



(Caoduro)

# Illuminare dall'alto

**P**er illuminare dall'alto edifici di grandi dimensioni vi sono diverse possibilità di scelta. La soluzione più semplice è quella di optare per una delle diverse tipologie di lucernari: monolitici, termoformati, centinati; grazie alle moderne tecnologie di produzione, questi prodotti possono essere anche di notevoli dimensioni. L'alternativa è quella di utilizzare delle coperture costituite da una struttura e un rivestimento trasparente. Essendo elementi standardizzati modulari, i lucernari presentano i vantaggi di disponibilità in tempi brevi, costi minori, facilità di trasporto

**Come ottenere alti valori di illuminazione zenitale con prodotti standard: sistemi modulari in linea, lucernari di grandi dimensioni, "piccole" coperture vetrate**

**Antonella Pirovano**

e montaggio. Viceversa i sistemi trasparenti di copertura godono di una maggiore libertà progettuale e di minore standardizzazione degli elementi in quanto sono sistemi che vengono progettati di volta in volta a secondo delle esigenze.

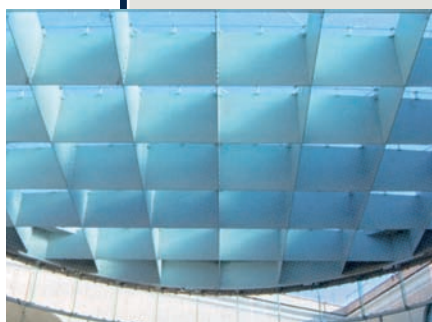
## **Lucernari monolitici**

I lucernari monolitici o monoblocco sono i prodotti più semplici per l'illuminazione dall'alto. Hanno dimensioni massime di circa 2 metri per 2. Possono essere a parete semplice (una sola lastra di materiale trasparente) o doppia (due lastre separate da intercapedine) con base quadrata, a vela o piramidale, rettangolare, a vela o circolare. Questi prodotti sono ottenuti per termoformatura (tecnica per produrre gusci in materiale polimerico partendo da una "dima" positiva) da lastre piane di PMMA (polimetilmetacrilato) o policarbonato compatto, materiali solitamente sottoposti a trattamenti di stabilizzazione ai raggi ultravioletti. La versione a parete doppia si realizza con camera d'aria che garantisce un

## In vetro, high-tech

Lucernario Musei Capitolini-Trait d'Union. Nuova ala dei Musei Capitolini in Roma, ristrutturazione del Giardino Romano che accoglie la statua del "Marcaurelio". Impresa

Ghepari Ing. Giancarlo, progetto Carlo Aymonino. Il grande lucernario trasparente a controllo solare e luminoso di forma ellittica, una vetrata verticale ad andamento ellittico che raccorda il lucernario con la copertura inferiore. Questa seconda copertura, in vetro opalescente a controllo termico e luminoso, ricopre il controsoffitto in vetro. La vetrata verticale, alta 4.50 m circa, nella sua posizione superiore incamera un sistema, appositamente progettato e realizzato, di lamelle in cristallo temperato a controllo solare, apribile con asse di rotazione centrale verticale e servocomandate da un sistema di bielle e rinvii ad andamento ellittico che regola automaticamente la ventilazione naturale sul perimetro. Tra la copertura ellittica e il sistema di gronde perimetrali (ellittiche) è stato realizzato un raccordo "non atmosferico" che permette il ricambio naturale della massa d'aria sottostante la pelle vetrata senza limitare la tenuta meteorica.



efficace valore di coibenza con conseguente riduzione della dispersione termica e della condensa. Solitamente la parete esterna è trasparente incolore, mentre quella interna è opale così da offrire il massimo della trasmissione della luce arrestando contemporaneamente la radiazione solare diretta ed impedendo la vista dell'eventuale pulviscolo atmosferico esterno. Per notevoli escursioni termiche possono essere realizzati anche lucernari a parete tripla.

La forma a vela, a pianta quadrata, rettangolare e circolare, è molto usata per i lucernari monolitici perché garantisce la massima resistenza agli agenti atmosferici grazie alla sua robustezza e alla minore opposizione all'azione del vento. I lucernari circolari, con opportuni accorgimenti, possono essere utilizzati anche su pareti verticali.

