



# PLUS ME

Public Lighting Unit System  
for ME street lighting categories



**POLITECNICO  
DI MILANO**

**Design Direction**

Politecnico di Milano  
Dipartimento INDACO  
Laboratorio Luce

02 Agosto 2012



Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico Piano Annuale di Realizzazione 2011 Progetto 3.2 “Studi e valutazioni sull’uso razionale dell’energia: innovazione nella illuminazione pubblica: nuove tecnologie ed integrazione smart con altre reti di servizi energetici” Allegato Tecnico all’Accordo di Collaborazione tra ENEA e Politecnico di Milano, Dipartimento INDACO per una attività di ricerca dal titolo: “Advance LED lighting design nell’illuminazione pubblica”

## Attività C.2 Ricerca progettuale PLUS ME



PLUS ME | Concept



Visione | Metamorfosi LED  
Overview | Modulo e sistema modulare  
Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica  
Progetto | Dimensionamento geometrico del modulo



PLUS ME | Modulo  
PLUS ME | Moodboard  
PLUS ME | Sketches



PLUS ME | Progettazione  
Progetto | Modulo PLUS ME  
Progetto | Dimensioni del modulo PLUS ME  
Progetto | Visualizzazioni  
Progetto | Materiali e finiture  
Progetto | Componenti modulo PLUS ME  
Progetto | Caratteristiche fotometriche  
Progetto | Dissipazione termica



Progetto | Considerazioni



PLUS | Sistema

SISTEMA PLUS ME | Configurazioni  
SISTEMA PLUS ME | Moodboard  
SISTEMA PLUS ME | Sketches

Concept | Leaf Plus ME  
Concept | Grow Plus ME  
Concept | Between Plus ME



**PLUS ME | Concept modulo**

## VISIONE

---

- +** **ELSE & LESS**, trasformazione formale con riduzione di materiale
- +** **OPEN SYSTEM**, longevità di sistema tramite modularità
- +** **RESPONSIBILITY**, efficienza ed efficacia

# Overview | Modulo e sistema modulare

Descrizione

Immagine

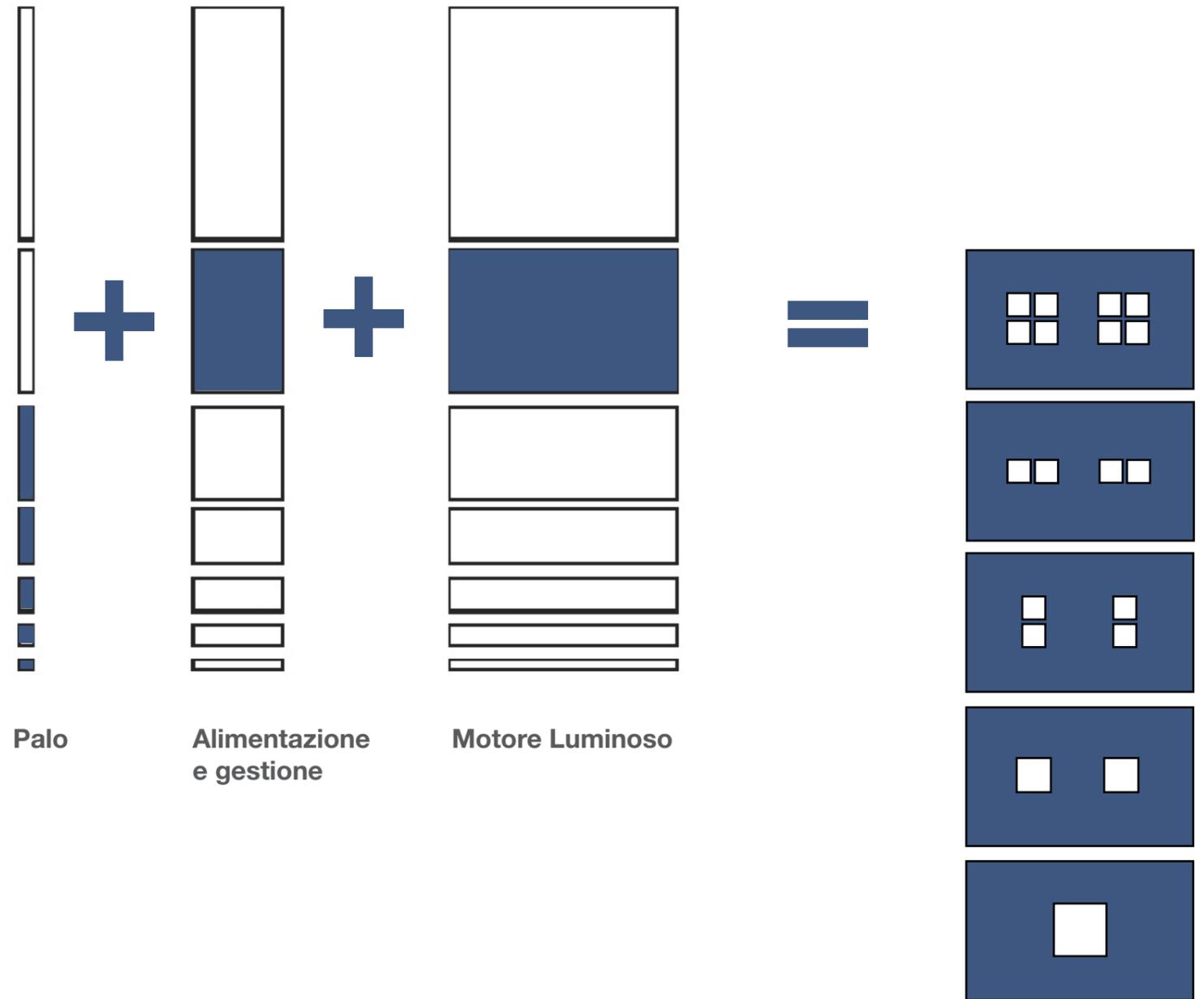
L'apparecchio per esterni classico è stato ripensato e ridisegnato in maniera completamente nuova, sia nella concezione dell'intero sistema sia nella forma che le nuove sorgenti di illuminazione LED dovrebbero avere: **il sistema modulare**.

