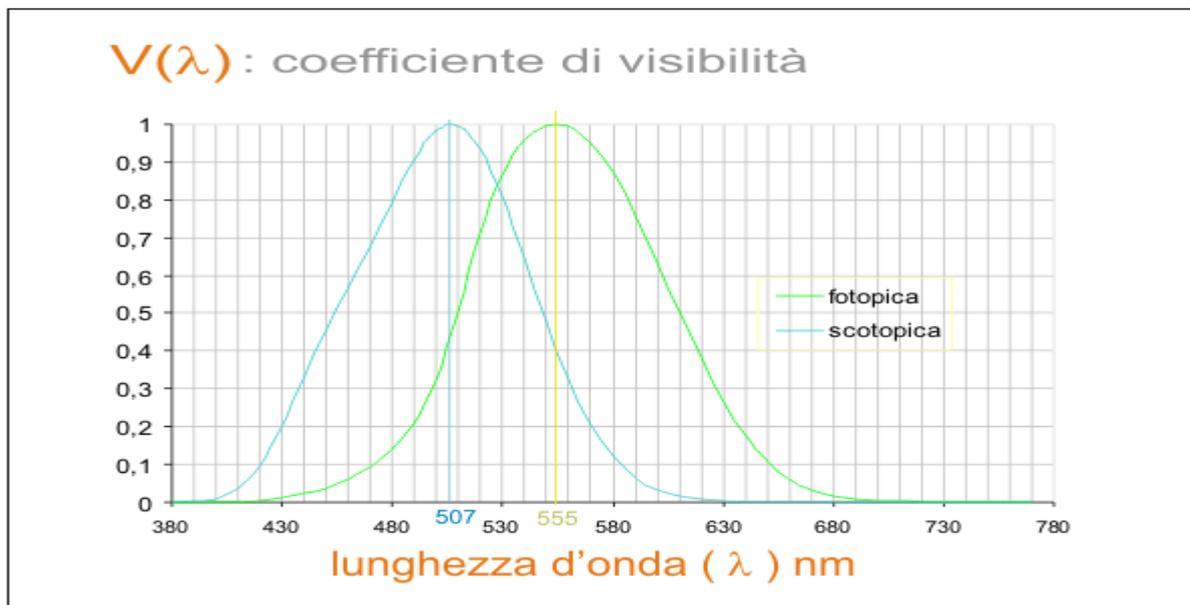


Fig. 1

*\*...“Oggi giorno si è arrivati a sostenere che la luce manifesta non solo le caratteristiche delle onde, ma anche quelle delle particelle. Benché questo suoni come una sfida al tradizionale modo di pensare, è stato dimostrato con veri e propri esperimenti (Compton, De Broglie n.d.a.). In realtà la luce ha due caratteristiche nettamente differenti: il suo effetto fotoelettrico può essere spiegato solo in base all'assunto che la luce sia composta*

*di particelle, ma l'effetto di interferenza esige che la luce sia fatta di onde. La duplice caratteristica della luce ha condotto allo sviluppo della teoria dei quanti.....In realtà, tuttavia, la teoria dei quanti suggerisce, secondo alcuni scienziati, che tutta la materia potrebbe, come il fotone, avere le proprietà sia delle particelle sia delle onde". Da "Vita-Mistero Prezioso" di D.Ikeda: ed. Sonzogno.*

Si definisce luce la sensazione visiva che viene prodotta sulla retina dell'occhio dall'insieme di lunghezze d'onda riflesse da un corpo, comprese tra i valori dello spettro visibile. Lo spettro, o campo delle onde elettromagnetiche percepibile dall'occhio umano, varia da 380 a 780 nanometri. Al di sotto di 380 nm si hanno i raggi ultravioletti; al di sopra di 780 nm ci sono i raggi infrarossi. Entrambe risultano invisibili. L'occhio umano raggiunge la massima sensibilità a circa 500 nanometri, che corrispondono alla gamma dei giallo-verdi. Una luce viene definita monocromatica se le onde elettromagnetiche aventi la stessa lunghezza d'onda rilevano un solo colore (es. lampade al sodio). La luce emessa dal sole o da una lampada ad incandescenza si dice policromatica, o bianca, perché in essa è contenuta tutta la gamma di lunghezze d'onda visibili. Un'emissione di luce bianca che attraversa un prisma viene scomposta nei colori dell'arcobaleno, che variano dal viola-blu attraverso il verde-giallo, all'arancione e rosso; essi si fondono impercettibilmente l'uno con l'altro con infinite gradazioni.

## **IL COLORE**

Per colore della luce si intende una percezione soggettiva strettamente legata alla lunghezza d'onda; tale sensazione dipende da diversi fattori come la composizione spettrale della radiazione luminosa e la capacità dell'occhio di discriminare diverse emissioni luminose. Un colore può essere definito attraverso le sue tre qualità, o tre costanti, che sono:

### **Tono cromatico**

la sensazione predominante di un colore (rosso, magenta, verde, ecc., avente una sua collocazione nello spettro), che non tiene conto di saturazione e luminosità;

### **Luminosità**

percezione di intensità luminosa o quantità di luce di un colore;

### **Saturazione**

(purezza, croma, intensità) caratteristica che determina la differenza di un colore a gradazione costante dal bianco. Un colore puro, non diluito, p. es. il rosso, ha un valore di saturazione del 100%.

Gli aspetti variabili di un colore sono principalmente:

### **Gradazione**

colore intermedio fra toni cromatici.

### **Tinta**

colore che si ottiene con l'aggiunta di luce bianca.

Data l'importanza del colore come caratteristica rilevante del nostro ambiente, la CIE (Commissione Internazionale dell'Illuminazione) ha definito un sistema di misurazione del colore che si basa sul metodo additivo del colore. Tramite il diagramma tricromatico si possono determinare esattamente sia lunghezza d'onda che la saturazione di qualsiasi colore. La miscelazione dei colori si ottiene con:

### **Metodo additivo (\*)**

Nonostante le molteplici variazioni dovute alla scomposizione di una luce bianca, è possibile ottenere una riproduzione del colore considerandola come composta dai tre colori fondamentali o primari Blu, Verde e Rosso. Le miscele di Blu e di Verde danno luogo alla gamma dei colori verde-blu; le miscele di Blu e di Rosso alla gamma dei viola-porpora, dal viola blu al rosso porpora; le miscele di Rosso e di Verde producono una gamma di colori dal giallo-verdastro al rosso-arancione. Stesse quantità di luce blu, verde e rossa producono luce bianca. Ciascun colore primario è complementare al suo opposto secondario (Blu+Giallo=Bianco). La miscela con colori primari è inefficace e richiede troppo consumo di luce, a meno che non sia richiesto proprio un colore primario.

### **Metodo sottrattivo (\*)**

Sovrapponendo a coppie i colori primari si ottengono i colori complementari, che sono:

**Giallo trasmissione di Verde e Rosso.**

**Blu-Verde trasmissione di Blu e Verde.**

**Magenta trasmissione di Blu e Rosso.**

Il colore desiderato si ottiene 'sottraendo' dalla luce bianca tutte le lunghezze d'onda tranne quella corrispondente al colore richiesto. (Se un oggetto verde viene illuminato da una luce bianca o verde, apparirà verde; una luce rossa che non contiene verde, farà apparire l'oggetto di colore nero). Le miscele che si ottengono combinando i tre colori complementari filtrano varie quantità delle tre sezioni dello spettro, riproducendo così un'ampia gamma di colori. Le miscele di Giallo e di Blu-Verde danno origine alla gamma dei verdi, dal giallo-verde al bluverde; le miscele di Giallo e di Magenta forniscono una varietà di rossi, dal giallo-arancione, attraverso il rosso scarlatto, al porpora rossastro. Blu-Verde e Magenta miscelati, producono una gamma di blu. Quando stesse quantità di luce Gialla, Blu-Verde e Magenta si sovrappongono, tutti gli altri colori vengono assorbiti con conseguente trasmissione di luce quasi nulla.

*(\*) Metodo additivo e sottrattivo e psicologia del colore sono trattate in maniera più approfondita nelle appendici*

## **La Temperatura di Colore**

In Fisica il fenomeno di scambio di energia, sia termica che luminosa, tra due corpi separati è chiamato irraggiamento. Tale energia è direttamente proporzionale alla temperatura. La distribuzione dell'energia irraggiante per tutto lo spettro (DES) determina il colore della luce, la resa di superfici colorate illuminate, la risposta cromatica di telecamere e pellicole cinematografiche. La relazione tra temperatura e colore si realizza prendendo in esame un corpo nero, cioè una sorgente luminosa teorica,

progressivamente riscaldata, in cui l'energia assorbita è eguale all'energia emessa. La temperatura di colore di una luce è la temperatura a cui bisogna portare un corpo nero affinché emetta una luce eguale a quella di una sorgente luminosa presa in esame. In sostanza la temperatura di colore definisce la tonalità della luce e si misura in gradi Kelvin (K): Zero K= -273 °C. Alcuni valori di temperatura di colore:

**Alba 1600 K**

**Sole a mezzogiorno 5500 K**

**Cielo coperto 6400-6900 K**

**Cielo sereno 12000-20000 K**

**Lampada 40W incad. 2800 K**

**Lampada alogena da 1000W 3200 K**

**Lampada fluorescente gen. 6500 K**

**Candela 1900 K**

La temperatura di colore descrive molto bene una lampada ad incandescenza, in quanto ha la DES molto simile a quella di un corpo nero. Le lampade al neon e le lampade a scarica hanno una DES diversa da quelle ad incandescenza, ma possono essere comunque classificate dalla loro temperatura di colore, che ne descrive comunque la tonalità.

Il valore Mired (microreciprocal degrees) serve a classificare un filtro di conversione (foglio di policarbonato che modifica la temperatura di colore di una sorgente luminosa). Si ottiene dividendo un milione per il valore in gradi Kelvin della sorgente luminosa (es. 106: 5000 K = 200 mired).

### **Indice di resa cromatica**

Una superficie appare colorata perché riflette la radiazione luminosa di quel colore, assorbendo nel contempo tutte le altre radiazioni dello spettro. È importante, per i costruttori di lampade, stabilire l'effetto visivo di una lampada che emetta tutti i colori dello spettro su una superficie colorata. L'indice di resa cromatica è il rapporto tra il valore della radiazione luminosa di una lampada presa in esame e il valore della radiazione luminosa della sorgente campione, avente la stessa temperatura di colore. In pratica si osservano otto colori standard definiti per tono, luminosità e saturazione, illuminati prima dalla sorgente che si vuole esaminare, poi dalle radiazioni di un corpo nero avente la sua stessa temperatura di colore. La differenza cromatica tra i due tipi di osservazione determina l'indice di resa cromatica. Assegnando il valore di 100 alla luce della sorgente campione, si dirà che una lampada ha

**un'ottima resa se Ra= 85@100;**

**buona se Ra= 70@85;**

**accettabile se Ra= 50@70.**

Non si possono comparare gli Ra di due sorgenti luminose di temperatura di colore diversa. Benché sia la temperatura di colore che l'indice di resa cromatica vengono definiti in termini di effetti "visivi", i valori usati per descrivere le lampade derivano invariabilmente da calcoli numerici basati sulla distribuzione dell'emissione luminosa in

tutto lo spettro, misurata per una sorgente luminosa.

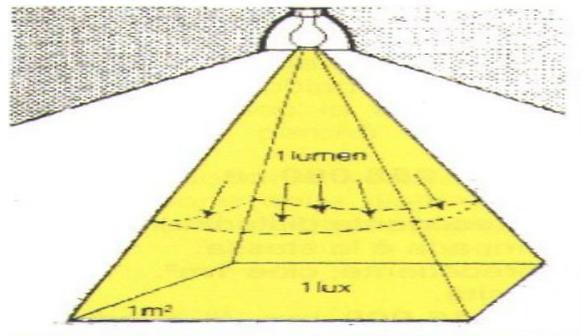
## Grandezze fotometriche

Sono quattro le grandezze fondamentali da conoscere;

- 1) **flusso luminoso:** unità di misura: lumen (lm), questa unità di misura indica la quantità di energia luminosa emessa nell'unità di tempo; un secondo da una sorgente. Per energia luminosa si intende, per convenzione, quella emessa nell'intervallo da 380 e 780 nanometri. Per le lampade, la normativa CIE, prevede che la misurazione del flusso luminoso emesso venga effettuata dopo 100 ore di funzionamento.
- 2) **Intensità luminosa:** unità di misura: candela (cd): indica la quantità di flusso luminoso emessa da una sorgente all'interno dell'angolo solido in direzione data. Una sorgente luminosa puntiforme emette radiazione della stessa intensità, in tutte le direzioni quindi il suo flusso luminoso si propaga uniformemente come generato dal centro di una sfera. Le sorgenti luminose artificiali, non emettono luce in modo uniforme, in tutte le direzioni dello spazio, il sistema pratico per visualizzare la distribuzione della luce emessa da una sorgente nello spazio consiste nel rappresentare le intensità luminose, come vettori applicati nel medesimo punto, come raggi uscenti dal centro di una sfera. I cataloghi degli apparecchi di illuminazione riportano spesso le curve fotometriche, ossia le sezioni del solido fotometrico, su due piani principali, ortogonali tra loro, intersecati per l'asse di simmetria e di rotazione. La conoscenza delle curve fotometriche è molto importante in quanto in base ad essa, è possibile verificare che l'apparecchio di illuminazione scelto, distribuisca la luce nel modo richiesto.
- 3) **Illuminamento:** unità di misura lux (lx): è il rapporto tra il flusso luminoso ricevuto da una superficie e l'area stessa. In altre parole indica la quantità di luce che colpisce un'unità di superficie.
- 4) **Luminanza:** unità di misura: candela mq (metro quadro) cd/mq: è il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una superficie in una data direzione, e l'area apparente di tale superficie. In pratica indica la sensazione di luminosità che si riceve da una sorgente luminosa primaria o secondaria. Si dice sorgente primaria, un corpo che emette direttamente radiazioni; si dice sorgente secondaria, un corpo che riflette le radiazioni emesse da una sorgente primaria. È importante aver ben chiaro la differenza esistente tra illuminamento e luminanza, se la prima grandezza indica la quantità di luce emessa da una sorgente che colpisce la superficie considerata, la seconda indica la sensazione di luminosità che riceviamo da questa superficie; vuol dire che su due superfici, una bianca e l'altra nera, possiamo avere lo stesso valore d'illuminamento, ad esempio 500 lux, ma la sensazione di luminosità ricevuta e quindi la luminanza sarà completamente differente in quanto quelle due superfici riflettono la luce in modo diverso.

GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SPIEGAZIONE ED APPLICAZIONE
Flusso energetico	Watt W	Energia radiante elettromagnetica, per lo più rappresentata suddivisa sullo spettro (a seconda della lunghezza d'onda)
Sensibilità visiva	Volt V	Definisce quali sezioni dello spettro (gamme di lunghezza d'onda) vengono percepite dall'occhio sotto forma di luce
Flusso luminoso	Lumen Lm	E' il flusso energetico percepito con la sensibilità visiva e rappresenta una delle più importanti proprietà delle lampade: per questa ragione viene sempre indicato nei listini dei fabbricanti di lampade
Efficienza luminosa	Lm/W	E' proporzionale al rendimento del processo di trasformazione della potenza elettrica assorbita in flusso luminoso ed è perciò uno stimolo continuo a sviluppare lampade con una maggiore efficienza luminosa e di conseguenza con un minor consumo d'energia
Intensità luminosa	Candela cd	Rappresenta la percentuale di flusso luminoso di una sorgente luminosa in una determinata direzione. Serve per calcolare la distribuzione della luce. Per lampade con riflettore incorporato con flusso luminoso a fascio è più pratica del flusso luminoso.
Illuminamento	Lux Lx	Rappresenta il flusso luminoso per m di superficie illuminata ( $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ ). Grazie alla sua estrema semplicità è il riferimento più usato nei progetti d'impianti di illuminazione.
Luminanza	cd/m	Rappresenta la luminosità di lampade ed oggetti illuminati come viene recepita dagli occhi ed è il riferimento più importante per una accurata progettazione di impianti di illuminazione per ambienti di lavoro dove è importante assicurare una ottima visione.

