



POLITECNICO DI MILANO - Sede Leonardo
Progetti di Illuminotecnica
Prof.re Pietro Palladino
a.a. 2011/2012

PROGETTO DI ILLUMINAZIONE DI DUE SALE DEL
MUSEO PUNTA DELLA DOGANA

Venezia



INDICE

Il Museo Punta della Dogana

La relazione delle sale con la luce naturale

Lo sviluppo del *concept*

Il progetto illuminotecnico

- **Apparecchi e lampade utilizzati:
caratteristiche e posizionamento**
- **Risultati Illuminotecnici**

La gestione e il controllo della luce

Il Museo Punta della Dogana

Il museo Punta della Dogana era in passato un luogo insieme di difesa e di fermata doganale per le imbarcazioni che dovevano poi proseguire per Rialto, cuore delle operazioni commerciali. In tempi lontanissimi veniva stesa una catena di sbarramento a difesa della torre che si trovava sulla riva opposta. L'edificio del 1677, opera di Giuseppe Benoni, è coronato da un globo dorato su cui la statua della Fortuna ruota indicando la direzione del vento. I due Atlanti in bronzo sono opera di Bernardo Falcone. I magazzini che si vedono dal Canale della Giudecca, alcuni dei quali proseguono in parte la costruzione della punta della Dogana, sono i "saloni del Sale", enormi depositi del bene preziosissimo per la conservazione alimentare (con parti originarie del XIV secolo).

Nel XV secolo lo sviluppo dell'attività commerciale impose il trasferimento della sede della dogana, fino ad allora ospitata a Castello, vicino all'Arsenale, e lo sdoppiamento funzionale dei servizi. Una Dogana da Mar fu creata e situata alla punta ovest di Dorsoduro, all'epoca chiamata "Punta del Sale" per i magazzini del sale che si trovavano in quel luogo.

Intorno al 1631 iniziarono i lavori di costruzione della Basilica Santa Maria della Salute, dedicata alla Vergine come tributo per la fine dell'epidemia di peste che aveva colpito la Repubblica di Venezia l'anno precedente. I lavori furono affidati a Baldassare Longhena.

Nel 1677 iniziarono i lavori di ricostruzione di Punta della Dogana, sul progetto di Giuseppe Benoni, il quale decise di sostituire la torre quadrata che si trovava in punta con una torre più leggera, sormontata da un gruppo scultoreo di Bernardo Falcone, che rappresentante due Atlanti inginocchiati che sorreggono una sfera in bronzo dorato, in cima alla quale la statua della Fortuna, ruotando, indica la direzione del vento.

Tra il XVIII e il XIX secolo Punta della Dogana subisce varie trasformazioni e lavori di restauro, in particolare quelli intrapresi dagli austriaci durante l'occupazione e quelli dell'architetto Alvise Pigazzi che la ristrutturerà e l'amplierà tra il 1835 e il 1838.

Il 6 giugno 2009 è stato inaugurato il Centro d'Arte Contemporanea François Pinault Foundation, con il progetto architettonico di Tadao Ando.

I primi disegni di Tadao Ando tracciano fin dall'inizio le grandi linee del suo intervento, scegliendo di conservare il montaggio caratteristico dei magazzini affiancati e linearmente disposti tra le rive del Canal Grande e del Canale della Giudecca.

Realizzando imponenti lavori di rifondazione della fabbrica per porla al riparo sia dall'umidità sia dagli affetti delle alte maree e prevedendo di riconfigurare i soppalchi esistenti, il fine del progetto era quello di attrezzare tutto lo spazio dell'edificio.

In posizione più o meno baricentrica rispetto all'impianto triangolare del complesso, Ando ha immediatamente previsto di inserire un nuovo spazio a tutta altezza, una sorta di perno

posizionato all'interno di uno dei magazzini mediani, da realizzarsi in cemento armato liscio e lucido, ormai riconosciuto come una cifra delle sue costruzioni. Successivamente questo asse intorno al quale ora ruotano gli spazi espositivi e al quale riconducono i percorsi, ha assunto la configurazione di un cubo che attraversa verticalmente l'ambiente in cui è attualmente collocato.