**Il concept del modulo e del sistema modulare** si allontana completamente dal concetto di apparecchio monoblocco che ospita tutti gli elementi funzionali all'illuminazione (testa luminosa e componenti elettriche) all'interno di una scocca unica posta in testa al palo.

Il design del modulo e del sistema modulare prevede la distinzione in più componenti o blocchi logici funzionali del sistema di illuminazione al fine di ottenere un sistema riconfigurabile, flessibile, facilmente manutenibile e con una forma funzionale estremamente nuova rispetto alla tradizione. Il processo di scomposizione e ricomposizione funzionale prende il nome di **design by components** ed ha un duplice scopo: da un lato disegnare un oggetto più funzionale e più sostenibile perchè composto da elementi facilmente disassemblabili e **sostituibili separatamente (in base al proprio ciclo di vita, all'evoluzione tecnologica e alle necessità di manutenzione)**; dall'altro determina, in maniera quasi automatica, un'estetica e una forma completamente autonomi rispetto al tradizionale apparecchio di illuminazione per esterni. L'apparecchio di illuminazione PLUS è caratterizzato da tre blocchi logici funzionali che permettono, grazie alla ricombinazione delle parti e al design di un sistema aperto, diverse configurazioni e possibili applicazioni.

**Il motore luminoso diventa modulo ottico - termico - meccanico** ed è stato progettato e pensato al fine di poter alloggiare diverse tecnologie a LED in continua evoluzione, in modo da prolungare la vita dell'apparecchio e del design dello stesso.

## DESIGN BY COMPONENTS



MODULES

# Overview | Modulo e sistema modulare

Descrizione

Immagine

Il modulo è caratterizzato da una sovrapposizione di una serie di layer funzionali ed è ridotto al minimo dei componenti e degli spessori utili alla funzionalità del sistema.

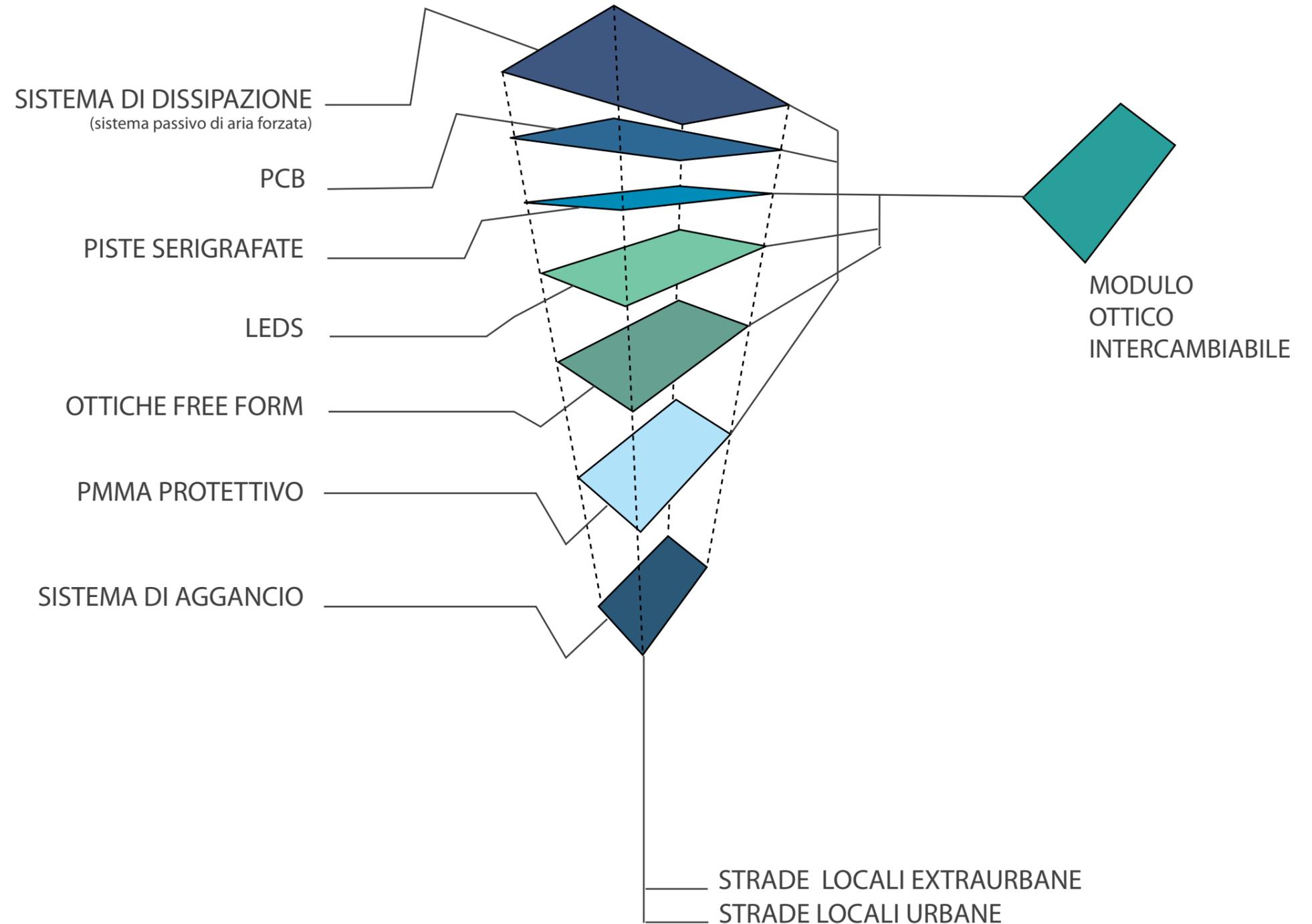
Il modulo sarà dunque caratterizzato e configurato come un pacchetto progettato composto da PCB, da Power LED e da una combinazione di ottiche free-form intercambiabili, per esempio di due tipi combinati, in base al raggiungimento della categoria illuminotecnica considerata.