L'illuminamento di un LUX è dato dal flusso luminoso di un lumen che cade sull'area di un metro quadrato – grandezze illuminotecniche ed unità di misura



### Grandezza Unità di misura

Spiegazioni ed applicazione Flusso energetico Watt W Energia radiante elettromagnetica, per lo più rappresentata suddivisa sullo spettro (a seconda della lunghezza d'onda) Sensibilità visiva V Definisce quali sezioni dello spettro (gamme di lunghezza d'onda) vengono percepite dall'occhio sotto forma di luce Flusso luminoso lumen lm E' il flusso energetico percepito con la sensibilità visiva e rappresenta una delle più importanti proprietà delle lampade: per quest'ultima ragione viene sempre indicato nei listini dei fabbricanti di lampade Efficienza luminosa lm/W E' proporzionale al rendimento del processo di trasformazione della potenza elettrica assorbito in flusso luminoso, ed è perciò uno stimolo continuo a sviluppare lampade con una maggiore efficienza luminosa e di conseguenza con un minor consumo d'energia Intensità luminosa candela cd Rappresenta la percentuale di flusso luminoso di una sorgente luminosa in una determinata direzione. Serve per calcolare la distribuzione della luce. Per le lampade con riflettore incorporato con flusso luminoso a fascio è più pratica del flusso luminoso Illuminamento lux lx Rappresenta il flusso luminoso per m di una superficie illuminata ( $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ ). Grazie alla sua estrema semplicità è il riferimento più spesso usato nei progetti d'impianti d'illuminazione Luminanza cd/m Rappresenta la luminosità di lampade ed oggetti illuminati come viene recepita dagli occhi ed è il riferimento più importante per un accurata progettazione di impianti di illuminazione per

ambienti di lavoro dove è importante assicurare una visione ottima.

L'Illuminamento di un lux è dato dal flusso luminoso di un lumen che cade sull'area di un metro quadrato - grandezze illuminotecniche ed unità di misura.

### **Strumenti di misura**

I fotometri sono strumenti capaci di misurare le grandezze fotometriche più utilizzate. I luxmetri misurano i valori di illuminamento. I più comuni usano una fotocellula che genera una corrente elettrica proporzionale alla luce incidente; i valori di tale corrente sono rilevati da un amperometro, opportunamente tarato per leggere in lux. Per una buona misurazione, bisogna che la luce che si vuole leggere sia quasi perpendicolare alla fotocellula\*.

Esistono luxmetri che misurano simultaneamente la luce proveniente da più direzioni (taratura secondo la legge del coseno). La precisione stimata di uno strumento portatile nuovo varia dal 5 al 10 %; è consigliabile ritarare periodicamente lo strumento, se soggetto al calore, a vibrazioni, a umidità, ecc.

Gli esposimetri impiegati in fotografia sono tarati per letture in lux, per calcoli fotografici e secondo la legge del coseno, ma non sempre per la temperatura di colore. Infatti la lettura di questi strumenti non riguarda l'effetto della luce sull'occhio, ma la sensibilità fotografica. Un buon esposimetro che legge anche la temperatura di colore è il Weston # 756-9901002.

Ci sono due tipi di luminanziometri: uno misura la media della luminanza su una vasta zona (es. esposimetri per luce riflessa); l'altro tipo misura la luminanza di aree ristrette. Questi strumenti utilizzano rilevatori fotoelettrici e il valore della luminanza si può leggere direttamente dalla scala graduata dello strumento stesso (Spectra mod. 1815-SB-11:2)

***\*Un fascio di luce perpendicolare alla superficie da misurare, ha un valore di illuminamento superiore a quello di un fascio di luce inclinato (legge del coseno). Vedi grandezze fotometriche, equazione n°3.***

## Trasmissione della luce

Quando il flusso luminoso incontra una superficie opaca, traslucida o trasparente, una parte di luce viene riflessa, un'altra trasmessa e l'altra assorbita. Il fattore di riflessione di una superficie è il rapporto tra la quantità di luce riflessa e la quantità di luce incidente. Similmente, il fattore di trasmissione di un mezzo traslucido o trasparente è il rapporto tra la quantità di luce trasmessa attraverso il mezzo e la quantità di luce incidente su di esso.

### riflessione:

Avviene quando i raggi luminosi colpiscono una superficie. Si definisce: regolare: quando la superficie è speculare e l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione; diffusa: quando la superficie è opaca e la luce si distribuisce uniformemente in tutte le direzioni; mista: è una combinazione di riflessione regolare e diffusa; la luce si distribuisce in tutte le direzioni, con maggiore intensità nella direzione della riflessione regolare.

### trasmissione-rifrazione

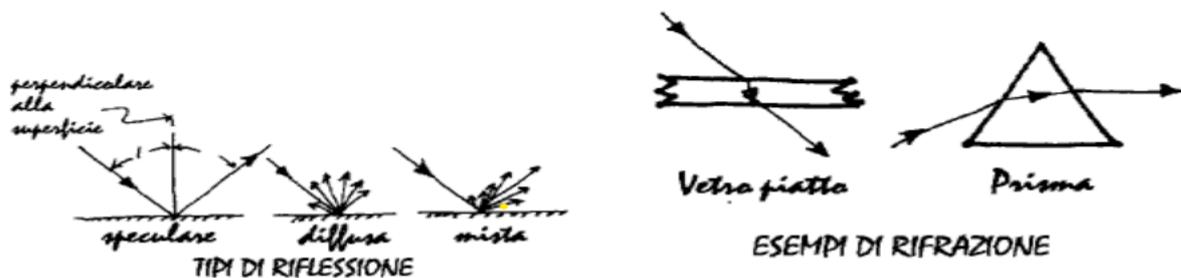
Un fascio di luce che incontra un prisma o un corpo trasparente, devia dal percorso iniziale. Nel caso del prisma, se la luce è policromatica, essa si scompone nei colori dell'iride. Il valore dell'angolo di deviazione dipende sostanzialmente da una proprietà del mezzo (indice di rifrazione) e dall'angolo di incidenza del raggio luminoso sulla superficie. **Vedi paragrafo Lenti.**

La trasmissione si definisce:

**diretta:** quando il mezzo (vetro, plastica) lascia passare gran parte del flusso luminoso

**diffusa:** quando la luce uscente dal mezzo si diffonde in tutte le direzioni (materiale traslucido)

**mista:** quando la luce si diffonde secondo una direzione privilegiata.



### assorbimento:

assorbimento La luce, a seconda del mezzo che incontra, viene in parte assorbita, in parte riflessa, trasmessa e rifratta. I raggi assorbiti si trasformano in energia termica.

## Lampade ad Incandescenza

Si definisce incandescenza l'emissione luminosa di oggetti per effetto del calore. Il passaggio di corrente elettrica attraverso il filamento di una lampada e la resistenza che

essa incontra, crea calore.

Se il filamento venisse riscaldato in presenza di aria si ossiderebbe rapidamente, ma se si crea il vuoto nella lampada il filamento non si "brucia". La quantità di luce prodotta dall'incandescenza aumenta proporzionalmente all'incremento di temperatura del filamento. Il tungsteno è il metallo che ha un alto punto di fusione; per questo motivo viene utilizzato per i filamenti.

L'aumento di temperatura del filamento provoca l'evaporazione di atomi di tungsteno e il conseguente assottigliamento di alcune parti del filamento; ciò causa il classico malfunzionamento delle lampade. Si può rallentare l'evaporazione del tungsteno con l'immissione nel bulbo di un gas che non reagisce chimicamente con esso; solitamente si utilizza una miscela di azoto e argo.

Una convenzionale lampada ad incandescenza è riempita fino a circa l' 80% di pressione atmosferica, che assume valori massimi con l'operatività a tensione normale.

### **lampade ad incandescenza con alogeni**

Le lampade alogene (quarzine, iodine) sono sostanzialmente uguali alle lampade ad incandescenza, per quanto riguarda il tipo di luce emessa. I filamenti di entrambe sono di tungsteno. Nelle lampade ad incandescenza il tungsteno evapora dal filamento e si deposita sulle pareti del bulbo. L'annerimento provocato da tali depositi produce un calo di flusso luminoso (talvolta fino al 60 %) e una variazione di temperatura di colore. Se al gas della lampada si aggiunge iodio, esso si combina col tungsteno evaporato; la nuova miscela torna al filamento e viene scomposta dall'elevata temperatura (circa 3000°C) in tungsteno e iodio; il primo si deposita sul filamento e il secondo può ritornare nuovamente nel ciclo.

La ripetizione di tali cicli mantiene pulite le pareti interne della lampada. Negli ultimi anni lo iodio è stato sostituito dal bromo.

Per mantenere il ciclo degli alogeni, la temperatura delle pareti della lampada dev'essere di circa 600° C, mentre la temperatura interna varia da 500°C a 1700°C, e non deve scendere al di sotto di 250° C. Le pareti interne della lampada si anneriscono quando la temperatura supera i valori fissati, con conseguente riduzione di emissione luminosa. Le pareti interne delle lampade sono di quarzo per potere sopportare temperature elevate.

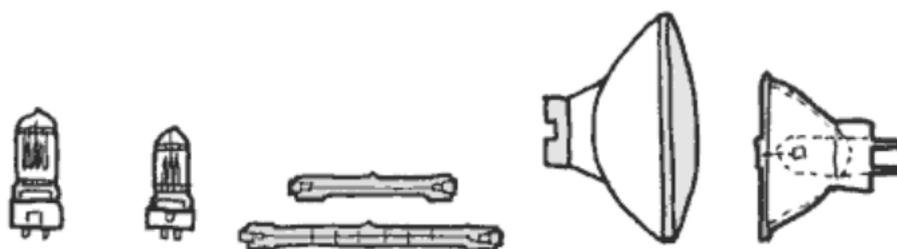
La progettazione di fari che utilizzano lampade alogene deve prevedere una particolare cura per il sistema di raffreddamento della lampada e dello zoccolo nel quale essa si innesta. Con l'avvento delle lampade alogene, di dimensioni molto ridotte rispetto alle lampade ad incandescenza, si è verificata la tendenza a ridurre drasticamente le dimensioni dei fari.

**lampade PAR** (parabolic Aluminised Reflector) Sono denominate anche lampade a flusso convogliato; rispetto alla normale lampada ad incandescenza che diffonde la luce onnidirezionalmente, le PAR concentrano l'emissione di luce in fasci variabili (narrow

spot, medium flood, wide flood) grazie alla particolare conformazione del bulbo e la specchiatura della faccia interna della parabola.

Lampade alogene con specchio incorporato e dicroiche Sono costituite da un bulbo in quarzo e da uno specchio riflettore sfaccettato di forma paraboloidale, al quale viene applicato un sottilissimo strato di argento (brillantezza) o d'oro (effetto "caldo"). Le lampade dicroiche (due colori), hanno uno specchio riflettore il cui particolare rivestimento funge da filtro per i raggi infrarossi, emettendone solo il 30%.

Grazie alle buone proprietà riflettenti e alla bassa dispersione di calore, vengono per lo più impiegati in piccoli spazi espositivi e in arredamento di interni.

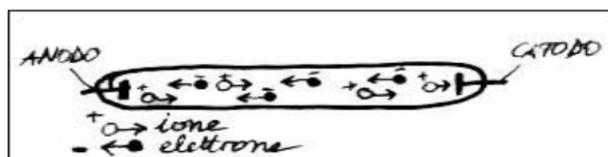


## LAMPADINE A SCARICA

In un tubo di vetro o di quarzo alle cui estremità sono applicati un anodo (+) e un catodo (-), viene creato il vuoto e vengono immessi gas o vapori metallici. Tra i due elettrodi si applica una tensione tale da provocare la scissione degli atomi del gas o del vapore metallico in ioni (+) ed elettroni (-).

I primi si spostano verso il catodo, i secondi verso l'anodo. Gli elettroni urtano continuamente contro gli atomi non scissi, provocando la dissociazione di altri elettroni; alcuni di questi seguono il flusso verso l'anodo, altri rientrano nell'orbita dell'atomo da cui si sono scissi; l'energia resa nel rientro provoca l'effetto della luminescenza.

Per facilitare l'urto delle particelle di gas (neon, argon, xenon) bisogna applicare la tensione di innesco per iniziare la scarica. Tale tensione supera certi valori imposti dalle caratteristiche dei gas e del tubo. Nella lampada innescata l'aumento di pressione fa innalzare eccessivamente i valori della corrente. Per evitare corti circuiti interni vengono impiegati dei reattori che hanno la funzione di attenuare il flusso della corrente e di stabilizzare i valori della tensione.



## **FLUORESCENTI**

Una volta creato il vuoto nel tubo di scarica, si immette una miscela di vapore di mercurio a bassa pressione e gas (cripton, argon, neon). Quando il tubo è alimentato il vapore di mercurio emette radiazioni ultraviolette, che vengono captate da polveri fluorescenti che rivestono le pareti interni del tubo di scarica.

Tali polveri trasformano le radiazioni UV in radiazioni visibili. Svariati tipi di rivestimenti al fosforo permettono di ottenere una vasta gamma di caratteristiche del colore. A seconda delle applicazioni cui queste lampade sono destinate, si possono ottenere bande spettrali da luce fredda diurna a luce calda. Esse sono largamente utilizzate per l'illuminazione di uffici, magazzini, scuole, laboratori e simili. La possibilità di attenuazione risulta problematica a causa di interferenze elettroniche, instabilità, carichi induttivi, ecc.

## **A VAPORI DI MERCURIO**

Questo tipo di lampada a scarica ad alta intensità viene principalmente impiegata per uso industriale e commerciale. La qualità del colore è limitata per l'assenza di lunghezze d'onda rosse e arancioni nelle lampade con bulbo esterno chiaro.

La qualità migliora nelle lampade con bulbo rivestito di fosforo, che fornisce lunghezze d'onda più ampie. Anche per le lampade a vapore di mercurio è necessario un dispositivo per l'innesco della scarica (accenditore all'interno della lampada); ci vogliono circa 4-5 minuti perché la lampada abbia la massima emissione luminosa; l'elevato costo è ammortizzabile grazie alla resa luminosa e alla durata; ci sono limitate possibilità riguardo la scelta della qualità del colore e restrizioni circa la capacità di attenuazione di emissione luminosa. **A VAPORI DI SODIO** Le lampade al sodio a bassa pressione emettono una luce monocromatica gialla; solitamente vengono impiegate per l'illuminazione stradale.

La recente introduzione di lampade al sodio ad alta pressione estende i campi di applicazione, in particolare per l'illuminazione esterna di edifici, monumenti, ecc., grazie alla migliore resa cromatica. Le lampade al sodio hanno un'elevata efficienza e una buona durata, per cui l'alto costo è facilmente ammortizzabile. È necessario un dispositivo ingombrante per l'innesco della scarica; l'accensione non è immediata: circa 10 minuti per la massima emissione luminosa; limitate capacità di attenuazione.

## **AD ALOGENURI METALLICI**

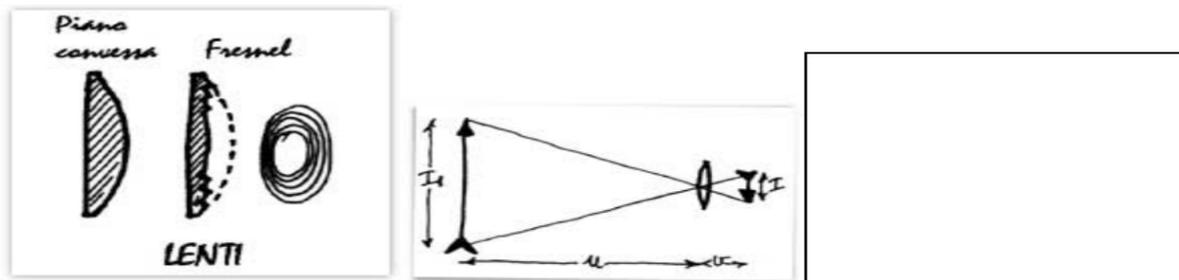
Meglio note come lampade HMI e MSR. In queste lampade a scarica l'arco è provocato da due elettrodi in ambiente di vapore di mercurio e ioduri metallici (gallio, tallio ecc.) Forniscono un'elevata luminosità ad una temperatura di colore che varia da 5500 K a 6500 K e una migliore resa cromatica delle lampade a vapori di mercurio, grazie all'aggiunta degli ioduri metallici; tuttavia necessitano di un iniettore ingombrante, raggiungono la massima efficienza dopo alcuni minuti; si possono riaccendere solo applicando un'elevata tensione di accensione. Creano problemi di sfarfallamento per le riprese cinematografiche. \*HMI = Hydrargirium (Hg)- Mid-arc- Iodide.

\*MSR= Middle Source Rare Earth

## ALLO XENON

Lampade a scarica estremamente compatte nelle quali l'arco si forma tra elettrodi di tungsteno in ambiente di gas xenon. Il colore della luce di queste lampade è equivalente a quello di un arco a carboni ad alta intensità. Molto indicate per proiettori di pellicole cinematografiche e di diapositive.

## LENTI ED OBIETTIVI



Una lente è un mezzo trasparente (vetro o plastica) limitato da due superfici curve (diottri) la cui forma fa deviare la luce che lo attraversa in una particolare direzione ed è capace di dare un'immagine luminosa di un oggetto (effetto della rifrazione della luce). L'immagine è reale se si trova dalla parte opposta dell'oggetto rispetto alla lente. Le lenti montate sui fari sono generalmente piano convesse (PC) e Fresnel.