I basamenti o basi dei lucernari monolitici sono di solito strutture prefabbricate realizzate in parete doppia in metallo o

in resina poliester (vetroresina). I basamenti in lamiera zincata, acciaio o alluminio realizzano un sandwich con il metallo coibentato con un pannello in polistirene estruso. I basamenti in resina poliester sono costituiti da un sandwich con interposto uno strato di poliuretano espanso o schiuma poliuretana autoestinguente. Le basi vengono prodotte in varie forme per adattarsi a tutte le tipologie di copertura e con bordo inferiore sagomato per il raccordo con coperture ondulate o in lamiera grecata: per vani di grandi dimensioni vengono usati basamenti multipli monolitici autoportanti mediante accostamento di più basamenti singoli. Alcuni basamenti sono disposti per l'inserimento dell'aspiratore elettrico.

### Lucernari autoportanti termoformati continui

I lucernari termoformati continui sono costituiti da moduli che si possono ripetere posizionandoli in sequenza per la lunghezza voluta; consentono di ottenere superfici illuminanti di lunghezza indefinita. Questi lucernari hanno sezioni triangolari e ad arco tutto sesto o ribassato e sono dotati di testate terminali di chiusura. Gli elementi modulari di cui si compongono sono realizzati con speciali nervature o costolature di irrigidimento, poste ad interassi costanti, che garantiscono ai singoli elementi stabilità e resistenza. Tagliando le costolature al centro si ottengono dei sottomultipli.

I lucernari termoformati sono prodotti curvando a caldo lastre di polimeri termoplastici di particolare pregio quali

Tipologia	Tecnologia e materiali	Dimensione luce e apertura	Costi
Lucernari continui	Parete doppia in PMMA	Min. 60 cm	100,00 euro/m
		Max 200 cm	270,00 euro/ml
	Parete doppia in policarbonato compatto	Min. 60 cm	145,00 euro/m
		Max 180 cm	315,00 euro/ml
Lucernari centinati	Policarbonato alveolare	Min. 100 cm	108,00 euro/m
		Max 220 cm	220,00 euro/ml
		Aumentando curvatura (altezza/larghezza= 1/5)	270,00 euro/m
		Variazione per lucernari apribili	+ 180,00 euro cad.

polimetilmetacrilato e policarbonato. La resistenza all'urto risulta uniforme in ogni punto e sicuramente di valore più elevato, a parità di spessore, rispetto alla lastra curvata a freddo. In fase di stampaggio vengono ricavate delle costolature d'irrigidimento, ad interassi regolari che rendono il tunnel autoportante. I lucernari continui realizzati con lastre di PMMA (polimetilmetacrilato) possono essere a parete semplice e doppia e sfruttano l'alto coefficiente di trasmissione luminosa del materiale. Se oltre alla robustezza, alla diffusione luminosa e all'isolamento termico, è richiesto un ottimo comportamento agli urti e alla fiamma, la soluzione è fornita dai lucernari in policarbonato, del tutto simili a quelli in PMMA ma che presentano anche un'elevata resistenza al calore e alla fiamma. Dei lucernari termoformati fanno parte le cupole componibili autoportanti, che non richiedono ausili metallici fino a dimensioni di circa 8 metri; sono realizzate curvando a caldo

lastre di polimeri termoplastici di particolare pregio, come metacrilato antiurto e policarbonato. Il raccordo centrale può essere fornito con sistema di apertura elettrica per ventilazione. I lucernari termoformati continui, essendo prodotti completamente trasparenti, presentano il vantaggio, rispetto a sistemi con struttura portante, di consentire un passaggio di luce uniforme; inoltre l'assenza di centine metalliche fa sì che non esistano, con il variare delle temperature, problemi di incompatibilità tra materiali nella dilatazione evitando così la formazione di ponti termici e quindi di un'eventuale superficie di condensa.