Si tratta sostanzialmente di un blocco logico di luce perchè provvisto dei LEDs e ottiche free form a cui si aggiunge un sistema di chiusura ovvero una coppa in PMMA e il sistema di dissipazione integrato per rendere il tutto completamente integrato e funzionante sia a livello fotometrico che termico. Il sistema di alimentazione viene svincolato dal modulo e diventa elemento da vincolarsi al palo o alla forma dell'apparecchio di illuminazione completo. I layer da cui è composto il modulo sono rappresentati nello schema a lato.

Il modulo è stato implementato al fine di essere adatto ad illuminare una strada a traffico motorizzato.

La principale applicazione del prodotto sarà all'interno dell'illuminazione urbana e questo porta ad escludere le strade classificate come A1 (autostrade extra-urbane) ed A2 (Strade di servizio alle autostrade) e le strade di tipo B,C,D,E.

L'interesse di progetto e ricerca sarà focalizzato su un prodotto capace di rispondere alle esigenze delle strade classificate come F, che rappresentano il caso più frequente nell'illuminazione urbana: in particolare alle **classi F1 ed F2, ovvero nello specifico strade locali extraurbane e urbane**. Per questi tipi di strade, la categoria illuminotecnica più performante a cui dovrà rispondere il progetto sarà la classe ME3a, mentre requisiti meno rigorosi saranno previsti per la categoria ME6.



# Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica

## Descrizione

La progettazione del modulo LED prevede una prima fase di selezione dei LED e delle ottiche e analisi delle fotometriche che queste lenti riescono a produrre.

Dopo un'attenta analisi comparativa di diverse soluzioni costituite da LED e LENTI TIR FREE FORM volta a determinare le migliori performance illuminotecniche e di design rispetto al modulo LED, si è scelto di proseguire la progettazione rispetto alla soluzione che, a livello di design, risulta maggiormente declinabile secondo diverse configurazioni funzionali.

La soluzione selezionata è dunque riferita alle **LENTI LEDIL serie STRADA MODULE SERIES C12360\_STRADA-2X2-DNW**, in PMMA trasparente resistente alle alte temperature e agli UV in sistemi da 4 lenti ciascuno modulo di due tipologie differenti.

Un modulo è caratterizzato da **8 LED CREE XM-L**, selezione di flusso T6 con tonalità della luce 5000 K, alimentati alla corrente di 1.2 A, per una potenza assorbita pari a 3.51 W. Nello specifico del progetto, dunque, **i LED presentano un flusso di 410 lumen con un'efficienza di 117 lm/watt ad una temperatura di giunzione di 70°C**. La potenza complessiva di ciascun modulo risulta pari a 28.8 W (escluse le perdite del sistema di alimentazione).

## Immagine

LED CREE XM-L (selezione di flusso T6)  
CCT 5000 K  
410 lumen a 1.2 A per  $T_j=70^\circ\text{C}$

LENTE STRADA MODULE SERIES  
C12360\_STRADA-2X2-DNW  
per LED CREE XM-L  
Colore trasparente  
Dimensioni 50x50x11.5 mm  
Materiale PMMA