Un fascio di raggi paralleli (equivalente a una sorgente luminosa posta a distanza infinita) che colpisce una lente, viene fatto convergere dalla lente stessa in un punto detto fuoco. La distanza dal fuoco al centro della lente si chiama distanza focale.

Una lente Fresnel e una lente PC con lo stesso raggio di curvatura, hanno eguale distanza focale; la lente Fresnel è però più sottile ed ha meno probabilità di rompersi a causa del calore della lampada. Entrambe le lenti possono proiettare un fascio luminoso compatto ad una certa distanza. Una lente PC emette fasci di luce aventi intensità uniforme e contorni definiti; il fascio prodotto da una lente Fresnel è più intenso al centro per degradare verso l'esterno della lente, cioè è più "morbido".

È utile, specialmente in fotografia, identificare una lente specificando la sua distanza focale. Quando una diapositiva o lastra di vetro viene proiettata da una lente su una superficie, l'immagine che si forma è più grande dell'immagine della diapositiva o lastra; tale fenomeno viene chiamato ingrandimento. Solitamente l'immagine è reale,  $u$  e  $v$  sono dello stesso segno,  $M < 0$  e l'immagine è capovolta.

$$M = \frac{I_1}{I} = \frac{u}{v}$$

Ingrandimento  $M$ , distanza focale della lente  $f$  e distanza dell'immagine  $u$  sono in relazione tra loro dalla equazione:

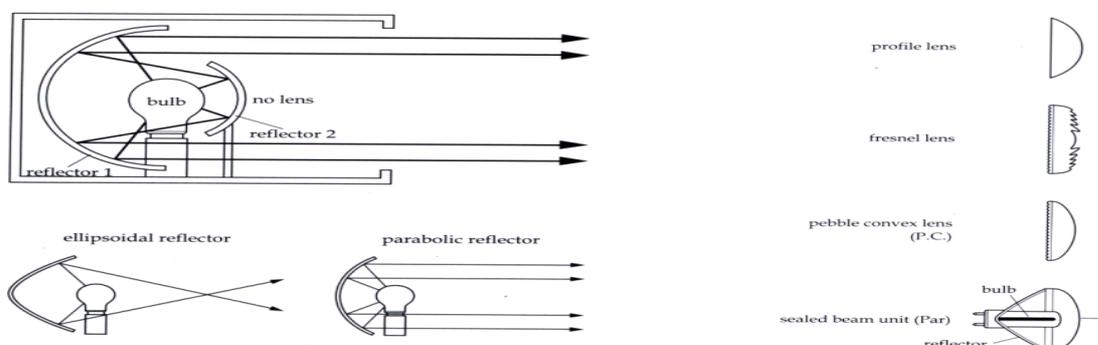
$$u = f (M+1)$$

Da ciò possiamo notare che se si vuole ingrandire l'immagine, mantenendo fissa la distanza, bisogna utilizzare una lente con (distanza) focale corta. Per mantenere costante la dimensione dell'immagine, dovendo proiettare a distanze maggiori, si utilizzerà una lente con (distanza) focale lunga. Data una certa focale, la dimensione dell'immagine aumenta coll'aumentare della distanza di proiezione. Un obiettivo è un sistema ottico composto da più lenti la cui funzione è quella di proiettare su una pellicola un'immagine reale; ci sono essenzialmente due tipi di obiettivi: a focale fissa e a focale variabile o zoom. Un obiettivo a focale fissa produce un'immagine di una certa dimensione per una distanza fissata. In pratica, se si vuole ingrandire l'immagine di un soggetto, bisogna avvicinare l'obiettivo ad esso o avvicinare il soggetto all'obiettivo. Tra gli obiettivi a focale fissa ricordiamo il teleobiettivo (focale lunga) e il grandangolo (focale corta). Lo zoom permette di variare a piacere la distanza focale e la dimensione dell'immagine, evitando spostamenti di obiettivo e soggetto.

Ovviamente ci sono per entrambe gli obiettivi vantaggi e svantaggi che riguardano soprattutto distorsioni dell'immagine, messa a fuoco e profondità di campo. È molto importante per il processo fotografico il controllo della quantità di luce che passa attraverso l'obiettivo. L'apertura di un obiettivo o  $f/\text{stop}$  (rapporto tra distanza focale e diametro della lente), è la capacità di un obiettivo di trasmettere luce alla pellicola. La designazione  $f/2.8$ ,  $f/5.6$ , ecc. in realtà definisce che tale rapporto  $f$  ha valore 2.8, 5.6 ecc. I valori più comuni di  $f/\text{stop}$  sono:  $f/1$ ;  $f/1.4$ ;  $f/2$ ;  $f/2.8$ ;  $f/4$ ;  $f/5.6$ ;  $f/8$ ;  $f/11$ ;  $f/16$ ;  $f/22$ ;  $f/32$ ;  $f/45$ . Ogni lente in questa serie trasmette metà luce della lente precedente; p.es.  $f/2.8$  trasmette metà luce di  $f/2$ .

## RIFLETTORI

Corpi illuminanti che sfruttano il fenomeno della riflessione della luce, composti da una lampada e da una calotta riflettente. Le superfici speculari possono essere di vetro argentato, di metallo (verniciato di bianco o lucido) o di materiale riflettente resistente al calore; le calotte riflettenti sono generalmente a forma ellissoidale, paraboloidale o emisferica; la luce della lampada viene riflessa in fasci luminosi stretti o larghi, a seconda del modello.

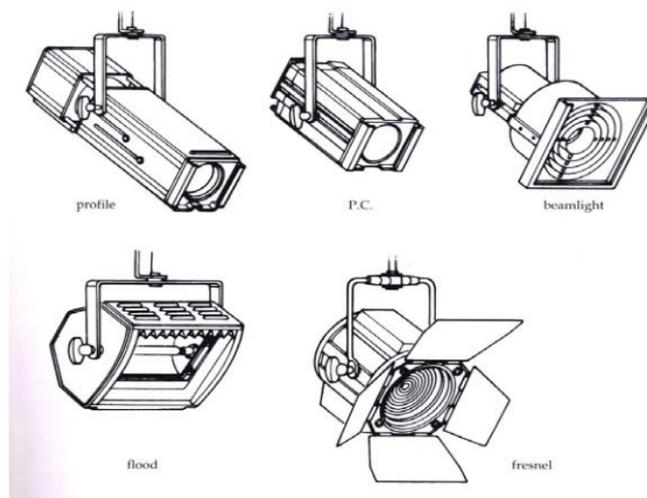


## PROIETTORI

Sono riflettori che convogliano i fasci luminosi in direzioni specifiche tramite un sistema

ottico costituito da specchio- lampada- lente.

In cinema,TV, fotografia e teatro si utilizzano principalmente diversi tipi di proiettori (o corpi illuminanti o fari), per soddisfare due tipi di illuminazione: generale diffusa e direzionale concentrata. Il lighting designer deve dapprima scegliere il tipo di faro, perché non esiste un proiettore multifunzionale capace di soddisfare tutte le esigenze; secondariamente deve selezionare il modello, decidendo in base alla potenza e all'ampiezza del fascio luminoso. Una regola pratica suggerisce che un faro da 500/600 Watt è quasi inefficace oltre i 6 metri; un faro da 1000 Watt rende fino a 14 metri; oltre tale distanza si adoperano i fari da 2000 - 5000 Watt.



## Proiettori a fascio variabile

### SAGOMATORI (profile)

Sono apparecchi che servono per proiettare precisamente zone di luce modellata (con contorni netti o morbidi) per effetti localizzati o per proiettare diapositive, lastrini di vetro, gobo (mascherini fotoincisi su acciaio che permettono alla luce di filtrare attraverso la zona fotoincisa, per proiettare varie forme come nuvole, finestre, foglie, ecc.).

L'ampiezza del fascio si controlla e si modella tramite quattro lame sagomatrici poste tra lampada e lente, o un diaframma. La qualità del contorno del fascio (netto o morbido) viene regolata dal movimento della lente (o delle due lenti, nel caso di zoom).

### FARI CON LENTE FRESNEL

Hanno una manopola che sposta un sistema specchio- lampada che serve a regolare l'ampiezza del fascio entro limiti specifici. Il modellamento del fascio si effettua tramite un paraluce rotante a due / quattro alette. Tali alette servono anche a mascherare la dispersione di luce morbida e diffusa, tipica di questo tipo di lente.

## **FARI CON LENTE PIANO-CONVESSA**

Sono simili ai fari con lente Fresnel per quanto riguarda la meccanica. La lente piano convessa emette una luce diffusa, ma molto meno morbida della lente Fresnel e con meno dispersione di luce.

## **SEGUIPERSONA**

Sfruttano il sistema ottico dei sagomatori e si utilizzano principalmente per isolare soggetti statici o per seguire soggetti mobili (cantanti, danzatrici/danzatori, ecc.) in una zona ristretta di luce. Date le dimensioni e il peso, i seguipersona sono bilanciati per poter fornire una prestazione accurata e continua. L'ampiezza del fascio luminoso viene regolata da un diaframma posto fra lampada e sistema ottico.

## **PROIETTORI PER EFFETTI SPECIALI**

I fondografi sono apparecchi muniti di lampade che variano da 2,5 a 5 Kw (anche HMI) e di lenti di buona qualità per produrre svariati effetti scenici (nuvole, pioggia, fiamme, ecc.) tramite lastrini di vetro temperato o di pellicola fotografica tra due lastrini. Un buon fondografo è il PANI BP 4 HMI.

È frequente l'utilizzo di proiettori di diapositive da 35 mm. muniti di lampada alogena a 24 V o allo xenon (Kodak Carousel/ Ektapro).

## **FARI MOTORIZZATI**

Proiettori dell'ultima generazione che sfruttano la tecnologia digitale per creare innumerevoli effetti. Un mixer invia istruzioni al computer interno del proiettore tramite segnali digitali; il computer distribuisce i segnali per i motorini elettrici che muovono lente, lampada, specchio ecc. del proiettore. Ci sono due sistemi operativi in commercio: uno utilizza il movimento del faro tramite un giogo rotante, l'altro sfrutta il movimento di uno specchio motorizzato, collegato all'esterno del faro. I sistemi a specchio rotante, perlopiù utilizzati nelle discoteche, nei concerti, nelle sfilate di moda, hanno all'interno una lampada a scarica MSR (da 400 a 1200watt); un diaframma varia l'ampiezza del fascio luminoso e una coppia di lenti piano convesse ne regola la messa a fuoco. I colori si ottengono tramite miscelazione sottrattiva di filtri CMY\* o ancora inserendo in un disco rotante un certo numero di filtri colorati.

L'attenuazione dell'intensità luminosa avviene meccanicamente. Tutte le operazioni richieste avvengono in tempo reale. I fari "a giogo rotante" sono dei proiettori che montano lenti PC o Fresnel; le lampade sono alogene (1200-5000 watt) o a scarica (MSR-HMI); la miscelazione dei colori avviene tramite un magazzino cambiacolori, da inserire nel porta-accessori del faro, che permette una scelta di una ventina di filtri colorati e due diverse velocità di scorrimento, oppure per mezzo di dischi interni, muniti di filtri dicroici. La regolazione dell'intensità luminosa avviene tramite dimmer. Le operazioni richieste sono poco meno veloci, ma più silenziose. Attualmente nessun faro motorizzato riesce a sagomare il fascio luminoso. \*CMY=Cyan-Magenta-Yellow \*RGB=Red-Blue-Green I filtri in questione sono di vetro resistente al calore.

## **Proiettori a fascio fisso**

## **DIFFUSORI**

Apparecchi singoli o a celle, muniti di lampada tubolare al quarzo e di parabola riflettente per una distribuzione simmetrica della luce (ribaltine, bilance). Per illuminare uniformemente grandi superfici di stoffa o plastica (fondali, ciclorama), si utilizzano i diffusori con distribuzione asimmetrica. L'ampiezza del fascio viene regolata dalla distanza tra diffusore e fondale da illuminare.

## **FARI A FASCI PARALLELI (PAR)**

I fari PAR sono "contenitori" di lampade PAR, le quali sono provviste di un sistema ottico interno; tali lampade emettono una luce intensa a fasci fissi quasi paralleli. C'è la possibilità di scegliere il tipo di lampada a seconda della potenza e dell'ampiezza (fissa) del fascio di luce.

## **PARABOLE**

Sono riflettori con parabola di alluminio anodizzato o altro materiale opaco, muniti di lampada Photoflood o Argaphoto (Osram) da 500 Watt. Molto indicate per spazi piccoli che richiedono una diffusione uniforme.

## **FARI**

I fari possono essere agganciati a un tubo di metallo tramite apposite staffe o ganci; possono essere fissati su stativi fissi o mobili di altezza variabile. I filtri o 'gelatine' sono fogli sottili di policarbonato traslucidi o trasparenti, resistenti al calore, che si mettono davanti a un proiettore per colorare la luce da esso emessa.

I filtri di conversione servono a modificare la temperatura di colore della luce (es. conversione da luce diurna a luce incandescente e viceversa). I filtri 'neutral density' attenuano l'intensità di luce senza alterarne la qualità. Il porta-filtro è un telaietto di metallo che serve a sostenere un filtro posto davanti a un faro. Esiste una gamma di colori primari, tinte, filtri di conversione (di temperatura di colore).

I filtri normalmente utilizzati sono prodotti dalle ditte Lee e Rosco. I filtri, i porta filtri, le alette paraluce ed altri accessori (gobo), servono a modificare la qualità del fascio luminoso (vedi sagomatori e fari). Alcuni accessori possono essere comandati a distanza elettronicamente: i gobo rotanti, i cambiacolori a più velocità di scorrimento (o di rotazione nel caso di ruote cambiacolori), le "louvres" o persiane, che servono ad attenuare la luce di un proiettore HMI.

L'intensità della luce emessa da una o più lampade può essere variata attraverso un sistema di controllo. Esso consiste di attenuatori o dimmers che, collegati a un mixer tramite cavi di segnale a bassa tensione, permette di bilanciare le luci di scena per

ottenere l'effetto desiderato. Con l'avvento dei dimmers elettronici controllabili a distanza, è stato possibile raggruppare in un mixer luci dalle dimensioni di un tavolo centinaia di attenuatori. I sistemi più semplici consistono di dimmers a 6 canali, 2 Kw per canale, collegabili a un mixer a 12 canali, con due o più preselezioni di scena effetti di una certa complessità.

Un'innovazione decisiva in termini di controllo di luci di scena, si è avuta con l'introduzione e lo sviluppo di sistemi computerizzati, che permettono di memorizzare i livelli di intensità di ogni scena e le dissolvenze temporizzate tra una scena e l'altra.

## **DIMMER**

I dimmer (lett. attenuatori, regolatori) sono dei dispositivi la cui funzione è quella di controllare la quantità di luce emessa da un corpo illuminante. I tipi più comuni di dimmer funzionano con semiconduttori SCR (silicon controlled rectifier). I dimmers, in particolare quelli controllati elettronicamente, rappresentano uno strumento vitale per il lighting designer. Negli anni '30 vennero introdotti i dimmer a reattanza, controllabili a distanza. Il costo iniziale e le spese di manutenzione erano così elevate che si dovette limitare il loro utilizzo.

Lo stesso problema si ripropose con i primi dimmers alimentati a corrente continua. Entrambe questi tipi di regolatori presentavano grosse difficoltà sia per l'ingombro che per la limitazione di regolare manualmente un numero esiguo di dimmers, per cui non si potevano effettuare effetti di una certa complessità. Con l'avvento di regolatori (con thyatron negli anni '40 e, più recentemente, con semiconduttori SCR) a prezzi più accessibili, è stato possibile controllare i dimmers da una consolle di regolazione avente le dimensioni di un tavolo.

## **LIGHTING DESIGN**

### **Proprietà controllabili della luce**

Per cominciare a conoscere la luce, si può partire dall'osservazione dei fenomeni naturali. In una giornata di sole vedremo che la luce proviene da una direzione ben precisa, e questo ci è data dal disegno delle ombre sul viso delle persone, o dall'ombra che le stesse proiettano al suolo. In una giornata nuvolosa potremo invece osservare che la luce è molto diffusa e indiretta; la quasi totale mancanza di ombre non ci permette di capire la direzione da cui proviene la luce. Questa è la prima divisione generale che possiamo fare:

- a) luce con una direzione specifica;**
- b) luce generale indiretta (diffusa).**

La luce che si produce artificialmente si colloca fra questi due estremi e può avvicinarsi all'uno o all'altro. In ogni caso, qualsiasi tipo di luce artificiale (come quella che useremo per l'illuminazione del palcoscenico), possiede delle caratteristiche che possono essere controllate o modificate da noi a seconda delle necessità: l'intensità, la distribuzione, il colore e il movimento.