Nel continuo, diffuso tessuto degli interventi di restauro, volti ad eliminare le invadenti superfetazioni che negli anni erano venute affliggendo il complesso di Punta della Dogana, gli inserimenti di nuovi setti, scale, percorsi, spazi di servizio appaiono come accadimenti puntuali. Tra l'antico corpo di fabbrica e questi interventi non si osservano mediazioni né passaggi mimetici, bensì continui accostamenti, quasi Ando abbia deciso di incastonare tra le innumerevoli stratificazioni che formano l'antico edificio dei volumi e dei piani che le separano e le offrono così ordinate come uno spettacolo da godere prodotto dallo scorrere del tempo.

Infine, ha scelto di affiggere griglie sulle alte porte affacciate sui fronti acquei modellate come esplicite citazioni di quelle realizzate da Carlo Scarpa. Fatte di acciaio e di vetro, benché pensate in modo molto moderno, vengono dall'artigianato veneziano.

Tadao Ando è riuscito a stabilire a Punta della Dogana un dialogo tra vecchi e nuovi elementi, che crea un legame tra la storia antica dell'edificio, il suo presente e il suo futuro.

L'edificio di Punta della Dogana, con una superficie di circa 5.000 mq, ha una forma triangolare.

Possiede una facciata sul Canal Grande e una sul Canale della Giudecca, entrambe di una lunghezza pari a 105 metri, mentre la base del triangolo misura 75 metri. Lungo queste facciate, Punta della Dogana si apre all'esterno attraverso venti porte monumentali. La struttura interna, invece, è divisa in nove navate disposte trasversalmente, che presentano ciascuna una larghezza media di dieci metri e un'altezza sotto trave di sette metri. All'esterno, le terrazze del belvedere si trovano a 9 metri d'altezza, mentre la torre sormontata dalla statua della Fortuna, alla punta di Dorsoduro, raggiunge i 28 metri.

La realizzazione del progetto di restauro concepito dall'architetto Tadao Ando ha compreso diverse tipologie di intervento:

1. La protezione contro l'acqua
2. Consolidamento strutturale e restauro delle opere in muratura
3. Cunicoli tecnologici e impianti elettrici
4. Elementi in calcestruzzo architettonico
5. I pavimenti
6. Gli infissi esterni
7. La copertura
8. Il gruppo scultoreo

Poiché l'80% del perimetro di Punta della Dogana confina con le acque della laguna, non è stato possibile contare su una sufficiente area di cantiere adiacente all'edificio, l'intera logistica del cantiere è stata eseguita via acqua. Un porto provvisorio, aree di cantiere su palafitte e l'utilizzo di chiatte e pontoni hanno permesso la movimentazione di oltre 10.000 tonnellate di materiali vari, con oltre 2.000 viaggi dalla terraferma.

Il cantiere, esemplarmente organizzato da Dottor Group, ha mobilitato una media di 120 operai per un totale di 300.000 ore lavorate. Una mensa appositamente costruita su palafitte è stata messa a disposizione di tutte le maestranze. Controlli sanitari, check-up gratuiti e colloqui informativi individuali hanno caratterizzato l'atmosfera di un cantiere votato alla qualità e alla sicurezza e che si è concluso con l'eccezionale risultato di un solo lieve incidente sul lavoro dovuto a uno scivolamento.

Il progetto di illuminotecnica descritto nella relazione su due sale del museo destinate a mostre temporanee:

- La sala 1 ha è a doppia altezza (H = 8 m) con un soppalco raggiungibile tramite l'apposita scala. L'illuminazione naturale è data da lucernari posti sul soffitto sopra le capriate originali del XIV secolo.
- La sala 2 presenta un'altezza ridotta rispetto alla Sala 1. Anche in questa l'illuminazione è data lucernari posti sul soffitto sopra le capriate originali del XIV secolo.