#### Lucernari centinati

I lucernari modulari centinati presentano la caratteristica di potere ottenere superfici illuminanti di lunghezza indefinita, consentendo la più ampia flessibilità e libertà progettuale; a differenza dei termoformati, non prevedono vincoli parti-

colari per quanto riguarda ad esempio, l'altezza dell'arco, la distanza fra le centine e lo spessore delle lastre. I lucernari centinati, realizzati in parete semplice o doppia, sono costituiti da moduli aventi passo costante lungo tutta la copertura e incastrati mediante costolature centinate. Hanno le stesse caratteristiche dei termoformati a livello di sezioni e di modularità, ma sono composti da lastre piegate a freddo e trattenute in una struttura di centine di sostegno ed irrigidimento. I moduli possono essere dotati di dispositivo di apertura. Tra i lucernari centinati figurano anche le piramidi centinate, realizzate con falde inclinate a 45° e a 30°; il sistema si compone di centine all'interno delle quali vengono ricavati degli elementi a diamante, a parete semplice o doppia. I lucernari centinati sono costituiti da centine in alluminio e lastre curvate a freddo in metacrilato (PMMA) o policarbonato estruso a spessore costante. La lega di alluminio estrusa è protetta sia

#### Per grandi luci

**I lucernari architettonici Starlux sono prodotti con struttura portante in alluminio Lega 6060 e lastre di materiale plastico (PMMA o PC). Sono disponibili in tipologia curva e realizzabili nelle modalità a parete semplice e a parete doppia. Le lastre di tamponamento sono tenute in posizione con il sistema di fissaggio, che garantisce la libera dilatazione dei materiali impiegati e riduce le sollecitazioni nei punti d'appoggio e di fissaggio.**

(Coim)




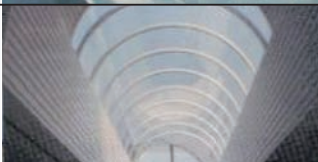
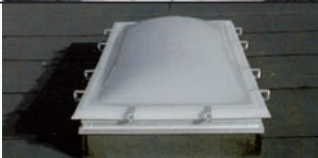
**Le lastre Coverlux sono in resina poliestere iso-ortoformica rinforzata con fibre di vetro tipo Roving più rinforzi di fili di nylon. Hanno la superficie all'estradosso protetta con uno strato di gel-coat; il gel-coat è una resina chimicamente ed indissolubilmente legata alla superficie sottostante, che preserva più a lungo dall'affioramento la fibra di vetro, ed inoltre garantisce una più lunga durata della capacità di trasmissione della luce.**

(Ondulit)

**Poliplast, nata per la commercializzazione di lastre, nel corso degli anni ha diversificato la propria attività, maturando un'esperienza specifica nella progettazione, produzione e posa in opera di coperture trasparenti. Soluzioni su misura vengono studiate di volta in volta con il cliente, in accordo con le esigenze estetiche e funzionali. Vengono realizzate soluzioni a tutta luce per l'illuminazione di vani di qualsiasi dimensione.**

(Poliplast)



Tipologie	Tecnologia	Dimensioni limite	Sezioni	Esempi
Autoportanti termoforati continui	Moduli accostati in sequenza realizzati con nervature di irrigidimento	Larghezza standard dell'elemento	Triangolari, ad arco, a tutto sesto o ribassato	
Centinati	Moduli accostati in sequenza composte da lastre piegate a freddo	Lunghezza e larghezza indefinite. Aumentando le dimensioni, aumenta lo spessore del materiale	Triangolari, ad arco, a tutto sesto o ribassato	
Monolitici	Termoforatura di lastre piane in PMMA o PC compatto. Versione a parete doppia: con camera d'aria, riduce dispersione termica e condensa	Base circolare: diametro max, 200 cm (luce netta). Base quadrata: luce netta max 200x200 cm. Base rettangolare: 165x250 cm	Base quadrata a vela o piramidale, rettangolare a vela, circolare	

per deposizione elettrolitica (anodizzazione) che con vernici a polvere epossidica. Le sedi per l'alloggio delle lastre ed il profilo di chiusura superiore sono solitamente provvisti di guarnizioni di tenuta in EPDM. I lucernari vengono forniti completi degli elementi perimetrali, strutturati in modo tale da scaricare all'esterno eventuali infiltrazioni d'acqua, e da poggiare direttamente sulla struttura d'imposta sia essa in calcestruzzo ama-

to, metallo o altro materiale.