**Intensità:**

L'intensità è data dalla qualità di luce presente. Si può andare dalla luce tenue di una candela, a quella intensa emessa da potenti proiettori. Su un palcoscenico la luminosità dipende dal numero delle sorgenti di luce impiegate, dalla loro potenza, dalla distanza dall'oggetto illuminato e da alcune variabili che possono introdurre, come l'uso di filtri colorati, l'utilizzo ad intensità ridotta degli apparecchi ecc. La luminosità può essere decisa in fase di progettazione scegliendo il numero e il tipo di apparecchi nonché la loro potenza (in base anche alla loro distanza dal palcoscenico), oppure può essere modificata direttamente sul palcoscenico per mezzo di appositi attenuatori (dimmer).

**Distribuzione:**

Per distribuzione si intende la direzione della luce, la sua forma e la sua qualità. La direzione di provenienza della luce determina l'angolazione con cui il raggio luminoso "colpisce" l'attore o un elemento scenografico. Dalla direzione dipende anche la posizione dell'ombra che si creerà e le sue dimensioni. La direzione di provenienza di solito viene progettata "a tavolino", e può essere modificata posizionando gli apparecchi illuminanti in una posizione del palcoscenico piuttosto che in un'altra. La forma della luce è data soprattutto dall'angolo di apertura del raggio luminoso emesso da un apparecchio. Quasi tutti i proiettori danno la possibilità di regolare, con una certa escursione, l'angolo del raggio prodotto. La forma poi può essere modificata per mezzo di alette esterne o di lamelle sagomatrici interne che "tagliano" la luce, modificando la forma circolare del normale raggio luminoso. Per qualità della luce si intende la sua concentrazione o la sua diffusione e il fatto, conseguente, di avere dei margini del raggio rispettivamente molto netti o molto sfumati. Queste caratteristiche possono essere decise scegliendo, fra gli apparecchi disponibili, quelli che emettono un tipo di luce piuttosto che l'altro.

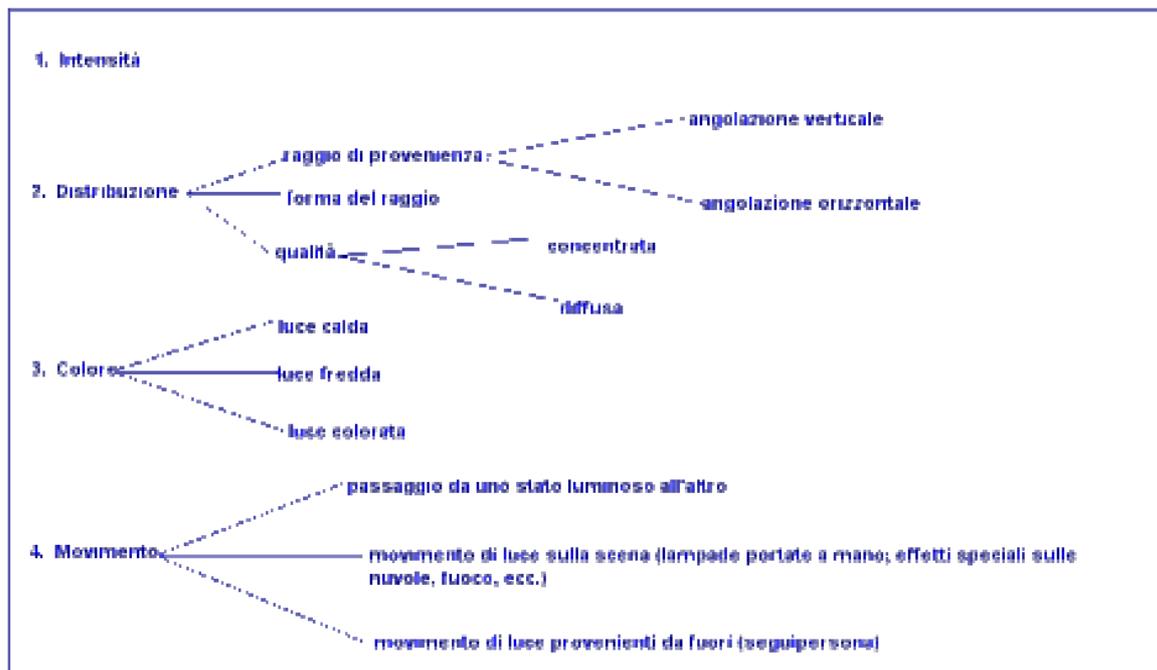
**Colore:**

Il colore è in parte determinabile già con la scelta degli apparecchi; in particolare, si possono utilizzare lampade che producono una luce più calda (tendente al giallo) o una luce più fredda (tendente all'azzurro). In seguito il colore della luce può essere modificato ponendo davanti agli apparecchi dei filtri colorati; in commercio ne esistono praticamente di ogni colore. Una cosa da tenere presente è che sul palcoscenico il colore generale è dato dalla somma del colore della luce che noi vi inviamo, più il colore della luce riflessa dagli oggetti presenti sulla scena.

**Movimento:**

Le caratteristiche precedenti: intensità, distribuzione e colore, vengono continuamente modificate durante uno spettacolo. In pratica ci si "muove" da uno stato luminoso all'altro, e ciò può avvenire più o meno velocemente, in un tempo da noi prestabilito. Ciò significa che una scena completamente buia può illuminarsi di colpo; un fondale con il cielo può passare dal colore blu al rosso di un tramonto in dieci minuti ecc. ecc. Oltre a questo ci può essere la luce "che si muove" sulla scena, come quella di candele o lampade portate a mano dagli attori, gli effetti speciali come il fuoco o le nuvole e il seguipersone. La combinazione di queste proprietà variabili e controllabili della luce

artificiale ci permette di produrre tutti i tipi di illuminazione possibile.



## Obiettivi dell'illuminazione

Per l'illuminazione di uno spazio scenico non esistono regole scientifiche sempre valide, ed ogni spettacolo si crea le sue ed ha un proprio stile. Si potrebbe addirittura dire che esistono tanti stili di illuminazione quanti sono gli spettacoli prodotti. Tuttavia, se ci chiediamo cosa può fare la luce per un qualsiasi spettacolo, o come possiamo agire con la luce e cooperare alla comunicazione teatrale, vediamo profilarsi alcuni compiti specificamente affidati alla luce. Questi sono: l'illuminazione (visibilità), la rivelazione delle forme, la guida selettiva della visione e la creazione di un'atmosfera. Sono quattro obiettivi che chi crea l'illuminazione deve sempre tenere presenti e che sono "trasversali", cioè sono validi per qualunque tipo di spettacolo avvenga su un palcoscenico e indipendentemente dal suo stile.

### visibilità

Il primo compito è ovviamente quello di fornire un'illuminazione tale da consentire una buona visibilità. Questo è importante soprattutto per il viso degli attori, che è il principale veicolo della comunicazione in teatro. Ma quanta luce ci vuole per raggiungere questo obiettivo? La luce è una quantità misurabile scientificamente, ma le misure fotometriche che altrove sono indispensabili (nel cinema o in televisione), su un palcoscenico non sono molto importanti. Qui, infatti, si fa affidamento alle capacità sensibili e percettive legate all'occhio umano, che è molto più versatile di una macchina da presa e della pellicola. Per questo motivo, in teatro non è tanto importante quanto è luminosa una data situazione, ma quanto appare luminosa. Ad esempio: una candela su un palcoscenico buio apparirà più luminosa del raggio di un proiettore da 1000 Watt su un palcoscenico illuminato a giorno, così come un'identica illuminazione sembrerà

sufficiente se applicata ad una scenografia o a dei costumi dai colori chiari, mentre sembrerà scarsa in uno spazio creato con colori molto scuri, dato che questi assorbono la luce anziché rifletterla come i primi. La quantità della luce necessaria varia anche a seconda della luminosità dello stato precedente, e questo a causa del meccanismo di adattamento tipico dell'occhio umano. Questo meccanismo fa sì che una scena appaia più luminosa di quel che è in valori assoluti, se a precederla è una scena scura (e viceversa). Ciò significa che gli stati luminosi di uno spettacolo andranno impostati non singolarmente ma uno in relazione all'altra.

Per quanto riguarda gli oggetti, bisogna dire che la quantità di luce che permette loro di essere visti chiaramente dipende da una serie di fattori: il colore, la forma, il materiale di cui sono fatti e le sue qualità riflettenti, le dimensioni e la distanza dall'osservatore. Da tutti questi elementi si può derivare una semplice regola generale: su un palcoscenico la luminosità è un valore relativo piuttosto che assoluto e, di conseguenza, la chiave per avere la giusta quantità di luce sta nel bilanciamento. Una nota conclusiva: quando c'è troppa luce o troppo poca per molto tempo, o quando si utilizzano troppi cambi rapidi e violenti d'intensità, l'occhio tende a stancarsi e l'osservatore a perdere l'attenzione.

## **Rivelazione delle forme**

In un teatro tradizionale il palcoscenico è incorniciato dal boccascena come fosse un quadro. Questa situazione tende ad esaltare le dimensioni della larghezza e dell'altezza e a nascondere la terza dimensione: quella della profondità.

Questa tendenza alla "piattezza" aumenta con l'aumentare delle dimensioni del teatro e della distanza dal palcoscenico.

Lo strumento più importante per la corretta rivelazione delle forme e per restituire la naturale tridimensionalità agli attori e allo spazio, è la luce.

Un'illuminazione errata, come quella completamente frontale, sarebbe in grado di appiattire qualsiasi scenografia e di rendere inutili tutti gli sforzi fatti da chi ha contribuito ad allestire lo spettacolo.

La tridimensionalità è fondamentale anche per il rapporto tra l'attore e la scenografia. Una luce che dia profondità, come quella di taglio o il controluce, serve dunque anche a "staccare" l'attore dalla scena.

La profondità e le forme possono essere rivelate scegliendo una corretta angolazione di provenienza della luce e questa, naturalmente, va studiata in fase di progettazione. Più avanti analizzeremo le singole angolazioni e le tecniche che vengono utilizzate per esaltare la tridimensionalità.

## **Selettività**

Nel cinema o in televisione il regista usa la macchina da presa per selezionare le parti di realtà che vuole che il pubblico veda e può deciderne l'ampiezza: da una panoramica sull'intero paesaggio ad un dettaglio del viso dell'attore.

In teatro invece il pubblico vede tutto "in campo lungo"; cioè ha sempre tutta l'area dell'azione nel suo campo visivo.

Uno dei compiti della luce è quello di guidare l'attenzione verso la zona del palco o l'attore più importante in un dato momento.

La cosa più immediata da fare sembrerebbe quella di illuminare selettivamente solo l'area che interessa, lasciando nel buio tutto lo spazio rimanente.

E' un espediente che alcuni spettacoli adottano ma è un mezzo estremo e non può funzionare quando si richiede un certo grado di realismo.

Un sistema comunque valido per guidare la visione è quello di bilanciare l'area selezionata ad un livello di luminosità leggermente superiore rispetto al resto del palcoscenico.

E' un metodo che si basa su un fattore psicologico; quello che l'occhio è sempre attirato dal punto più luminoso presente nel suo campo visivo, ed è sorprendente quanto un piccolo aumento di luce aiuti a spostare l'attenzione nella zona desiderata e senza che l'osservatore se ne renda conto.

Così, in una messa in scena realistica, ci possono essere numerosissimi cambi di bilanciamento che servono a guidare l'attenzione del pubblico inconsapevole verso le zone o gli attori via via più importanti. **MANCA UN RIFERIMENTO ALLE NUOVE TECNOLOGIE TIPO ROBOTICA E LUCE A LED**

Nel musical e nella danza si usa spesso il *segui persona*; è un mezzo molto evidente e invadente ma che ha lo stesso scopo: quello di agire come una freccia per indicare chi bisogna guardare in un dato momento. ????? (ha ancora senso questa distinzione?)

## Atmosfera

L'ultimo di questi obiettivi è anche il più affascinante; è quello di riuscire a influenzare lo stato emotivo del pubblico attraverso la creazione di un'atmosfera. L'atmosfera può agire a due livelli; ad un livello più superficiale serve a "raccontare" l'ambientazione, cioè, ad esempio, a dirci se siamo in un pomeriggio autunnale, in una mattina d'estate oppure di notte; se piove, nevica o c'è il sole. Ad un livello più profondo l'atmosfera dovrebbe comunicarci il clima emotivo di ciò che stiamo vedendo e la sua evoluzione durante lo spettacolo, provocando in noi il conseguente stato d'animo (apprensione, angoscia, gioia, ecc.). Per creare l'atmosfera e controllarla per mezzo della luce, ci sono principalmente tre metodi. Il primo è quello di bilanciare chiarore e oscurità, legati rispettivamente alla tranquillità e al mistero. Il secondo è quello di miscelare la luce calda e la luce fredda. La prima dà subito una sensazione di serenità e di gioia, ed è infatti la luce tradizionale della commedia; la luce fredda induce invece apprensione e un senso di tristezza. Naturalmente c'è poi tutta una gamma di tonalità intermedie. L'ultimo metodo si basa sul controllo del rapporto luce/ombra. Ombre naturali e morbide inducono tranquillità mentre un'immagine molto contrastata o l'esaltazione delle ombre comunicano inquietudine e angoscia (l'esempio tipico è quello dei film dell'orrore).

Gli obiettivi appena elencati naturalmente non sono indipendenti ma interagiscono uno con l'altro, dando luogo anche ad alcuni conflitti. Ad esempio: se si vuole ottenere un'atmosfera tramite un abbassamento di luce, ciò va a scapito della visibilità; la selezione di un'area ristretta su cui concentrare l'attenzione si ottiene nel modo migliore usando un solo proiettore, ma ciò può limitare la tridimensionalità; una luce studiata per la tridimensionalità talvolta porta ad un calo della visibilità del viso degli attori ecc. In pratica succede che la luce ideale per raggiungere un obiettivo spesso ostacola il raggiungimento degli altri. Così, un progetto procede normalmente in due fasi; nella

prima bisogna valutare quali degli obiettivi privilegiare, in base al tipo di spettacolo (prosa, danza, opera lirica, ecc.), al suo stile (naturalistico, surreale, astratto, ecc.) e alle indicazioni interpretative del regista. Nella seconda fase bisogna bilanciare attentamente i mezzi per raggiungere un compromesso che soddisfi più o meno i quattro obiettivi. Per concludere, bisogna ricordare che l'illuminazione di uno spettacolo non è un dato fisso; anzi, può essere vista come un fluido che invade il palcoscenico e che scorre dall'inizio alla fine seguendo l'andamento dello spettacolo. Gli stessi obiettivi (soprattutto selettività e atmosfera), cambiano dunque di momento in momento e vanno sempre seguiti.

## PRINCIPI GENERALI

I principi generali della realizzazione delle luci si possono applicare sia in teatro che in fotografia, cinema, TV, architettura, ecc. Si sceglie una sorgente di luce principale, le cui caratteristiche possano stabilire una base per il soggetto primario da illuminare. Solitamente ci si interessa dell'effetto della luce sul soggetto in primo piano (un attore/attrice, un prodotto, una scena costruita, un palco, una architettura...).

La zona in secondo piano viene illuminata separatamente da quella in primo piano, per ottenere facilmente un giusto equilibrio tra le due. Ad esempio, la luce principale può essere una sorgente luminosa intensa e direzionale che produce forti ombre, per creare l'effetto della luce del sole.

Nella terminologia cine-foto-televisiva, la luce primaria viene chiamata luce chiave (**key light**). Il passo successivo consiste nella scelta di una luce secondaria che funzioni da complemento alla luce primaria. Lo scopo è quello di aumentare l'effetto della luce primaria, compensandone i limiti. Questo tipo di luce si chiama anche luce di riempimento (**fill light**); in teatro può essere una zona "fredda" illuminata in modo che la luce "calda" predomini.

Tutti gli altri tipi di luce possono essere raggruppati insieme.

Il loro scopo è quello di focalizzare l'interesse su una zona ristretta; la varietà è infinita. In teatro, questa categoria di luci include tutto ciò che serve per illuminare una parte di scenografia, una parete, un fondale, fino alla più piccola fonte luminosa opportunamente filtrata, che simula la luce di una candela.

In cinema, foto e TV la categoria comprende luci per illuminare i dettagli o centri di interesse specifici, controluci per mettere in risalto le spalle e la testa di una persona, oppure un piccolo "spot" puntato sugli occhi del nostro soggetto, per dare l'effetto di luce puntiforme riflessa.

Le luci possono modificare sensibilmente il carattere di un volto: la luce dall'alto "spiritualizza" il soggetto e gli conferisce un aspetto solenne o angelico (soggetto religioso) o un'aria di freschezza. Le luci dal basso producono un senso di disagio, dando al soggetto un'aria di malvagità o di stranezza. Le luci laterali danno rilievo e solidità al volto del soggetto; possono anche indicare una personalità ambigua, simbolicamente

metà luce e metà ombra.