La relazione delle due sale con la luce naturale

La luce diretta del sole, che entra all'interno delle due sale attraverso i lucernari posti sopra le capriate, disturba la visione delle opere poiché crea effetti di eccessivo abbagliamento.

Inoltre, nel mese di Giugno l'illuminamento medio sia della parete sia del piano di calpestio assume valori troppo alti per uno spazio museale e ciò potrebbe danneggiare le opere.

Vi è, dunque, la necessità di installare un sistema di controllo della luce naturale, il quale deve essere estremamente versatile in modo da adattarsi alle esigenze dei differenti artisti, che esporranno in questa grande sala a doppia altezza le loro installazioni artistiche.

La soluzione alla quale ho pensato per ovviare al problema dei raggi solari che tramite i lucernari entrano all'interno della sala peggiorando il computo visivo del visitatore sono dei frangisole in alluminio posti tra due capriate dove si trova il lucernario.

Tramite un sistema elettronico è possibile modificare l'inclinazione delle lamelle e schermare i raggi solari creando diverse scene.

Lo sviluppo del concept

Osservando alcuni casi studio ho notato come l'illuminazione del museo per essere flessibile fa spesso uso di binari contenenti tutte le lampade necessarie per illuminare al meglio le opere. Questo tipo di struttura permette varie combinazioni e dà la possibilità sia di illuminare opere poste al centro della sala, sia alle pareti.

STADEL MUSEUM_Francoforte sul Main_Germania

- Salone alto 8,20 m.
- Lucernari con luce naturale.
- E' versatile: può essere usato sia per quadri delicati, sia per sculture. Se si vogliono esaltare singoli oggetti si attivano i faretti di protezione ARCOS LED provvisti di varie ottiche e collegati ai lucernari.
- Per sfruttare la luce diurna si è scelto il sistema di gestione Luxmate Professional di Zumtobel, che permette di dosare la luce artificiale in funzione di quella naturale e allo stesso tempo anche in funzione della quantità massima di illuminamento che le opere esposte possono sopportare.

MUSEO DELL'OPERA DEL DUOMO_Firenze

- Gli ambienti espositivi nei quali l'illuminazione discenda da vetrate ricavate in copertura hanno ricevuto nel periodo più recente interventi di correzione mediante sistemi di riflessione guidata dei raggi. Le sagome bianche consentono in effetti una luce più diffusa pur non riducendo l'intensità complessiva.
- Il sistema è completato da apparecchi di illuminazione artificiale per l'integrazione della luce naturale in condizioni in cui la prima fosse non sufficiente e da proiettori per un'illuminazione a fascio concentrato.

Per raggiungere questi obiettivi ho pensato ad un sistema modulare con due tipi di apparecchi e lampade montate su una trave a C poggiante sulle capriate per garantire la massima flessibilità nello spostamento orizzontale dei singoli apparecchi di illuminazione.

Per la sala 1, essendo di altezza molto elevata ho ritenuto opportuno utilizzare degli apparecchi di illuminazione con un'apertura ridotta del fascio, rispetto a quelli usati nella sala 2 dove l'altezza è più bassa e un'apertura troppo piccola del fascio non illuminerebbe uniformemente le opere, essendo molto più vicine ai punti luce.

Ho ricercato lampade dall'alta resa cromatica per illuminare le opere poiché è importante riuscire a vedere i colori nel modo corretto evitando effetti di metamerismo. Queste hanno, inoltre una temperatura colore tra i 3000 K e il 5000 K in modo che il colore sia bianco neutro, sempre per una migliore resa del colore delle opere. Per raggiungere questo obiettivo le lampade ad incandescenza sarebbero ottimali ma dal 2014 non saranno più prodotte e realizzare un impianto con queste apparecchiature sarebbe obsoleto. Ho pensato dunque a delle lampade LED che hanno una buona resa cromatica, una temperatura variabile e sono soprattutto dimmerabili. Quest'ultimo fattore è molto importante per la questione del risparmio energetico. Grazie a questo sistema, infatti, è possibile adattare l'impianto alle variazioni luminose del sole.