I lucernari centinati consentono lunghezze e larghezze maggiori rispetto ai termoforati. Lo svantaggio di questi sistemi è che aumentando la dimensione, per rispondere alle esigenze di carico, aumenta anche lo spessore del materiale e quindi il peso del lucernario stesso.

#### I sistemi di apertura dei lucernari

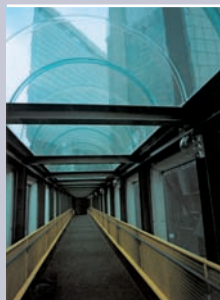
Il fatto che il lucernario sia apribile è

importante, non tanto per la possibilità di aerazione naturale, quanto per consentire le operazioni di manutenzione e pulizia. Le aperture possono essere di diverso tipo: manuale, passo d'uomo, elettrica, pneumatica.

I dispositivi d'apertura manuale con vite senza fine azionata da apposita asta a manovella sono fissabili a qualsiasi struttura d'appoggio sia essa prefabbricata in resina poliesteri, muretto in calcestruzzo,

**I lucernari della serie Compotart Vela ribassata, a parete semplice o doppia, sono stati studiati per ottenere un'ottimale diffusione di luce per illuminazione zenitale. Con il sistema di testata variabile non vi è alcun vincolo nel formare determinate lunghezze. Sono ricavati da lastre di metacrilato di prima qualità esenti da monomero di recupero. I lucernari Compotart Vela a parete doppia vengono raddoppiati e preforati direttamente in ditta; pertanto forniti pronti per la posa.**

(GAM Lucernari)



**I tunnel termoformati Caoduro vengono ricavati curvando a caldo lastre di polimeri termoplastici quali polimetilmetacrilato e policarbonato. Vengono usati a parete semplice quando non esistono particolari problemi di isolamento termico, a parete doppia per locali con clima controllato. In fase di stampaggio vengono ricavate delle costolature d'irrigidimento, ad interassi di 90 cm, che rendono il tunnel autoportante. Le testate di chiusura, fornibili a richiesta, sono realizzate per termoformatura da lastra piana in due forme diverse in base alla grandezza: lisce con bombatura e stampate a raggera (con nervature che danno rigidità per le massime dimensioni).**

(Caoduro)

**Omnia è una struttura reticolare spaziale composta da elementi tubolari metallici, collegati tra loro in modo da formare dei quadrati su due piani orizzontali. I quadrati dei due piani sono distanziati e collegati tra loro da elementi inclinati a 45° rispetto ai piani ortogonali alla struttura. In questo modo si ottiene un pacchetto strutturale in cui l'altezza è la metà del modulo quadrato di base. La struttura descritta è adatta a sostenere coperture realizzate con materiali leggeri, come vetri acrilici o policarbonati, e relativi sistemi di canalizzazione delle acque piovane ed è concepita per sopportare carichi di vento e di neve.**

(Zenit)



base in lamiera o altro. L'apertura manuale può essere a spinta semplice o tandem (in questo caso i punti di spinta sono posizionati sul lato lungo) ed il dispositivo a vite è azionato da un'asta fornibile in diverse lunghezze. L'apertura a passo uomo, corredata di gancio di chiusura e coadiutori di apertura completi di fine corsa, viene utilizzata per permettere l'accesso occasionale alla copertura, in occasione di manutenzioni od altro. L'azionamento avviene dall'interno agendo su una maniglia di blocco/sblocco e una o due molle a gas, a seconda della dimensione del lucernario. Queste molle hanno il compito di aiutare l'operatore nella fase di apertura del telaio superiore fino al raggiungimento di circa 80-90 gradi. L'apertura elettrica, sia essa semplice o tandem, viene azionata da uno o due motori monofase da 220 Volt schermati, con relè, fine corsa incorporato e salvamotore. Questo tipo di apertura può essere dotato di centralina di rilevamento pioggia e vento in grado di comandare la chiusura in caso di maltempo. Le aperture di tipo pneumatico al CO<sub>2</sub> sono dotate di pistone pneumatico collegato ad impianto ad aria. Hanno disinnescamento tarato a 68° C per l'evacuazione di fumo. Il sistema è del tipo a meccanismo autonomo e pertanto si apre al raggiungimento della temperatura ambiente di 68° C. Per poter funzionare come evacuatore di fumo occorre che sia collegato ad un impianto di rilevamento fumi. Lo stesso dispositivo, con apposita valvola selettiva, può essere utilizzato come apertura di ventilazione collegandola ad un impianto ad aria compressa elettrica antincendio con dispositivo elettrico per apertura giornaliera che viene fissato con apposita staffa onde ottenere un EFC con apertura di ventilazione elettrica.