Le luci frontali sfuocano tutti i difetti, appiattiscono i rilievi, addolciscono il modellamento, rendono più gradevole il volto del soggetto, ma lo privano del carattere. Il controluce conferisce al soggetto una qualità eterea, idealizzandolo (l'aureola dei santi e l'aura dei medium). Questa è una descrizione generale dei vari effetti, comunque variabili a seconda del contesto.

### **È IMPORTANTE RICORDARE CHE:**

- *si sceglie un metodo di illuminazione ben definito per ottenere l'effetto desiderato;*
- *bisogna chiaramente conoscere i limiti imposti dagli strumenti;*
- *Il numero dei risultati possibili è limitato e dipende soprattutto dalla valutazione e dall'inventiva personale.*

Per qualsiasi produzione, il procedimento per un progetto luci è il medesimo. Esso consiste di tre fasi essenziali:

**DISCUSSIONE** con il committente (regista, coreografo, titolare di un negozio, stilista, ecc.) riguardo l'effetto che si vuole ottenere con le luci.

**ELABORAZIONE** di un'idea originale a seguito del colloquio e di un esame attento del "messaggio" che si vuole trasmettere (copione, libretto, commento musicale, appunti, ecc.).

**PROGETTO** vero e proprio in scala (solitamente 1:25 o 1:50), cioè pianta e sezione dello spazio che si vuole illuminare, compresi elementi scenografici e corpi illuminanti. Per il disegno tecnico ci si avvale di appositi mascherini (stencils) che riproducono i simboli dei vari corpi illuminanti. (INSERIRE RIFERIMENTO ALLE NUOVE TECNOLOGIE SOFTWARE PER IL DISEGNO 2D O 3D) Di questi ultimi si specificano: posizione, puntamento, filtro, spinamento (collegamento ad un determinato circuito del dimmer o ad un semplice quadro elettrico), note eventuali riguardo variazioni di quanto sopra. La realizzazione del progetto si svolge in due momenti ben definiti, anche se possono essere ravvicinati in breve sequenza:

**MONTAGGIO** dei corpi illuminanti con relativi accessori (alette paraluce, gobo, portafiltro) nelle posizioni stabilite; puntamento e spinamento.

**CREAZIONE** di situazioni, in gergo MEMORIE (Cue), che si susseguono in unità di spazio e tempo. In questa fase si fissa l'intensità di luce di ogni corpo illuminante e si stabilisce una temporizzazione per ogni intervento. Tutte queste sequenze vengono poi memorizzate e riprodotte esattamente in ogni momento tramite la consolle luci.

Deve essere chiaro che questi due momenti sono soggetti a continue variazioni e ritocchi, decisi insieme alla persona responsabile della produzione (regista, coreografo/a), tenendo comunque sempre conto dell'idea creativa originale.

Per la realizzazione del suo progetto, il lighting designer si avvale della collaborazione di tecnici luci, sia per il montaggio che per il controllo operativo del mixer luci; spesso una

sola persona progetta ed esegue manualmente le operazioni sopra descritte, specialmente quando si tratta di piccole produzioni.

Nell'ultimo decennio la tecnologia ha messo a disposizione del lighting designer nuovi strumenti come il raggio laser, le fibre ottiche e i fari motorizzati multieffetti, e proiettori a Led. Spesso molte produzioni utilizzano anche videoproiezioni su maxischermi o su fondali, o Led wall. Può essere istruttivo partecipare ad un importante .

### **LIGHTING DESIGN – tecniche di realizzazione**

Probabilmente il fattore più importante che differenzia il teatro da cine, foto e TV, è la distanza. Gli spettatori, in teatro, possono trovarsi a venti, quaranta metri dal palcoscenico; essi vedono l'intero quadro della scena, senza peraltro poter "zoomare" sul viso dell'attrice/ attore o cantante. Gli obiettivi cine-televisivi permettono invece di variare istantaneamente le visuali da grandangolo a primo piano e viceversa, comprese le visuali intermedie. L'ingrandimento di un volto su un grande schermo richiede che le luci e il trucco siano curati molto più attentamente di quanto si faccia in teatro, per potere soddisfare la scansione dettagliata della lente. In teatro l'occhio, a una certa distanza (oltre i venti metri), distingue un volto solo come una piccola parte del campo visivo.

**PUNTO DI VISTA** Teatro; generalmente uno solo: dal centro platea, ad eccezione dei teatri con proscenio a sbalzo. Cinema; generalmente solo un'angolazione della cinepresa alla volta; la disposizione delle luci viene cambiata per ogni ripresa. Tv; spesso diverse telecamere, due, quattro o più; piuttosto complicato per le luci quando la ripresa è continua.

**TECNICA** Teatro; gli strumenti sono semplici: una volta che l'equipaggiamento e i segnali sono stati fissati, difficilmente variano da uno spettacolo all'altro. Cinema; le caratteristiche delle varie cineprese e della pellicola aggiungono un certo grado di difficoltà, ma nel corso degli anni l'esperienza ha fornito formule per calcolare l'illuminazione, la sensibilità della pellicola, processi di sviluppo, ecc. Tv; un grado elevato di complessità tecnica: si incontrano un gran numero di variabili. L'esigenza dell'elettronica, il continuo cambiamento di visuale e l'interrelazione di queste componenti, richiedono costantemente delle variazioni per quanto riguarda l'equilibrio delle luci.

**CAMPO DI CONTRASTO APPARENTE** Teatro; l'occhio umano possiede un vasto campo dinamico, quindi può adattarsi facilmente a nuovi livelli di luminosità. Cinema; il negativo della pellicola è in grado di accettare un contrasto di 100:1, però bisogna tenere conto della stampa e dello sviluppo. Tv; il campo di contrasto accettato è approssimativamente

di 50:1.

## TEMPI DI LAVORAZIONE

**Teatro;** lunghi periodi per le prove, tempo sufficiente per revisioni e correzioni.

**Cinema;** tempi più ristretti: si provano le scene e si filmano, spesso senza sequenza finale. Possibili le ripetizioni delle riprese.

**Tv;** le limitazioni di tempo imposte dai costi e dalla disponibilità dei mezzi sono gravose. I cambiamenti sono veloci e continui, specie nelle riprese dal vivo.

AREA	KW/3200 Lux	KW/5400 Lux
50 m <sup>2</sup>	40	67
100 m <sup>2</sup>	80	134
500 m <sup>2</sup>	400	667

Nella tabella vengono riportati i valori di quantità di Kilowatt necessari per una illuminazione media per diverse aree di produzione. **3200 lux** è la quantità di luce necessaria per una telecamera a colori e per un palcoscenico tradizionale; **5400 lux** per uno studio cinematografico medio. I calcoli si riferiscono all'utilizzo di lampade alogene.

## LUCI PER TEATRO

Una buona illuminazione riempie la scena con una luce che rivela sia l'ambiente che gli attori e li modella in tre dimensioni. Tale luce creativa enfatizza o oscura ogni elemento in ogni istante e crea "l'aria" e l'atmosfera nello svolgersi della rappresentazione. Così pensava circa cento anni fa l'architetto svizzero Adolphe Appia. L'illuminazione di scena è una branca del teatro che ha sviluppato esperienze e abilità nell'utilizzare creativamente le luci per aiutare a raccontare una "storia teatrale".

## IL SISTEMA

Il "sistema" di illuminazione di scena venne sviluppato dal prof. Stanley McCandless nel 1923 in base all'esperienza degli scenografi Adolphe Appia e Edward Gordon Craig. Tale metodo prevede una suddivisione del palcoscenico in zone (minimo sei) e per ogni zona del palcoscenico due fari collegati a un dimmer. Questi fari sono posizionati idealmente a 45° secondo l'asse verticale rispetto alla zona interessata, e a 90° tra di loro. Tali angolazioni ottimali vengono difficilmente rispettate. Un lato della zona verrà illuminata con filtri "caldi" e l'altro con filtri "freddi".

I filtri color pastello, quando vengono miscelati, tendono al bianco al centro del soggetto e producono luci e ombre che danno l'impressione di profondità e rotondità, e una sensazione di dimensione visiva per le persone e gli oggetti in scena. Siccome sono molto rari i casi in cui una luce calda venga realisticamente solo da un lato del palcoscenico, la maggior parte dei lighting designers solitamente raddoppia il numero dei fari, per illuminare entrambe i lati di ogni zona con colori caldi e freddi. Il "sistema" prevede il raggruppamento di tre/quattro fari per ogni colore e per ogni dimmer; la condizione ideale sarebbe quella di utilizzare un faro per ogni dimmer ma, come già detto per l'angolazione dei fari, ciò non avviene quasi mai. Il numero di zone luci per uno spettacolo è determinato dalle scene e dallo spazio scenico utile.

Non c'è ragione di limitarsi a tre zone avanzate e tre arretrate (prima e seconda metà del palco). Un progetto luci non termina quando si sono illuminate adeguatamente le suddette zone; ci sono molti altri elementi che concorrono in un progetto luci quali, per esempio, i tempi di esecuzione degli effetti, una realizzazione grafica di tale progetto, la facilità di montaggio, la quantità di ore di prove luci, la quantità di personale e di materiale necessari al progetto, ecc.

### **FARI SPECIALI E GRUPPI DI FARI PER "PIAZZATI" DI COLORE**

I primi si utilizzano per dare un accento a zone o ad azioni sceniche particolari, per definire elementi scenici specifici e per accentuare la composizione visiva. I secondi vengono adoperati per creare una tonalità base di colore per una scena o per una zona di palcoscenico. Possono essere puntati in modo da "coprire" sia i soggetti che la scena. Molti piazzati sono formati da luci provenienti da ogni zona del palco o da luci designate per zone specifiche, solitamente provenienti dai lati della scena.

### **LUCI DI MODELLAMENTO O DI DEFINIZIONE**

Queste luci includono il controluce, le luci di taglio e le luci "a pioggia"; praticamente ogni luce che mette in rilievo il contorno del soggetto e lo fa stagliare da ciò che lo circonda. Siccome sia le luci frontali che le basi di colore appiattiscono visivamente i soggetti e la scena, il lighting designer si avvale delle luci di modellamento per ottenere contrasto, dimensionalità e sensazione emotiva.

**Controluce** Tecnica prevalentemente cinematografica e televisiva, ha la funzione di isolare il soggetto dalla scena e di dargli più dimensionalità. Questa tecnica prevede colori forti o saturi, per dare più carattere a una scena. Il controluce tradizionale è impraticabile quando si hanno scene con

plafoni, mentre può risultare molto efficace se filtra attraverso porte o finestre, per stabilire il periodo del giorno e la sensazione emotiva della scena.

**Luce di Taglio** Forse lo strumento più importante del lighting designer, ha la funzione di rivelare le forme e i contorni e di stabilire il periodo del giorno e il tempo atmosferico; la luce di taglio è essenziale per la danza classica e moderna, mentre ricopre un'importanza decisiva per ogni altra forma di spettacolo. Essa può provenire dalle torrette laterali, dai ballatoi, dagli estremi delle americane\*. Per la danza bisogna prevedere anche delle diagonali incrociate, sia in controluce che frontali. Solitamente i fari delle torrette laterali

vengono raggruppati, a seconda del colore, in un unico dimmer, allo stesso modo dei diffusori per ciclorama\*.

Controluce di Taglio È estremamente efficace perché illumina parzialmente il viso e mette in rilievo il contorno della testa e delle spalle. Per accentuare l'effetto di questa luce, sono consigliati colori “forti” e drammatici. Ideale per la danza. Luce Perpendicolare o “a pioggia” Luce tipicamente teatrale, ha la proprietà di distorcere il viso e il corpo, producendo lunghe ombre sotto gli occhi, naso e mento. Una luce intensa di questo tipo, aggiunta alla luce base di zona scenica, risulta molto efficace per scene drammatiche.

## **ILLUMINAZIONE DELLA SCENA**

Uno dei compiti più ardui per il lighting designer è quello di illuminare adeguatamente la scena, ovvero di presentarla così come lo scenografo/a desidera venga percepita e, nel contempo, di definire elementi naturalistici (tempo atmosferico, tempo cronologico); egli deve anche creare uno stato d'animo. La regola fondamentale consiste nel separare la luce dei personaggi e il loro raggio d'azione dalla luce della scena.

Ciò risulta difficoltoso in situazioni tipo “scena a scatola”, specialmente in teatri dove la posizione delle luci di sala è al di sotto di 45° rispetto al boccascena. In questo caso la luce tende ad accumularsi sulle pareti della scena, producendo righe nette e ombre. Per ovviare a questo inconveniente si attenuano i contorni del fascio luminoso, sfuocando i fari sagomatori o aggiungendo un filtro diffusore ai fari piano-convessi. Per lo stesso scopo sono molto versatili, per spazi ridotti, i diffusori a parabola muniti di lampada 'Photoflood' da 500 watt.

Le luci della zona scenica posteriore dovrebbero essere parzialmente puntate sulle pareti della scena per eliminare le ombre prodotte dai soggetti (attori / attrici, cantanti), per via delle luci frontali con angolazione inferiore ai 45° rispetto al piano verticale.

Queste operazioni vanno ripetute per tutte le pareti laterali, fino a che la scena non appare illuminata uniformemente. Per scene “a scatola”, che richiedono una leggera illuminazione, le difficoltà aumentano perché le pareti della “scatola” possono riflettere più luce che i volti dei soggetti, facendoli apparire più scuri per contrasto.

Maggiore è l'incremento di intensità delle luci frontali per ovviare al problema, peggiore è la situazione. Perciò si sfruttano le luci frontali ad una gradazione bassa, come se fossero luci di riempimento, mentre le luci di taglio e le luci a pioggia fungono da luce chiave. Un altro metodo per illuminare la scena consiste nell'uso dei gobos, da inserire nei sagomatori. Un classico impiego di un gobo è l'effetto di raggi di sole o di luna attraverso i rami e le foglie di alberi; nulla vieta però di inserire gobo con motivi astratti per spezzare la piattezza di un fondale o accentuare una parte di scenografia.

### **\*Americana luci:**

Stangone di legno o tubo di ferro/ alluminio al quale vengono fissati i fari tramite appositi ganci (staffe). Alcune americane di metallo hanno già inseriti dei bulloni distanziati tra loro che permettono di appendere i fari senza l'apposita staffa. La lunghezza di

un'americana luci e il numero dei fari ad essa agganciati varia a seconda dello spazio scenico e della scenografia (fondali compresi) che si vuole illuminare.

**\*Torretta luci:**

struttura metallica a forma di parallelepipedo entro la quale possono montare più fari in verticale. Solitamente usata per luci di taglio (laterali). Ve ne sono di varie altezze e dimensioni. Una torretta standard misura circa 2,5 m di altezza e ha una base di 70-[100]X70[100] cm. \*Ciclorama: vedi Illuminazione di fondali (nel prossimo numero)

**\*Ballatoio:**

corridoio che corre parallelamente ai muri laterali del palcoscenico, posto a una certa altezza da esso (min. 5 metri).

## **ILLUMINAZIONE DI FONDALI**

tradizionale è il "biglietto da visita" di una produzione, quindi è indispensabile che sia ben teso, senza grinze, senza macchie e assolutamente privo di luci spurie o indesiderate. Talvolta si utilizzano come fondali forme di materiali di vario tipo (plastica, fibra di vetro, polistirolo); in tal caso si considera il fondale come elemento scenografico.

Dall' illuminazione di un fondale, comunque, possiamo percepire il "feeling" della scena. Un esempio per tutti: un' alba o un tramonto. L'illuminazione di un fondale deve essere considerata a parte dall'illuminazione di zone sceniche e di scenografia tridimensionale.

Occasionalmente si utilizzano fari a lente Fresnel posizionati nelle prime due americane, o dietro il fondale. I diffusori sono decisamente più utilizzati per le caratteristiche già descritte. E' impossibile illuminare uniformemente un fondale con una sola batteria di diffusori; solitamente ce ne vogliono due montate su americana (una puntata verso la cima del fondale, l'altra verso la metà) e una batteria da terra puntata verso la parte bassa del fondale, per ottenere una copertura uniforme di tutta la superficie.

I filtri a bassa trasmissione (es. blu scuro) utilizzati per fondali e ciclorama richiedono un considerevole impiego di potenza in Watt. Se c'è spazio disponibile, si adoperano normalmente i diffusori asimmetrici per la parte superiore del fondale/ciclorama, ad una distanza di circa 2,5-3 metri da esso, mentre per la parte inferiore la distanza sarà di 1,5-2 metri dal fondale. Per illuminare uniformemente un fondale traslucido dipinto, si direziona la luce su uno schermo riflettente dietro al fondale traslucido.