Essendoci i lucernari, ho pensato anche ad un metodo per schermare la luce solare grazie all'installazione, in continuità con le travi sospese che ospitano l'impianto di illuminazione, di

brise-soleil in alluminio bianco in modo che possano riflettere la maggior parte dei raggi luminosi evitando così che la luce diretta giunga sulle opere.

L'uso del riflettore e il blocco del puntamento possono essere usati per ottenere un'illuminazione più precisa. Inoltre si possono installare sugli apparecchi dei filtri per evitare l'abbagliamento.

Per realizzare un impianto omogeneo la mia idea è quella di utilizzare per entrambe le sale le stesse lampade, con potenze diverse.

Il progetto illuminotecnico

Apparecchi e lampade utilizzati: caratteristiche e posizionamento

Due tipi di lampade svolgono due compiti diversi nella sala 1:

- Illuminazione di base realizzata con Zumtobel PERLUCE, con plafoniera in protezione IP50 con riflettore a micropiramidi LRO (ottica per ridurre le luminanze), 1/80W, per lampade T16, Apparecchio d'illuminazione derivato per comando DALI con reattore elettronico digitale dimmerabile. Armatura in profilo di lamiera d'acciaio bianca preverniciata in grigio; la protezione elevata IP50 migliora il fattore di manutenzione. Guarnizione in poliuretano espanso d'alta qualità su tutto il perimetro; fissaggio con le rondelle bisellate in dotazione; spazio a sufficienza per cablaggio passante. Apparecchio cablato senza alogeni. Misure: 1520 x 120 x 92 mm; peso: 3.26 kg.
- Illuminazione d'accento realizzata con Zumtobel ARC3, un faretto LED, antracite; con temperatura di colore regolabile "Tunable White"; emissione SPOT (24°) e nuovo adattatore per binario elettrificato trifase Zumtobel; ideale per illuminazione d'accento in musei, esposizioni, gallerie d'arte, negozi e aree di presentazione; linea compatta e stile minimalista; box con alimentatore elettronico unito all'armatura cilindrica della lampada; innovativo bilancio termico con funzione COOL-TOUCH; lampade: 1/25 W LED927-965; temperatura di colore regolabile tramite codificatore sul faretto in 6 livelli visivamente equivalenti (2700K, 3000K, 3400K, 4000K, 4900K, 6500K); tonalità stabilizzata elettronicamente per tutto il ciclo di vita; illuminamento regolabile sul faretto 10-100% indipendentemente dalla temperatura di colore; resa cromatica: RA 90; flusso luminoso: 750lm di luce proiettata; durata: dopo 50.000h 70% del flusso; potenza impegnata: 25W; con converter; tensione di rete: 220-240V/ 50/60Hz; luce senza UVA/IR; armatura in pressofusione di alluminio e profilo di alluminio estruso; superficie: vernice microstrutturata in antracite; punto di rotazione ribassato; faretto girevole di 365° e orientabile di 90°; fissaggio degli assi di movimento tramite chiave esagonale; lente ovale o soft-contour disponibile come accessorio a parte. Misure: Ø120x317 mm; peso: 2.2 kg;
- Illuminazione delle aree a servizio realizzata con Zumtobel MICROS-S un apparecchio da incasso LED; lampade: LED 6/1,2W di tonalità bianco caldo; angolo di emissione spot (15°); flusso luminoso apparecchio >340lm, efficienza apparecchio >40lm/W; durata: 50.000h al 70% di flusso; supporto orientabile di 20°; l'apparecchio LED sostituisce una lampada a

bassa tensione da 35W; armatura in pressofusione di alluminio, anello di copertura in colore bianco; compreso cavo di raccordo (privo di alogeni) da 0,8m e morsettiera per sistema multiplug; montaggio senza utensili servendosi di due griffe, per soffitti di spessore 1-25mm; foro soffitto: 95mm, profondità incasso: 75mm; peso: 0.22 kg; Temperatura di colore: calda (WW) 3000K, neutra (WN) 4000K

Gli apparecchi per l'illuminazione di base e d'accento sono situati sul binario, mentre l'illuminazione delle aree a servizio (scala e il sotto soppalco) è effettuato tramite faretti incassati nel soffitto o nel muro.