# Progetto | Selezione del sistema LED + Ottica

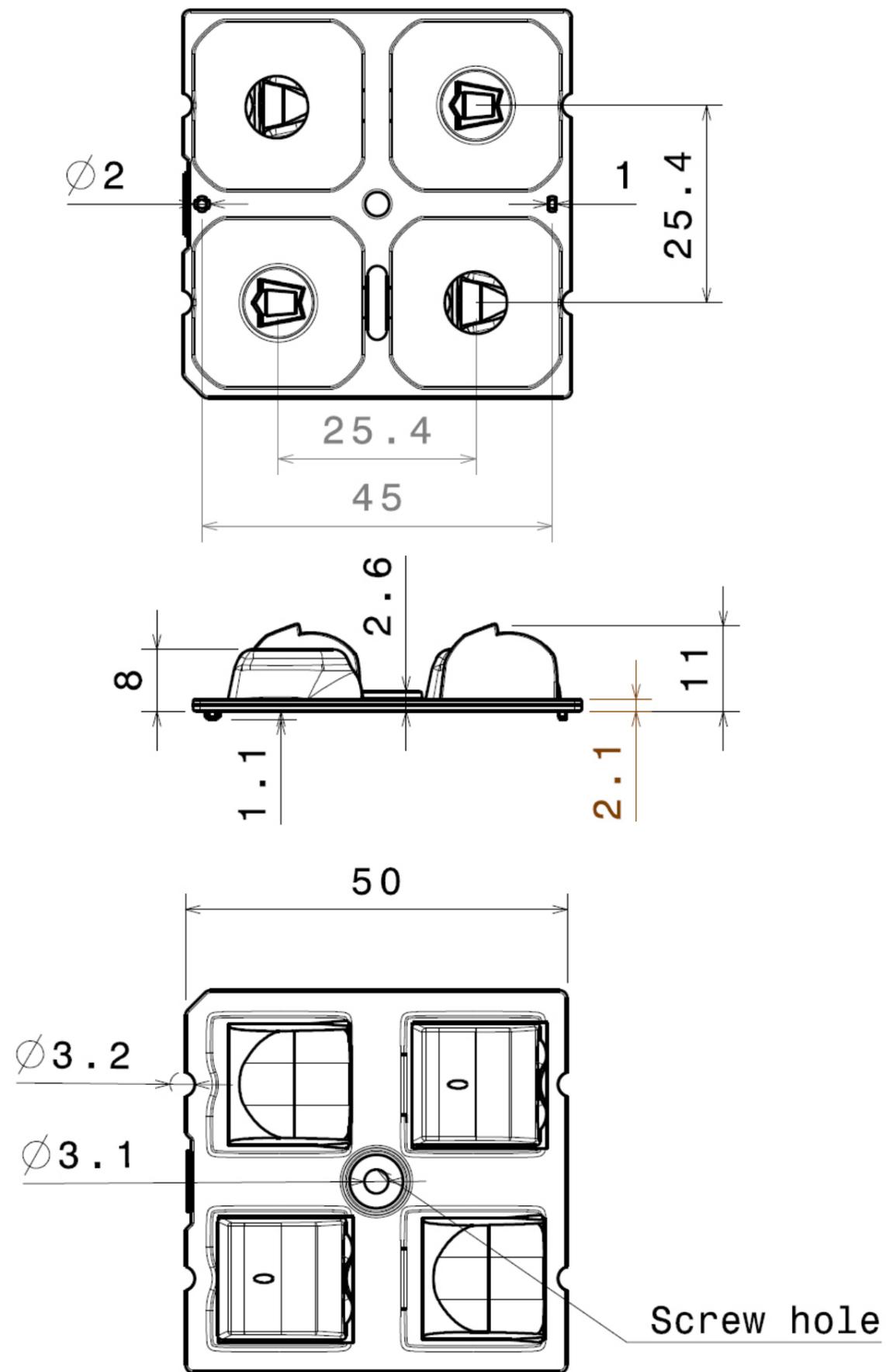
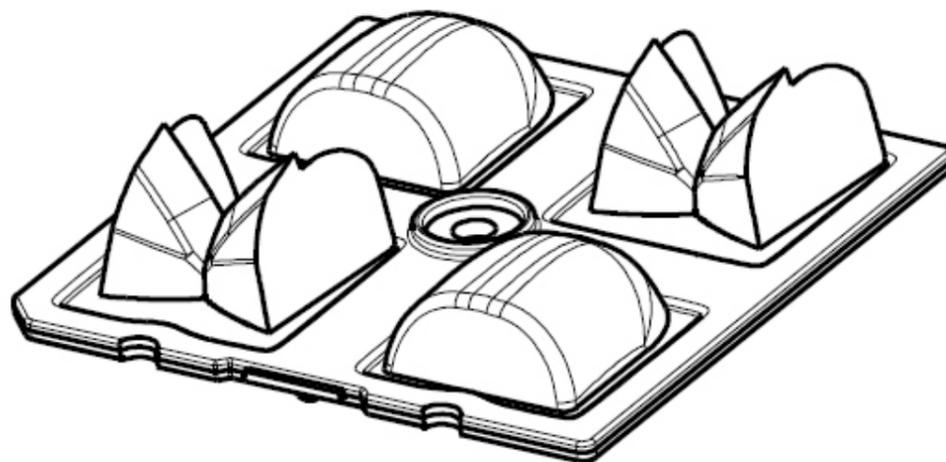
## Descrizione

Il progetto del modulo prevede l'inserimento di 8 LED secondo uno schema di due gruppi da 4 e impiega un modulo di lenti miste per applicazioni stradali. Tali lenti dovrebbero garantire una efficienza di oltre il 90%; inoltre la disponibilità di diverse distribuzioni fotometriche consente di combinare in modo opportuno diverse lenti ottenendo fotometrie adatte a diverse condizioni di impiego.

Il modulo è equipaggiato, quindi, da 2 **STRADA MODULE SERIES C12360\_STRADA-2X2-DNW** della **LEDIL**. Tali moduli sono stati inseriti distanziati nella configurazione finale in maniera tale da ridurre la reciproca ombreggiatura delle emissioni luminose delle singole lenti e quindi il decadimento delle prestazioni delle stesse. L'emissione luminosa delle ottiche è stato schermato opportunamente in modo da rispettare i limiti di abbagliamento (parametro T1%) e quelli relativi all'inquinamento luminoso che prevedono un'emissione inferiore a 0.50 cd/klm per angoli gamma superiori o uguali a 90°, rispetto alle verticale.

Le dimensioni, derivate da catalogo LEDIL, sono riportate nei disegni al lato.

## Immagine



# Progetto | Dimensionamento geometrico del modulo

## Descrizione

Si è proceduto a un dimensionamento di massima del modulo cercando di stabilire le dimensioni minime che consentissero di raggiungere la desiderata dissipazione termica dei LEDs (si è fissato  $T_j=70^{\circ}\text{C}$ ) e la necessaria schermatura delle sorgenti per soddisfare i vincoli posti dalle leggi regionali sull'inquinamento luminoso e per limitare l'abbagliamento debilitante.

Le dimensioni del modulo sono influenzate anche dall'ombreggiatura reciproca delle lenti che si genera quando sono avvicinate le une alle altre per costituire il modulo dell'apparecchio di illuminazione.