Se non c'è uno schermo riflettente, si direziona la luce di un faro a fuoco variabile sulla parte di fondale interessata. Molti fondali sono formati da parti traslucide e da parti opache, come per esempio un paesaggio col cielo traslucido e con gli alberi opachi. In questi casi si impiegano sia la tecnica di illuminazione frontale che quella di illuminazione riflessa. Il tulle può essere considerato come un fondale "con dei buchi" e si usa perlopiù per creare un' atmosfera 'flou' o per rappresentare una situazione onirica o di 'flashback'.

Quando il tulle viene illuminato frontalmente, si comporta come un fondale normale, cioè risulta compatto; se si sagoma con la luce solo la zona retrostante senza lambire il tulle, si ottiene una "rarefazione" tale da produrre gli effetti sopra citati.

Il ciclorama (detto anche panorama) è un fondale di colore neutro che avvolge il fondo e i lati del palco; per una buona illuminazione di un ciclorama bisogna disporre di diffusori potenti e/o di fari con lente Fresnel posizionati ad una certa distanza dal ciclorama stesso.

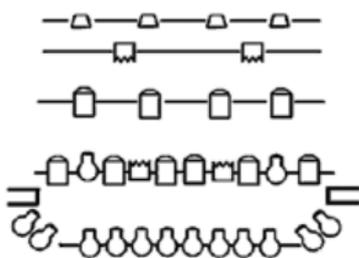
## CONFIGURAZIONI TIPICHE

### PROSA

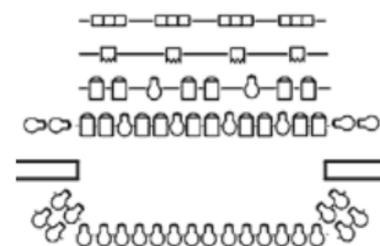
Lo schema base prevede sei sagomatori dalla sala, per dividere il proscenio in tre zone, con una coppia di fari per ogni zona. Similmente sei PC (piano convessi) montati sulla prima americana utile dietro il proscenio, svolgono la stessa funzione per le zone arretrate del palco, eventualmente con l'aggiunta di altri quattro PC. Si consigliano un paio di sagomatori per situazioni particolari, sia dalla sala che dalla prima americana, e un paio di fari Fresnel in prima americana per un piazzato colorato di "atmosfera".

I sagomatori laterali al proscenio servono per modellare gli attori, mentre una coppia di fari Fresnel in controluce aggiungono profondità al tutto (scena e attori). Per completare lo schema si prevedono diffusori per il fondale e alcuni fari per i tagli (luce da porte, finestre, ecc.), da 1 o 2 Kw, a seconda delle dimensioni del palco. Lo schema ampliato per la prosa prevede una suddivisione dello spazio scenico in un numero maggiore di zone e/o una "doppia copertura" di fari caldi e fari freddi.

Raddoppiando il numero di fari per zona dalla sala e dalla prima americana, si aumenta la possibilità di illuminare le zone con più piazzati colorati. Si possono invece avere più zone, e solo le più importanti con doppia copertura di caldi e freddi, oppure si può scegliere di utilizzare più fari "speciali". Un maggior numero di fari dà maggiore flessibilità.



Prosa Base



Prosa Ampliato

### MUSICAL

La configurazione base per musical deve soddisfare la giusta combinazione di situazioni:

quella fortemente colorata per gli interventi cantati (quando solitamente l'artista è illuminato da un seguipersona) con quella per la danza (luci di taglio) e per gli interventi recitati (luce neutra).

Il colore rende meglio se proviene dal controluce, dai tagli e dalle luci a pioggia. I proiettori frontali servono per la luce neutra.

Lateralmente al proscenio si utilizzano i sagomatori, di modo che il raggio non sporchi cieletti e fondalini\*.

Verso il fondo della scena e vicino al fondale, si usano i PC per via della dispersione contenuta del raggio. Lo schema utilizza gli stessi fari dello schema base per la prosa, ma arrangiati diversamente.

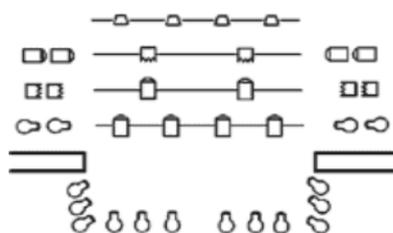
Lo schema ampliato per il musical richiede più luce di taglio e maggiore intensità di colore, che

29

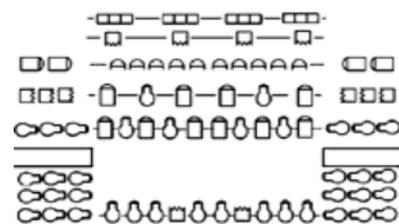
si ottiene dai fari PAR sistemati in terza americana. I sagomatori in aggiunta nelle prime due americane servono per situazioni speciali e/o proiezioni con gobo, ecc. Una coppia di fari Fresnel dalla sala sono utili per il sipario e per eventuali fondalini.

\* Fondalini- Fondali secondari.

\*Cieletti- Lembi di stoffa che servono a mascherare americaneluci, stangoni o quant' altro.



Musical Base



Musical Ampliato

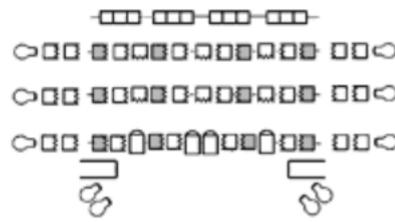
## DANZA

Nello schema riportato, si deve soddisfare la richiesta predominante della luce di taglio per modellare i corpi delle danzatrici / danzatori. Per questa ragione i fari sulle americane saranno puntati parallelamente alle quinte, con la possibilità di almeno due piazzati colorati.

Si consiglia una luce 'a pioggia' con filtri blu; i fari delle torrette laterali devono essere facilmente accessibili per frequenti cambi di colore. I sagomatori servono per proiezioni di gobo; bisogna prevedere alcuni fari per situazioni particolari; dalla sala solo sagomatori laterali. I diffusori a celle per il fondale completano lo schema base.

Le configurazioni sopra descritte danno solo una indicazione su moduli convenzionali; è

chiaro che il lighting designer ha piena libertà di modificare l'una o l'altra configurazione, purchè siano rispettate funzione e qualità della luce.



Danza

## OPERA

Quanto detto per una configurazione per grande musical vale, grosso modo, per l'opera. In un'opera tipica dove si muovono i cantanti, le masse artistiche, i figuranti e/o il balletto, le dimensioni dello spazio scenico, delle scene e dei fondali sono direttamente proporzionali alla quantità di persone presenti sulla scena. Di conseguenza bisogna pensare "in grande" anche per le luci.

## ALTRE SITUAZIONI

I concerti sinfonici richiedono un'illuminazione uniforme e morbida sui musicisti affinché possano leggere lo spartito; la camera acustica, che funge anche da fondale, va illuminata a parte; sono decisamente sconsigliati effetti di luce in rapida sequenza sui musicisti.

Le sfilate di moda generalmente si svolgono entro una struttura formata da un palco e di una passerella a T. Gli effetti luce (di ogni tipo) si eseguono nella prima fase della sfilata, sul palco. La sfilata vera e propria sulla passerella a T prevede una forte illuminazione uniforme per una buona visibilità.

Pertanto i fari più usati sono le quarzine da 1000/2000 Watt (tipo Ianiro o Arriflex). In breve, ogni evento in spazi chiusi o all'aperto (illuminazione di palazzi storici, di monumenti, illuminazione di interni, vetrine, conferenze, ecc.) ha delle esigenze particolari che si rifanno comunque ai principi generali già descritti.

Un capitolo a parte riguarda i concerti di musica rock/ jazz o eventi simili. La fantasia del lighting designer, supportata da una tecnologia avanzata, può raggiungere livelli creativi molto interessanti. Una giusta combinazione di musica e luci (udito e vista) è la chiave di un evento ben riuscito.

## FOTOGRAFIA

La classica configurazione dei tre punti luce è la base dell'illuminazione per la fotografia. Dall'evoluzione di questo sistema sono derivati i metodi di illuminazione per il cinema e per la televisione.

**La luce chiave (key-light):** è la sorgente principale di illuminazione; la sua caratteristica è quella di illuminare il soggetto o la zona di interesse con una luce "dura", es. la luce del

sole. In una situazione convenzionale, questa luce corrisponde a un faro posizionato entro un'angolazione di  $45^\circ$  a destra o a sinistra della macchina fotografica in senso orizzontale, e non oltre  $45^\circ$  sul piano verticale. Il fotografo interpreta il soggetto in base alle caratteristiche di questo tipo di luce e alla scelta della posizione della luce chiave.

**La luce di riempimento (fill-light):** è la sorgente di luce secondaria la cui caratteristica è quella di diffondere una luce “morbida”, per riempire le zone d'ombra create dalla luce chiave; inoltre ha la funzione di abbassare il campo di contrasto, per permettere l'esposizione sulla pellicola delle zone d'ombra. La luce di riempimento viene solitamente posizionata dalla parte opposta della luce chiave e sullo stesso piano della macchina fotografica. A seconda del contrasto o della profondità di campo desiderati, la quantità della luce di riempimento sarà uguale a quella della luce chiave (poco contrasto, poca profondità di campo) o sarà nulla (massimo contrasto, massima profondità di campo). Il rapporto convenzionale tra luce secondaria e luce primaria è di 1:4.

La terza sorgente luminosa è il **controluce**, la cui funzione è quella di separare il soggetto dal fondo, creando così l'illusione della terza dimensione. Solitamente si tratta di un faro posizionato in modo da non abbagliare la fotocamera. L'angolazione è circa  $45^\circ$  in verticale, tranne che per effetti speciali, e lungo l'asse orizzontale della macchina fotografica. Grazie alla sua angolazione, il controluce non influisce più di tanto sull'esposizione: i valori di intensità sono circa quelli della luce chiave.

Quando il soggetto è sovra/sotto esposto, solitamente si agisce sul diaframma; in seguito si attenua o si aumenta la luminosità del faro che provoca tale effetto.

L'apparenza, però, inganna. Se, per esempio, si ha una luce eccessiva sul fondale rispetto al soggetto, questi apparirà sottoesposto. Bisogna quindi trovare la giusta esposizione per il soggetto e ridurre le zone sovraesposte.

Per grandi aperture di diaframma ( $f/2$ ) la macchina accetta livelli di luce bassi, ma la profondità di campo è minima; per piccole aperture di diaframma ( $f/16$ ) la profondità di campo è sensibilmente maggiore, ma ci vuole un'intensità di luce maggiore. Se chiudiamo il diaframma da, per esempio,  $f/4$  a  $f/8$ , bisogna aumentare di quattro volte il livello di luce per mantenere la stessa esposizione.

## TELEVISIONE

Nello schema a destra viene illustrata una tipica pianta luci di uno studio per notiziari televisivi. Rispetto alla configurazione dello schema a sinistra, sono stati aggiunti dei fari utilizzati per illuminare lo sfondo e/o eventuali elementi scenici. Per attenuare il contrasto in una scena e fornire un'illuminazione generale, nel caso vengano impiegate più telecamere, si aggiungono delle luci (fill 2) per rinforzare e/o sostituire la luce di riempimento.

Solitamente queste luci provengono dall'alto (griglia) per evitare intoppi al movimento delle telecamere. Per bilanciare l'effetto della luce primaria, si può utilizzare una luce chiave supplementare nel caso in cui il soggetto venga ripreso da una seconda telecamera. L'intensità di questa luce deve essere accuratamente controllata, per non rovinare le caratteristiche di modellamento della luce primaria.

La quantità di luce necessaria per illuminare il volto del soggetto è di circa 2700 lux; la temperatura di colore ha un valore di 3200 K. Per le altre zone dello studio saranno sufficienti dai 1100 ai 2200 lux, con una temperatura di colore tra 2800 e 3200 K. Tali valori forniscono un'accettabile tolleranza per un'illuminazione generale. Non sono accettati bruschi cambiamenti di livello di illuminazione e di temperatura di colore in nessuna zona dello studio. Il rapporto tra luce frontale e controluce è 1:1. Sia per la luce chiave che per il controluce, si possono utilizzare fari con lente Fresnel oppure fari senza lente, opportunamente più ravvicinati al soggetto. La posizione ravvicinata compensa la differenza di qualità di luce o di caratteristiche del raggio luminoso.

Il proiettore per lo sfondo o per elementi scenici può essere di dimensioni relativamente piccole; deve però produrre un raggio ampio e uniforme per illuminare correttamente lo sfondo; nessun oggetto deve frapporsi tra il corpo illuminante e lo sfondo, onde evitare ombre indesiderate.

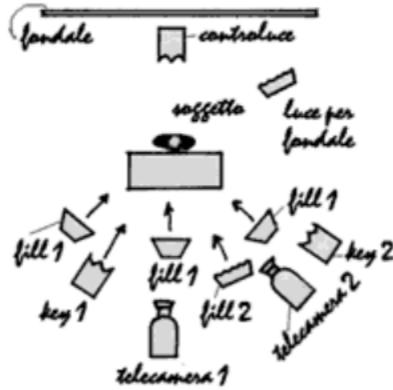
Si può ottenere una luce più morbida inserendo un filtro diffusore davanti ai fari suddetti. L'illuminazione necessaria per riprese TV di eventi sportivi è di 1100-3000 lux, sia per interni che per esterni. Tuttavia bisogna considerare che, laddove la distanza della telecamera dall'area di gioco è considerevole, l'operatore TV utilizzerà uno zoom per i primi piani. In tal caso, la luce per la telecamera subirà un sensibile incremento per una migliore resa dell'immagine.

È buona norma che la differenza tra il livello di illuminazione più basso e quello più alto dell'area di gioco non superi la percentuale del 5% ogni 3 metri. La maggior parte degli eventi sportivi inizia con la luce diurna, per terminare di notte sotto la luce artificiale.

Le sorgenti luminose che forniscono una temperatura di colore intorno a 5000 K (lampade ad alogenuro metallici, ecc.), colmano il divario che si viene a creare passando dalla luce diurna alla luce crepuscolare (6000-4500K), evitando così all'operatore il problema di ribilanciare la temperatura di colore. Per le riprese di eventi sportivi valgono le regole di illuminazione uniforme, minimizzazione dei riflessi, nessuna variazione di luminosità e di posizione dei fari durante l'evento sportivo. Per le telecamere a colori, il rapporto segnale- rumore (S/N), misurato in decibel (dB), stabilisce un livello minimo di illuminazione necessaria per la ripresa televisiva.

Solitamente, per una qualità accettabile dell'immagine, sono necessari 40-45 dB. Nella tabella in basso sono riportati i valori relativi ad apertura dell'obiettivo e illuminamento.

Esposizione		f/stop - lux			
	f/2	f/2,8	f/4	f/5,6	f/8
1/50 sec.	325	650	1300	2600	5200
1/100 sec.	650	1300	2600	5200	10400



SCHEMA BASE PER NOTIZIARIO TV

## Appendici

### Appendice I - La luce e la percezione visiva -

#### Nota introduttiva

Che cosa è la luce? Come arriva a noi e come la percepiamo? Ci siamo posti spesso questa domanda noi che viviamo di luce e lavoriamo con essa. Troppo spesso tralasciamo la possibilità di conoscere e di sapere con quale materia stiamo lavorando, un po' per negligenza ma anche perché non abbiamo molti strumenti didattici per "capire la luce".

Bene, non è mai troppo tardi: da questo numero di Sound&lite inizieremo ad occuparci di tematiche inerenti alle discipline della luce, e senza troppa enfasi vorremmo che questi articoli diventassero un punto di riferimento per chi vuole saperne di più, per chi vuole che la "luce" oltre ad essere una forma di energia e di materia, sia un valore culturale con svariate possibilità di applicazione ai modi di essere dell'uomo. Luce come comunicazione, in qualche modo linguaggio: "fare luce" non significa far scomparire il buio, al contrario vuol dire oggi aggiungere alla realtà che ci circonda nuove valenze qualitative, come capacità di trasmettere i valori dell'emozione e dell'espressione. Quindi il conoscere fa sì che la luce non sia soltanto una funzione, ma elemento fondamentale nel processo e nel metodo della sua elaborazione progettuale.

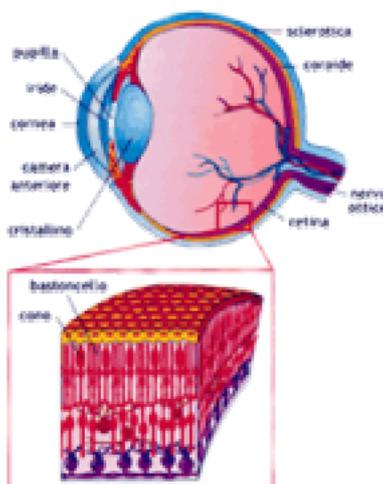


Fig. 1

#### La percezione visiva

La luce è un fenomeno fisico di natura energetica. La propagazione avviene sotto forma di radiazioni, una teoria scientifica - la teoria ondulatoria della luce - interpreta queste radiazioni come "onde elettromagnetiche", un alternarsi ciclico di campi elettrici e magnetici concatenati, generati da rapidissime oscillazioni di cariche elettriche variabili in intensità. Un fascio di luce è composto da un insieme di onde elettromagnetiche

trasversali rispetto alla direzione di propagazione.