Gli apparecchi utilizzati nella sala 2 sono della stessa serie ma hanno potenze di lampade e caratteristiche diverse per gestire situazioni diverse:

- Illuminazione di base realizzata con Zumtobel PERLUCE, con plafoniera in protezione IP50 con rifrattore a micropiramidi LRO (ottica per ridurre le luminanze), 1/35W, per lampade T16, Apparecchio d'illuminazione derivato per comando DALI con reattore elettronico digitale dimmerabile. Armatura in profilo di lamiera d'acciaio bianca preverniciata in grigio; la protezione elevata IP50 migliora il fattore di manutenzione. Guarnizione in poliuretano espanso d'alta qualità su tutto il perimetro; fissaggio con le rondelle bisellate in dotazione; spazio a sufficienza per cablaggio passante. Apparecchio cablato senza alogeni. Misure: 1520 x 120 x 92 mm; peso: 3.26 kg.
- Illuminazione d'accento realizzata con Zumtobel ARC3, faretto LED, antracite; con temperatura di colore regolabile "Tunable White"; emissione FLOOD (38°) e nuovo adattatore per binario elettrificato trifase Zumtobel; ideale per illuminazione d'accento in musei, esposizioni, gallerie d'arte, negozi e aree di presentazione; linea compatta e stile minimalista; box con alimentatore elettronico unito all'armatura cilindrica della lampada; innovativo bilancio termico con funzione COOL-TOUCH; lampade:1/20 W LED927-965; temperatura di colore regolabile tramite codificatore sul faretto in 6 livelli visivamente equivalenti (2700K, 3000K, 3400K, 4000K, 4900K, 6500K); tonalità stabilizzata elettronicamente per tutto il ciclo di vita; illuminamento regolabile sul faretto 10-100% indipendentemente dalla temperatura di colore; resa cromatica: RA 90; flusso luminoso: 620lm di luce proiettata; durata: dopo 50.000h 70% del flusso; potenza impegnata: 20W; con converter; tensione di rete: 220-240V/ 50/60Hz; luce senza UVA/IR; armatura in pressofusione di alluminio e profilo di alluminio estruso; superficie: vernice microstrutturata in antracite; punto di rotazione ribassato; faretto girevole di 365° e orientabile di 90°; fissaggio degli assi di movimento tramite chiave esagonale; lente ovale o soft-contour disponibile come accessorio a parte. Misure: Ø120x317 mm; peso: 2.2 kg;
- Illuminazione delle aree di servizio realizzata con Zumtobel MICROS-S come l'altra sala.

Risultati illuminotecnici

L'illuminamento delle opere in assenza di luce naturale si aggira intorno ai 300 lux. Il che potrebbe apparire un po' basso ma in realtà bisogna considerare che la presenza della luce naturale compensa l'illuminamento mancante, tenendo conto che il museo sarà aperto per lo più di giorno.

L'illuminazione delle opere appare abbastanza omogenea tranne per opere troppo allungate o troppo vicine agli apparecchi di illuminazione.

In generale le due sale sono abbastanza omogenee tra loro e i livelli d'illuminamento non si discostano di valori troppo elevati.

La gestione e il controllo della luce

Tutto l'impianto è gestito elettronicamente grazie al sistema di gestione Luxmate Professional di Zumtobel. Ogni lampada può funzionare in modo autonomo per rispondere ad ogni esigenza.

È dimmerabile per garantire un certo risparmio energetico e dare una sensazione di comfort al visitatore.