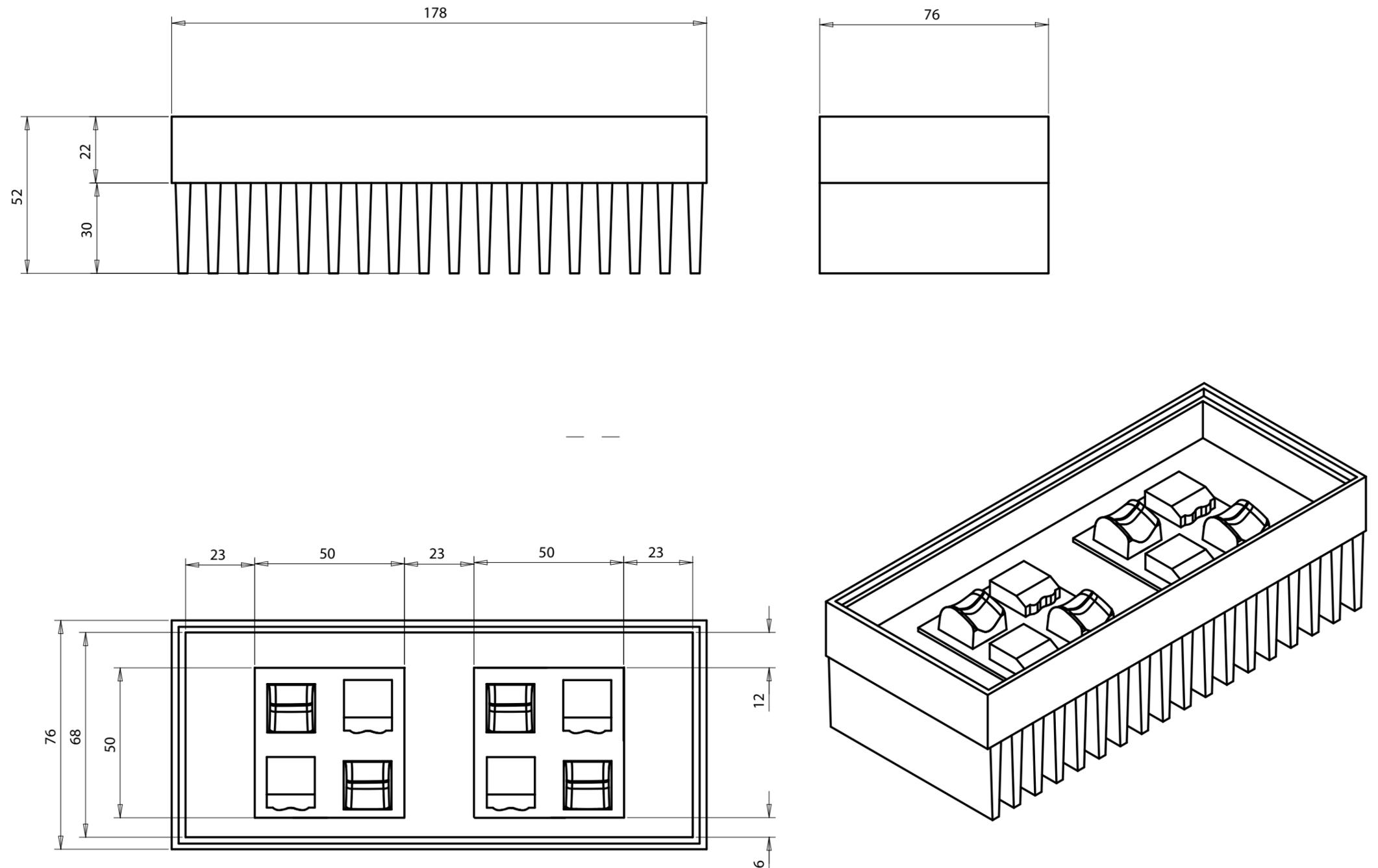
Al lato si riporta una preliminare determinazione geometrica del modulo. Le dimensioni riportate nei disegni sono state successivamente riverificate e modificate a seguito di misure sui LED con le LENTI. La nuova fotometria è stata dunque utilizzata per verificare l'effettiva performance della geometria del supporto. Per questo motivo, ulteriori successivi step progettuali hanno portato all'ampliamento del supporto geometrico per favorire le prestazioni fotometriche del modulo stesso.

## Immagine

### DIMENSIONAMENTO MODULO

considerando due moduli di lenti  
STRADA MODULE SERIES  
C12360\_STRADA-2X2-DNW  
per LED CREE XM-L