Assunta come fenomeno di tipo ondulatorio, la radiazione elettromagnetica è caratterizzata da due grandezze fisiche: "la lunghezza d'onda" e la "frequenza". La lunghezza d'onda è la distanza, espressa in nanometri, percorsa dall'onda durante un ciclo completo di oscillazione. Il nanometro è un sottomultiplo del metro: 1 nanometro (nm) equivale a un miliardesimo di metro. La frequenza è il numero di cicli completi di oscillazione che avvengono in ogni secondo. Si esprime in hertz(Hz): 1 hertz equivale a 1 ciclo al secondo. L'insieme delle radiazioni conosciute è rappresentato nello spettro elettromagnetico.

Le radiazioni che l'organo visivo dell'uomo è in grado di ricevere e di tradurre in impulsi nervosi occupano solo una piccola parte dello spettro, da 380 nm (limite dell'ultravioletto) a 780 nm (limite dell'infrarosso), quindi definiamo "luce" la sensazione prodotta dalle radiazioni comprese tra questi valori estremi di lunghezza d'onda. In questo intervallo l'apparato visivo umano riceve, seleziona, struttura le radiazioni provenienti dall'esterno e le trasforma in segnali nervosi da inviare al cervello, dove sono codificati attraverso la catena di reazioni fisico-chimiche che presiede al fenomeno della percezione visiva.

Il processo visivo inizia con la conversione di pacchetti di energia elettromagnetica, chiamati fotoni o quanti di luce, in segnali nervosi che il cervello è in grado di analizzare. Questo processo viene eseguito dalle cellule fotorecetriche dell'occhio che sono disposte a mosaico sulla superficie posteriore della retina, queste cellule sono capaci di trasformare la radiazione visibile che le investe in impulsi elettrici. Un ricco intreccio di terminazioni nervose li raccoglie e li invia ai centri cerebrali.

Entriamo nel dettaglio ed andiamo ad analizzare quello stupendo sistema ottico che è l'occhio umano composto dall'iride, la cornea e il cristallino. La cornea e il cristallino dell'occhio inviano un'immagine del mondo esterno sullo strato di fotorecettori. Ciascuna cellula assorbe la luce da un unico punto dell'immagine e genera un segnale elettrico che codifica la quantità di luce assorbita.

Questi segnali vengono trasmessi attraverso un complicato sistema di giunzioni nervose che si trovano nella retina e nel cervello. A livello di queste giunzioni i segnali provenienti dai fotorecettori sono sommati e confrontati. Questo processo permette al sistema visivo di ottenere informazioni sulla forma, il movimento e il colore del mondo circostante.

L'occhio contiene due tipi di fotorecettori: i coni ed i bastoncelli. I coni operano in condizioni di piena luce, si suddividono a loro volta in tre tipi diversi ed è grazie a questo fatto che rendono possibile la visione a colori. Ma di tutto ciò torneremo a parlare nel prossimo numero di Sound&lite, quando tratteremo ampiamente del colore.

La visione di luce diurna prende il nome di "visione fotopica". I coni sono addensati nella regione centrale della retina, che si chiama fovea. I bastoncelli giocano invece un ruolo dominante nella visione crepuscolare e notturna, cioè quando le condizioni di illuminazione sono scarse, questi ultimi consentono la visione in luce debole, detta "visione scotopica", ma sono tanto sensibili da soprasaturarsi alla normale luce diurna, diventando incapaci di trasmettere segnali.

I coni consentono la visione alla luce del giorno, in quanto operano efficacemente a elevate intensità luminose, fornendo una visione più ricca di dettagli temporali e spaziali e permettendo altresì di percepire i colori, come già detto sopra.

Coni e bastoncelli contengono organi per la trasduzione e la trasmissione dei segnali. Ad un'estremità (più lontana dal cristallino) si trova il cosiddetto segmento esterno che assorbe la radiazione luminosa e genera segnalielettrici. Il segmento esterno di un bastoncello è cilindrico, mentre quello di un cono è appuntito (da ciò derivano i nomi delle due cellule).

La capacità di rilevamento dei fotoni da parte dei bastoncelli è notevole, ma non perfetta. Anche in condizioni di buio completo, i bastoncelli producono occasionalmente un segnale identico a quello determinato dall'assorbimento di un fotone. D'altra parte la risposta di un cono è approssimativamente 4 volte più veloce di quella di un bastoncello. Un bastoncello impiega, per esempio, 300 millisecondi per condurre a termine il processo di emissione di un segnale in seguito all'assorbimento di un fotone. Grazie alla loro maggiore velocità di risposta, i coni riescono a percepire meglio stimoli visivi in rapido cambiamento.

Quindi nella percezione visiva sensibilità e risoluzione temporale si compensano: le piccole, veloci risposte dei coni permettono al sistema visivo di rilevare improvvisi cambiamenti di intensità o movimenti rapidi di oggetti, quando il livello d'illuminazione è elevato e i bastoncelli sono saturati; d'altra parte, i segnali più lenti e più intensi di questi ultimi sono i più adatti per rilevare i fotoni, quando il livello di illuminazione è basso. La sensibilità di un singolo fotorecettore alla luce di differenti lunghezze d'onda è determinata dalla probabilità con cui assorbiranno fotoni di quella lunghezza d'onda. Misurazioni effettuate sulla sensibilità spettrale di singole cellule, forniscono una base fisiologica per la spiegazione delle caratteristiche della percezione visiva. Le lunghezze d'onda elettromagnetiche della luce visibile, come già abbiamo accennato sopra, si collocano approssimativamente tra i 400 e i 750 nanometri.

Luce di lunghezza d'onda maggiore (prossima all'infrarosso) è scarsamente assorbita dai pigmenti visivi; luce di lunghezza d'onda inferiore (prossima all'ultravioletto) può essere assorbita dai pigmenti visivi, ma non raggiunge la retina perché viene assorbita dalla cornea e dal cristallino. Il picco di maggiore sensibilità spettrale misurata in esperimenti psicofisici nella visione umana è intorno a 560 nanometri regione del colore giallo-verde.

Vorrei terminare questo primo articolo, sulla cultura e la conoscenza della luce, dicendo

che occorre tenere presente che la luminosità non è determinata soltanto dall'energia luminosa che arriva al nostro occhio. Vi sono altri effetti importanti, come i meccanismi di saturazione o, al contrario, di adattamento dell'occhio alla particolare condizione di illuminazione in cui si trova ad operare e nei fenomeni di contrasto che compongono il quadro di osservazione.

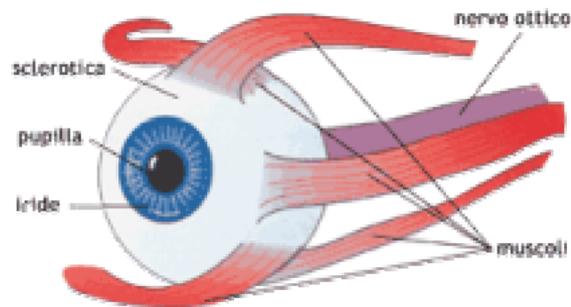


Fig. 2

### Piccolo dizionario ragionato:

**Fotone** = particella elementare di energia radiante.

**Fotorecettore** = organo recettore di stimoli luminosi.

**Fovea** = piccola depressione al centro della macchia lùtea dell'occhio, dove si ha la massima sensibilità visiva.

**Cornea** = membrana trasparente ricca di fibre nervose, ad essa spetta gran parte del potere rifrangente dell'occhio.

**Cristallino** = specie di lente biconvessa collocata nell'occhio dietro l'iride e davanti al corpo vitreo, consente di avere sulla retina l'immagine sempre a fuoco.

**Colore** = sensazione visiva data dagli stimoli che la luce riflessa dei corpi offre agli occhi.

L'occhio umano percepisce i colori compresi fra il rosso (limite basso della gamma) ed il viola (limite alto):

al di sotto della gamma abbiamo gli infrarossi ed al di sopra gli ultravioletti, quest'ultimi non sono visibili ma è possibile percepirne l'energia che viene trasportata dalla luce quando colpisce l'epidermide.

La luce in Fisica è considerata nella sua componente ondulatoria (come onda elettromagnetica).

I due limiti (rosso e viola) corrispondono quindi alle lunghezze d'onda limite del visibile.

**Elettroni** = ciascuna delle particelle elementari cariche di elettricità negativa che ruotano attorno al nucleo dell'atomo carico di elettricità positiva.

**Trasduzione** = nel linguaggio tecnico, con riferimento a energia, trasmetterla da un punto a un altro di un sistema, anche trasformandola in energia di diversa natura. Es. trasdurre energia luminosa in energia elettrica.

**Rètina** = la membrana che riveste interamente il globo oculare, e, in senso più ristretto, la sua porzione posteriore, sensibile, dove si forma l'immagine.

## Appendice II

### LIGHTING WORK

- *Sintesi Additiva e Sottrattiva -*
- *- Temperatura colore e indice di resa cromatica -*
- *- Il mondo del colore -*

#### **Nota introduttiva:**

Quante volte vi siete chiesti, leggendo il catalogo dei Vs proiettori intelligenti, che cosa sono il CMY e la “ruota colori addizionali”? Leggendo le caratteristiche tecniche di una lampada vi sarete domandati poi perché la temperatura colore si determina in gradi Kelvin e a cosa si riferisce la resa cromatica. In questo numero di Sound&Lite cercheremo di approfondire queste tematiche.

Nel precedente numero, trattando l’argomento della “percezione visiva”, abbiamo già introdotto il discorso sui coni, fotorecettori del nostro occhio che operano in condizioni di piena luce suddividendosi in tre tipi diversi e, grazie a questi, di come si renda possibile la visione a colori. Entriamo ora in un maggiore dettaglio.

#### **Sintesi Additiva**

Thomas Young era un medico-scienziato che continuò gli studi sul colore precedentemente svolti da Isaac Newton, il quale ipotizzava che ogni sensazione di colore doveva corrispondere a una diversa lunghezza d’onda della luce in arrivo al nostro occhio. Young, partendo dal fatto allora noto dell’esistenza di tre colori primari (dalle mescolanze dei quali derivano tutti gli altri), ne cercò la spiegazione non più nella proprietà della luce, ma in quelle dell’occhio umano.

E questa fu la chiave per capirne il funzionamento.

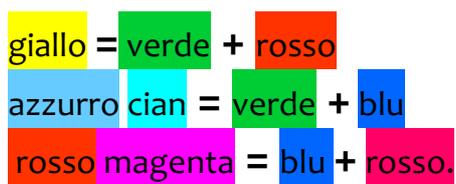
Young avanzò l’ipotesi che i recettori per la visione diurna fossero soltanto di tre tipi e che ciascun tipo corrispondesse a una tinta primaria. Ogni altra tinta sarebbe risultato dalla stimolazione simultanea dei tre tipi di recettori.

Egli basò i suoi esperimenti sulla mescolanza o sintesi additiva dei colori, usando tre filtri che

non si discostassero dal rosso vivo, dal verde e da un blu al limite del violetto (filtri che, non a caso, corrispondono grosso modo alle regioni di sensibilità dei tre tipi di coni della retina). Sovrapponendo questi filtri, facendoli attraversare da fasci luminosi e giostrandone in modo opportuno le relative intensità egli era riuscito a produrre tutti i colori.

Quindi il nostro cervello elabora una tripletta di segnali che è rigorosamente caratteristica di una colorazione, a sua volta legata alla radiazione luminosa che arriva sulla retina e che stimola tutti e tre i coni, ovviamente in misura differente a seconda della composizione spettrale ad essa associata. Dunque, un dato colore può essere generato con molte combinazioni di bande luminose.

Il bianco, in particolare, è ottenibile miscelando tre tinte primarie: il verde, il rosso e il blu che però devono essere dosate con precisione, in modo da generare lo stesso tristimolo della luce del sole. Si ottiene il bianco usando anche una terna diversa, derivata dalle combinazioni a due a due dei tre colori primari:



Il nero non può essere generato, in sintesi additiva, poiché ad esso corrisponde la totale assenza di luce. Per concludere, bisogna ricordare che la sintesi additiva, a parte il meccanismo della visione, si verifica solo in poche circostanze del nostro vivere quotidiano. Per esempio nella televisione a colori o in tutti quegli eventi dove vengono usati proiettori intelligenti dotati di filtri dicroici, la cui sovrapposizione, con un meccanismo di rotazione, produce fasci di luce in un'ampia gamma di colori.

In conclusione il meccanismo di miscelazione dei colori primari per ottenere tutti gli altri colori si chiama sintesi additiva perché si basa sulla somma di luce tendente quindi al bianco.

### **Sintesi Sottrattiva**

La sintesi sottrattiva è molto importante, perché è quella che interviene nella comune esperienza di osservazione dei colori. La colorazione delle cose comporta meccanismi sottrattivi, in quanto si basa sulla loro capacità di assorbire componenti cromatiche della luce che illumina, piuttosto che di emetterne di proprie. Il colore è dato dalle componenti che non sono assorbite.

L'esperimento di Young fu quello di sovrapporre tre filtri colorati giallo, cian e magenta (complementari dei primari) facendoli attraversare da un unico fascio di luce bianca. In tale disposizione ciascun filtro sottrae alla luce bianca quella particolare regione di lunghezza d'onda che è in grado di assorbire.

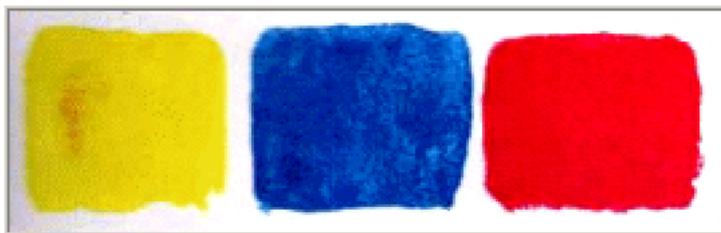
Dove i filtri si sovrappongono gli effetti di sottrazione si cumulano, così che il risultato è del tutto differente dal metodo additivo; mentre per quest'ultimo si otteneva il bianco come risultato del mescolamento di una coppia di colori complementari, diciamo rosso e cian, ora la stessa coppia di colori dà il nero. In conclusione, i pigmenti e tutti gli oggetti che noi vediamo colorati, lo sono perché quando vengono investiti dalla luce essi

riflettono solo quella “del loro colore” mentre assorbono tutta l'altra.

## Il mondo dei colori

Il colore è una sensazione provocata dalla luce che colpisce la retina dell'occhio. Provate a fare questo esperimento: fate passare un fascio di luce bianca attraverso un prisma di vetro e vedrete che la luce verrà scomposta in un ventaglio di colori che costituiscono lo spettro solare, cioè i colori dell'iride. Ogni superficie assorbe la luce e ne riflette solo una parte. Partendo dai tre colori fondamentali, altrimenti detti primari, si può combinare praticamente qualsiasi tinta. I colori che si ottengono mescolando tra loro due primari vengono definiti secondari, se si mescolano colori secondari e primari si ottengono i colori terziari. I colori dell'iride e tutte le sfumature dello spettro sono colori puri, perché non contengono né il bianco né il nero.

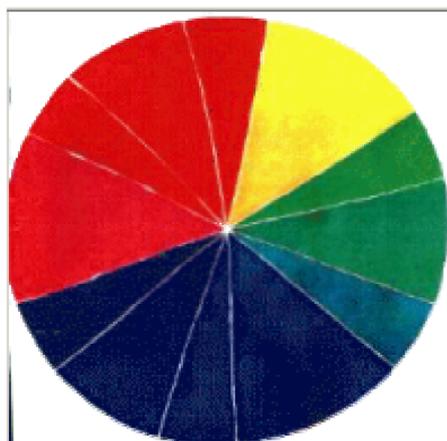
### I colori primari



Il giallo, il blu e il rosso sono i colori primari, così denominati perché non si possono ottenere mescolando altri colori. In teoria, dalla combinazione di questi colori si ottengono tutti gli altri e in tutte le sfumature. Un'operazione del genere, però, è laboriosa, perciò conviene partire con qualche colore in più, usando quelli già preparati.

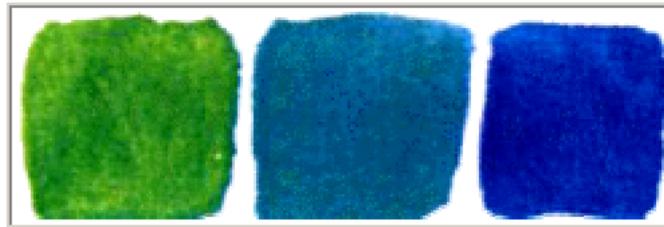
### Il disco di Newton

Questo disco cromatico può essere utile per comprendere i rapporti tra i colori primari e quelli secondari.