### Altri sistemi per grandi luci

Per realizzare l'illuminazione zenitale di grandi luci vengono anche utilizzati i

## Gli evacuatori fumo e calore EFC

Il compito primario degli evacuatori di fumo e calore è quello di assicurare, in caso d'incendio, l'incolumità delle persone facendo fuoriuscire fumi e gas nocivi prodotti dalla combustione, rendendo l'opera di soccorso il più agevole possibile. La norma UNI 9494, ora integrata nella normativa europea EN 12101, è la norma di prodotto sull'evacuazione fumo/calore, che prevede delle regole precise sulla costruzione degli apparati di evacuazione, sul loro quantitativo e sul loro inserimento in copertura. La normativa vincola il numero di evacuatori da installare a parametri dipendenti dalle dimensioni del fabbricato, dalla tipologia dei materiali stivati, dalla presenza di sistemi di allarme e di barriere al fumo (che dividono all'interno lo spazio sotto la copertura formando serbatoi che per alcuni minuti raccolgono fumi o gas caldi che salgono dal braciere). La norma EN 12101 impone anche, per garantire l'efficienza aerodinamica del sistema, la presenza di aperture per immissione di aria, posizionate nella parte bassa del fabbricato tali da amplificare l'effetto ascensionale dei gas caldi. I dispositivi di evacuazione fumo e calore EFC devono essere realizzati con materiali di qualità, in modo tale da ottemperare a quanto previsto dalla normativa armonizzata EN 12101-2. Il loro funzionamento si basa sull'azionamento, tramite gas compresso CO<sub>2</sub>, di un meccanismo di spinta, potente e affidabile, tale da assicurare l'apertura anche nelle situazioni più critiche di neve e vento. La chiusura del telaio avviene tramite due punti di tenuta i quali rendono il sistema stabile e garantito contro aperture accidentali. L'evacuatore oltre all'apertura in emergenza può essere dotato di un meccanismo elettrico di apertura per ventilazione giornaliera. La completa gamma di accessori (dispositivi di apertura a distanza manuale o automatica) rende questi sistemi flessibili alle esigenze progettuali e applicative più restrittive.



sistemi di copertura trasparenti, senz'altro più costosi e complessi rispetto ai lucernari di grandi dimensioni ma che consentono una maggiore libertà progettuale. Si tratta di realizzare una superficie orizzontale vetrata utilizzando dei sistemi strutturali modulari portanti ai quali vengono sovrapposte lastre trasparenti in vetro o materiale plastico. Il sistema strutturale può essere a rotule o simili, strutture reticolari, vetri strutturali; si tratta in ogni caso di un sistema che deve essere progettato di volta in volta. Il vetro utilizzato in orizzontale deve essere temprato e stratificato, per avere migliori prestazioni dal punto di

vista della resistenza meccanica, della resistenza allo shock termico, della sicurezza in caso di rottura delle lastre. Le lastre traslucide plastiche sono realizzate in due materiali, resina poliestere e polycarbonato, con caratteristiche differenti per poter soddisfare ogni tipo di esigenza. La resina poliestere (vetroresina) utilizzata ha un elevato grado di trasparenza, è stabilizzata alla luce e rinforzata con fibre di vetro, spesso con l'aggiunta di uno strato di gel coat contro l'affioramento di fibre di vetro. Le lastre in resina poliestere curve grecate vengono utilizzate soprattutto per l'illuminazione di capannoni industriali.