Misure in mm

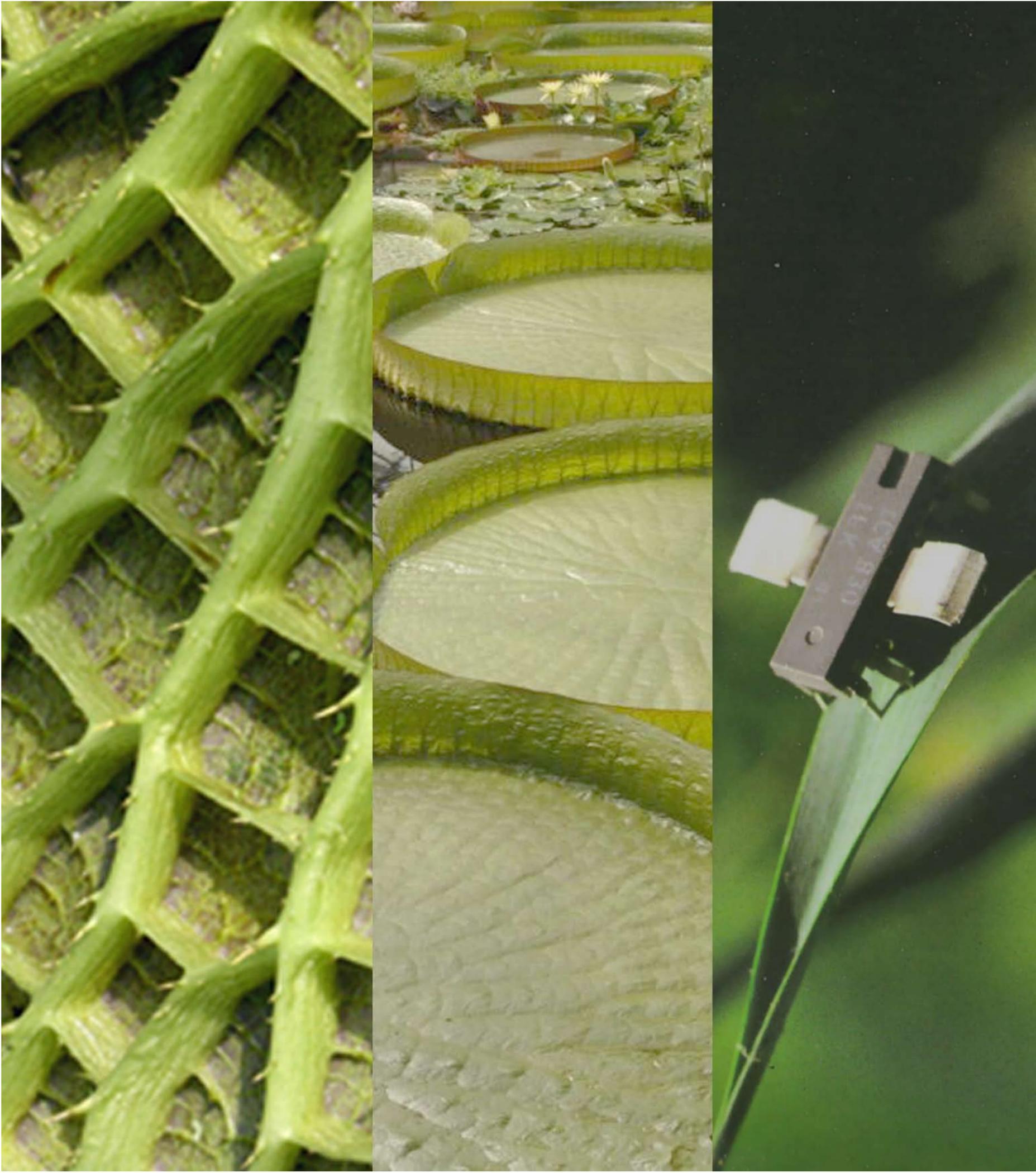




**PLUS ME | Modulo**

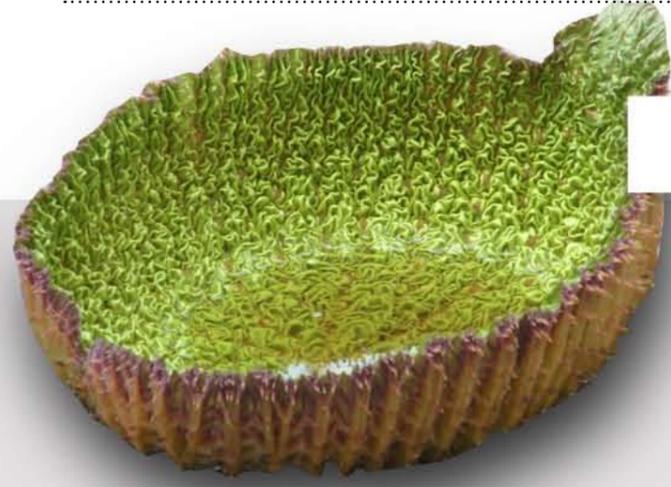


PLUS ME | Moodboard



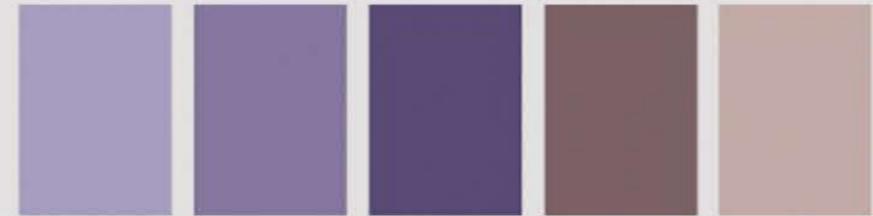
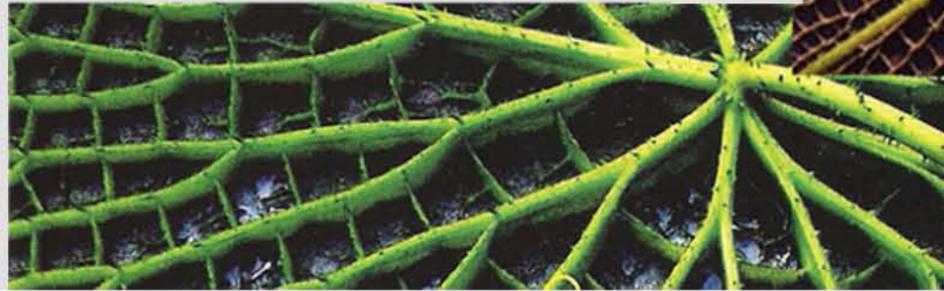
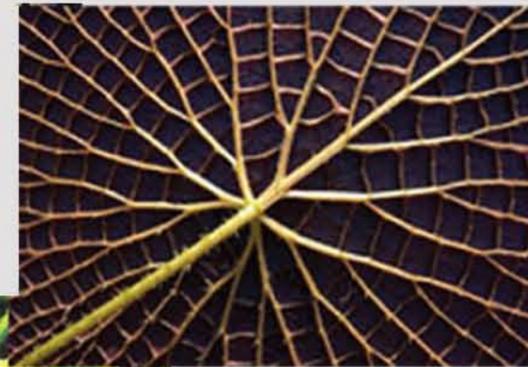
# Moodboard | Module