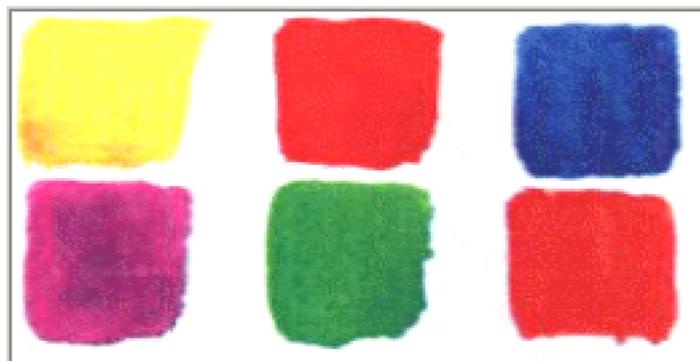
Il fisico e matematico Inglese Isaac Newton con un esperimento dimostrò che un sottile raggio di luce bianca, allorché attraversa un prisma triangolare di vetro, si decompone producendo la gamma dei colori dell'arcobaleno. Da questo esperimento deriva il cosiddetto disco di Newton che presenta i colori primari e secondari disposti in modo di passare da un primario all'altro attraverso le diverse combinazioni che da questi si ottengono. Un disco cromatico è il sistema più facile per capire come i colori interagiscono tra loro. La posizione dei colori sul disco mostra se questi sono assortiti armoniosamente (se sfumano l'uno nell'altro) o se contrastano (diametralmente opposti).

### L'armonia



Un insieme di colori può essere definito armonico quando è ben assortito, cioè quando nessuna delle singole tinte è predominante o stona accanto alle altre. Il modo più semplice per creare un insieme armonioso è combinare tra loro colori che siano contigui nel disco cromatico; per esempio il verde, il turchese e il blu creano insieme un bellissimo insieme freddo e armonico, mentre il giallo, l'arancio e il rosso danno una combinazione calda e vivace.

### I colori complementari



I colori in posizione opposta sul disco cromatico sono detti complementari e sono: l'arancio e il blu, il giallo e il violetto, il rosso e il verde. Ogni coppia offre il massimo contrasto raggiungibile perché ciascun colore non contiene traccia dell'altro. Per chi vuole dipingere su seta, questo punto della teoria cromatica è estremamente utile. Le combinazioni di colori complementari sono molto più interessanti di quelle ottenute con i colori armonici, e possono creare degli effetti davvero fantastici. L'importante è assicurarsi che i colori siano usati nelle giuste proporzioni. Se si distribuiscono dei colori complementari nelle medesime quantità si otterrà uno sgradevole effetto stridente, se

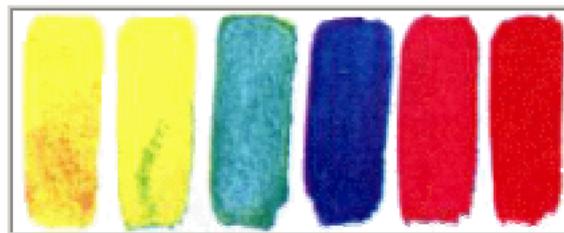
invece si farà un impiego maggiore di un colore e minore del suo complementare, questo ne risulterà esaltato. Per esempio un geranio rosso su uno sfondo di foglie verdi è quanto più di vivido e brillante si possa ottenere.

### I colori secondari



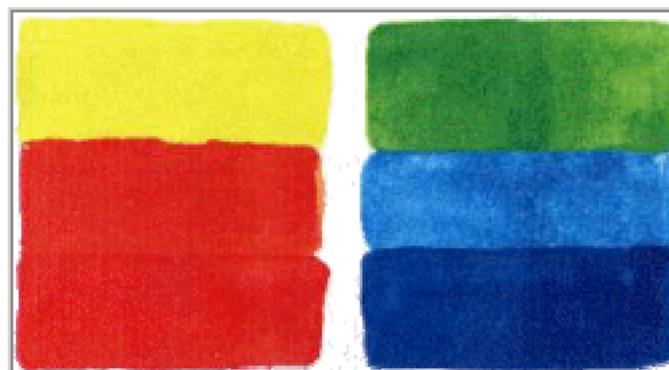
I colori secondari sono quelli ottenuti mescolando due colori primari: il giallo e il rosso danno l'arancio; il giallo e il blu il verde; il blu e il rosso il violetto. I fisici che lavorano sui raggi luminosi considerano, tuttavia, il verde come un colore primario. I colori primari e secondari sono i componenti principali dello spettro solare.

### I colori terziari



I colori terziari sono mescolanze di colori primari e secondari: giallo-verde, blu-verde, bluvioletto, giallo-arancio, rosso-arancio. Il rosso, il giallo, l'arancio si chiamano colori caldi; il blu, il verde, il violetto sono colori freddi.

### I colori caldi e freddi

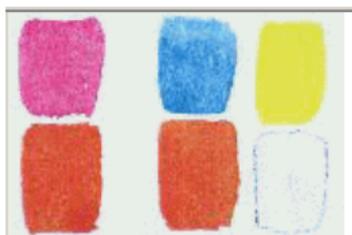


I colori hanno un effetto psicologico; su questa base e per convenzione si distinguono i colori caldi e i colori freddi. Dividendo virtualmente a metà il disco cromatico con una linea retta che colleghi il giallo e il violetto si avranno da una parte i colori considerati caldi, e cioè tutti i rossi, i gialli, e le loro combinazioni; e dall'altra quelli considerati freddi,

e cioè i verdi e i blu fino all'indaco.

I colori caldi sono vistosi e generalmente tendono a predominare sugli altri, quelli freddi invece tendono a confondersi e a dare l'impressione di essere sfumati. Per esempio se accostate un quadretto rosso vivo a uno verde, noterete che quello rosso sarà estremamente evidente mentre il verde suggerirà profondità. Per usare insieme i colori freddi e quelli caldi e ottenere un buon risultato bisognerà tener conto di queste caratteristiche: ciò vuol dire che i due gruppi devono essere ben equilibrati. Degli effetti molto belli si ottengono anche usando esclusivamente e separatamente colori freddi o caldi.

### I colori discordanti



Il disco cromatico è estremamente utile non solo perché consente la scelta di colori armoniosi, ma anche perché indica la possibilità di combinazioni diverse e più originali. Il nostro occhio è preparato a vedere i colori nella successione logica che il disco presenta, per esempio trova normale che da un rosso si passi all'arancio, ma non avrebbe la medesima reazione di fronte all'accostamento di rosa e arancio. La stessa discordanza si ha sovvertendo l'origine logico delle tonalità dei colori complementari; per esempio ci si aspetta che il viola sia più scuro del giallo e il loro abbinamento può funzionare e risultare piacevole; se, però, all'arancio si accosta il blu chiaro al posto di quello scuro l'effetto è indubbiamente sgradevole. Tuttavia anche con i colori discordanti, se usati naturalmente nelle proporzioni giuste, si possono ottenere combinazioni cromatiche molto interessanti e originali.

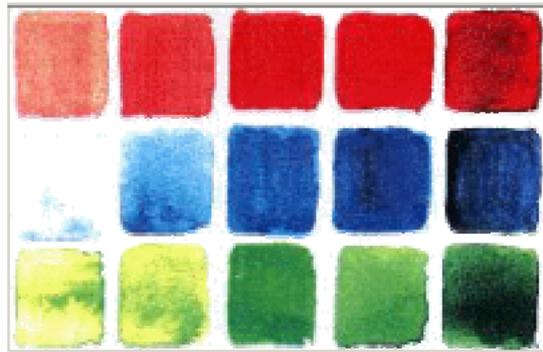
### I toni



Ogni colore può avere una vasta gamma di toni. Il tono corrisponde al posto che una tinta occupa in una scala di grigi, dal chiarissimo al quasi nero. Per stabilire il tono di un colore, immaginate di fotografarlo in bianco e nero: apparirà come una sfumatura di grigio e più vicina questa sarà al bianco più il tono sarà da considerarsi chiaro. Si dice che due colori hanno lo stesso tono quando sono ugualmente scuri o chiari. Per conferire

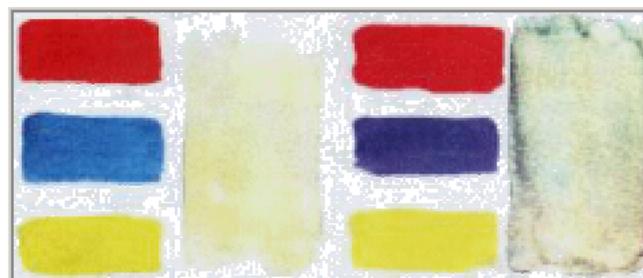
profondità e interesse a un disegno si deve prevedere un giusto equilibrio dei toni.

### Le sfumature



Le sfumature sono variazioni graduali dell'intensità di uno stesso colore. Tutti i colori del disco cromatico possono essere scuriti o chiariti con l'aggiunta rispettivamente del nero o del bianco; per esempio, il rosso mescolato a quantità crescenti di bianco sfumerà gradatamente nel rosa chiaro; con lo stesso procedimento, ma aggiungendo il nero, si avranno sfumature fino al bruno

### I neutri



I colori neutri sono molto usati, sia da soli, sia per far risaltare un colore brillante. I neutri, che includono il grigio, il beige e alcuni bruni, possono essere mescolati a tutti i colori primari e secondari. Il grigio è il più sfruttato e si può ottenere in vari modi, il più semplice è la mescolanza di bianco e nero.

Un altro metodo è la mescolanza dei tre colori primari, il giallo, il rosso e il blu; i grigi che vi presentiamo qui sopra ne sono un esempio. Questa mescolanza consente, inoltre, la creazione di grigi con una leggerissima colorazione primaria. Ciò si ottiene regolando le proporzioni dei colori primari che si mescolano: se predomina il giallo, si ottiene un grigio giallastro; se predomina il rosso, il grigio è appena rosato; con il blu il grigio prodotto ha una sfumatura azzurrata. Un impiego sapiente di queste mescolanze permette la creazione di splendide fantasie monocrome tutte giocate sulle variazioni del grigio.

## Appendice III

### LIGHTING WORK

#### - Luce Artificiale e Luce Architettuale -

*“Il sole al tramonto ti dice in trenta secondi che la realtà si muove, non sta ferma. Il visibile dice molto in fretta ciò che ha da dire. È la parola che è condannata ad un lungo indugiare. Bisogna continuare a impararla l’arte del vedere, del guardare. Bisogna che l’occhio colga ogni cosa, i clamori e i bisbigli del visibile.”*  
(Vittorio Storaro)

Da qualche anno si sta sviluppando un’attenzione crescente nei confronti della luce artificiale in architettura. A determinare tale orientamento è la volontà di restituire alle città la vivibilità, consentendo ai cittadini di riappropriarsi degli spazi urbani e di goderne, non solo per i loro aspetti funzionali ma anche per il loro valore estetico. Naturalmente di questa rivalutazione dell’arredo urbano trae beneficio il richiamo turistico.

Si è scoperto, o forse riscoperto, che la luce artificiale può essere sfruttata come “parametro di definizione spaziale” e che, rispetto alla luce naturale, essa offre una maggiore possibilità di “manipolazione”. Infatti la luce artificiale, oltre ad essere un elemento integrante dello spazio, modifica, sfruttando fenomeni ottico-percettivi, la percezione della “distribuzione spaziale”.

Cerchiamo di approfondire questi concetti. La luce visibile altro non è che la testimonianza esteriore, il segno tangibile, di processi di trasformazione della materia nei quali viene liberata energia. Intervenire con la luce in un ambiente significa modificare lo spazio in cui l’uomo si muove, creando nuove percezioni di paesaggio e di atmosfera.

La materia luminosa, infatti, si percepisce solo con gli occhi ma viene elaborata e in parte trasformata in un’esperienza fisica e parafisica che coinvolge totalmente il corpo e le emozioni. È la luce che ci permette di cogliere il ritmo costante del tempo e l’ineluttabile succedersi di giorno e notte. È la luce che ci lega allo spazio e alla presenza delle cose che ci circondano. Il peso relativo attribuito alle informazioni che riceviamo visivamente è enorme e supera di gran lunga l’importanza dei dati che percepiamo con gli altri mezzi sensoriali. Per la sua capacità di plasmare superfici, modellare volumi, strutturare e delimitare gli spazi, la luce assume un potere che va molto al di là della sua capacità di rivestire ed avvolgere l’oggetto; essa diventa in realtà un mezzo costruttivo, efficace ed incidente.

Oltre ad una valenza fisica la luce ha però anche un potere emotivo. Essa genera sensazioni spaziali con una forte influenza fisiologica e psicologica tanto da rendere legittima la definizione di “linguaggio luminoso”, una definizione che comprende i fenomeni ottico-visivi capaci di determinare un rapporto comunicativo fra spazio ed intelletto, attraverso la percezione visiva stessa.

Nell’ambito dell’architettura il confronto fra psiche e fisicità avviene anche attraverso il

colore. Infatti ognuno di noi concorderà con la constatazione che la luminosità di un ambiente non è indipendente dai suoi colori e dalle sue superfici.

La luce riflessa dalle superfici e quella emessa dalle sorgenti luminose interagiscono nel produrre lo spettro che viene percepito dall'occhio. Poiché colori e superfici influenzano in modo determinante l'illuminazione di uno spazio, una buona illuminazione non può venire progettata senza considerare le caratteristiche dell'ambiente stesso e soprattutto i colori in esso presenti.

Tuttavia ridurre questa realtà ad una pura legge fisica è impossibile; i fenomeni fisici del colore, la pigmentazione e la luminosità, possono essere studiati e razionalizzati. Ma è molto più difficile trovare le leggi generali che spieghino il riflesso emotivo che individui diversi hanno di fronte alla stessa realtà visiva oppure rispetto a diversi aspetti cromatici.

In questo anche l'arte gioca un ruolo importante. Con una panoramica sul passato scopriamo che la luce è stata espressa in modi diversi. Per l'impressionismo la luce è irradiazione. Nel "puntinismo" la luce crea densità e trasparenza, rendendo vibrante lo spazio. Nel "cubismo" invece la luce è direzione e viene assorbita dall'oggetto, per trasformarsi in colore dalle tonalità chiare e scure. Esiste dunque un'evoluzione del linguaggio luminoso che diventa comunicazione attraverso la percezione visiva. Dunque è solo in teoria che le proprietà espressive dell'oggetto architettonico si basano sulle proprietà visive dell'oggetto stesso. In pratica infatti la consapevolezza visiva di queste proprietà è determinata dal modo in cui l'oggetto è illuminato.

Quali sono dunque i criteri a cui attenersi nel progettare tale illuminazione ?

La prima regola è usare la luce come guida del processo percettivo, sfruttando la sua capacità di "sottolineare" lo spazio. La luce diviene così il tramite fra l'oggetto e la sua forma, modulandone i contorni e drammatizzandone i limiti spaziali. È proprio in architettura che questa regola può essere sperimentata con maggiore successo.

La seconda regola è ricordarsi di usare il potere cromatico della luce, innescando il complesso gioco di riflessi e superfici che, con infinite possibilità di modulazione, arricchisce la percezione volumetrica dell'architettura. Inoltre può essere utile ricorrere anche alle capacità grafiche della proiezione luminosa, una forma espressiva che da qualche tempo si va imponendo con crescente successo.

La luce artificiale diventa così una nuova "materia" che può essere d'aiuto ad enfatizzare le linee dell'architettura, stimolando occultamente la nostra psiche, modificando la percezione della tridimensionalità dell'oggetto e conferendogli una magia che altrimenti non avrebbe.

Accade così che, seppure la forma dell'oggetto risulti ancora riconoscibile nelle sue linee generali qualsiasi sia la condizione di luce, i dettagli di tale forma, le particolarità della superficie, la percezione delle ombreggiature diventano elementi che dipendono dal modo in cui l'oggetto è illuminato.

Concludendo, quando progettiamo un impianto illuminotecnico per un'applicazione "architettuale", teniamo sempre presente che illuminare non significa soltanto dare la giusta quantità di luce all'oggetto o all'ambiente, bensì usare lampade e corpi illuminanti per modificare, controllare, misurare e interpretare lo spazio che ci circonda. È così che la progettazione illuminotecnica da fredda applicazione di dati prestabiliti, diventa una scienza basata sull'intuizione e sulla riflessione e, in una certa misura, diventa un'arte applicata

Bibliografia e siti interessanti:

Stefano Mazzanti, "Luce in scena" Editrice Lo Scarabeo (BO)

Neil Fraiser, "Stage Lighting Design" Ed. Crowood (in inglese)

David Hays, "Light on the subject" Limelight Editions (in inglese)

Josef Svoboda, "I segreti dello spazio teatrale" Ed. Ubulibri

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

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

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