*Immagine*

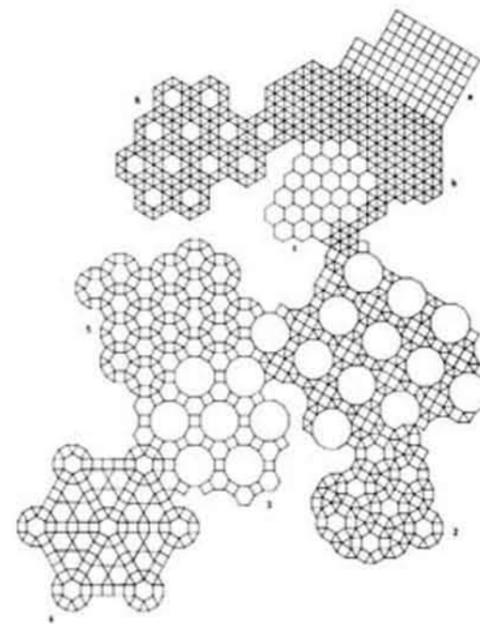


Nature | Euryale

*fitomorfismo*



*scultura naturale*



*ritmica del modulo*

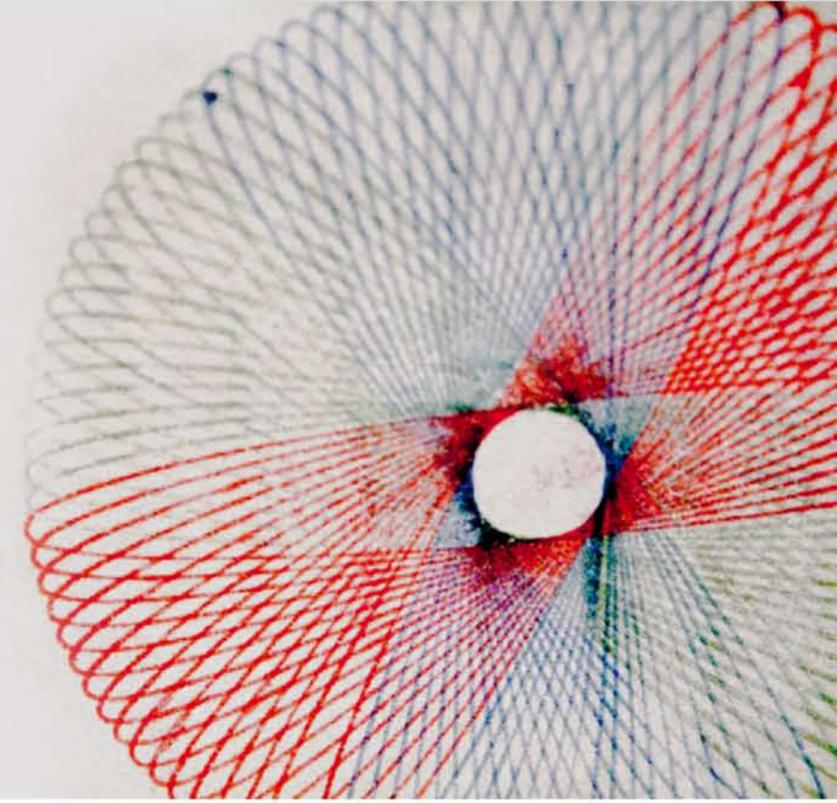
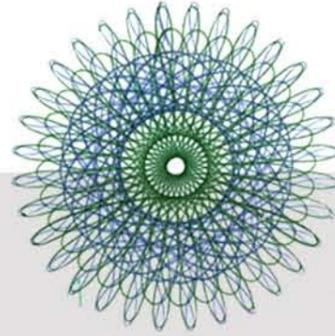
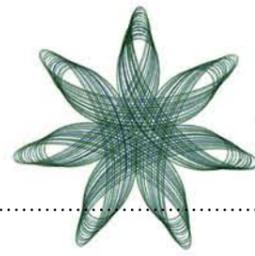
Moodboard | **Shape**

*Immagine*

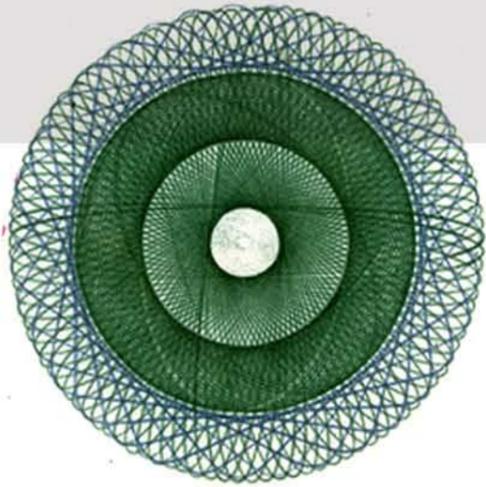
Spiral | Spirograph



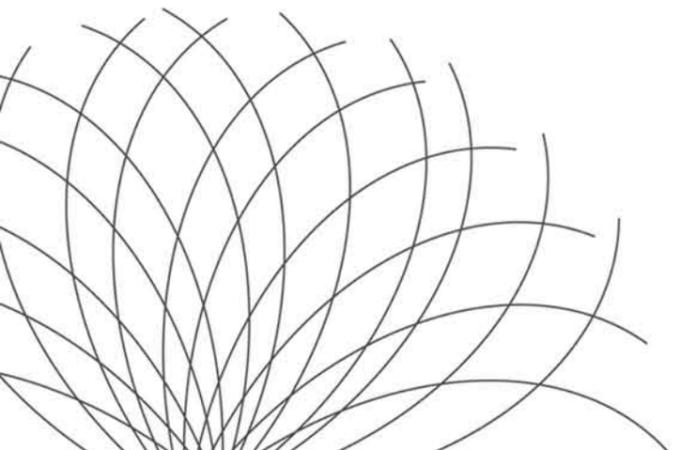
*dissipazione termica*



*fitomorfismo*



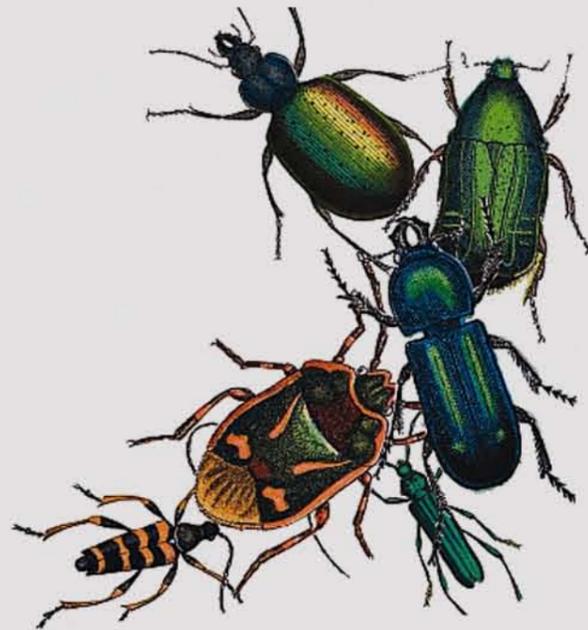
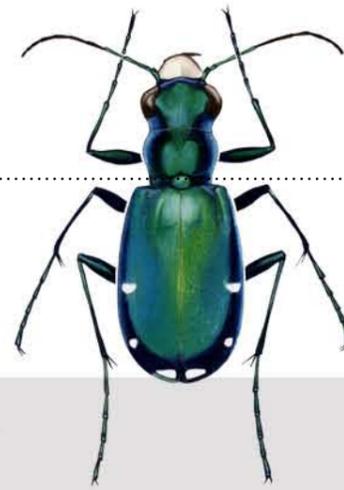
*alettatura*



# Moodboard | Colours and finiture

*Immagine*

Iridescent | Superbright



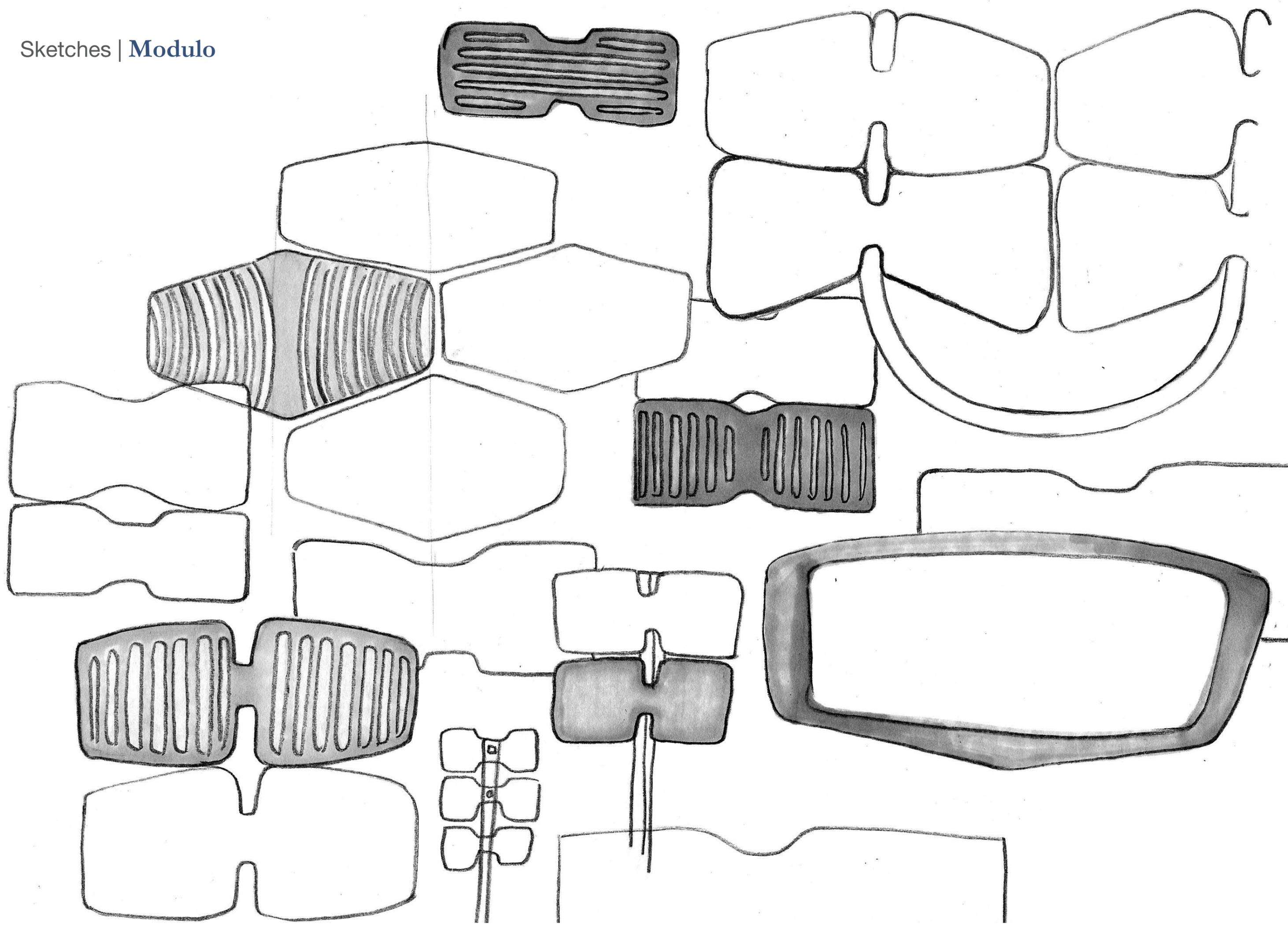
*colori interattivi con la luce*

*mutevolezza*

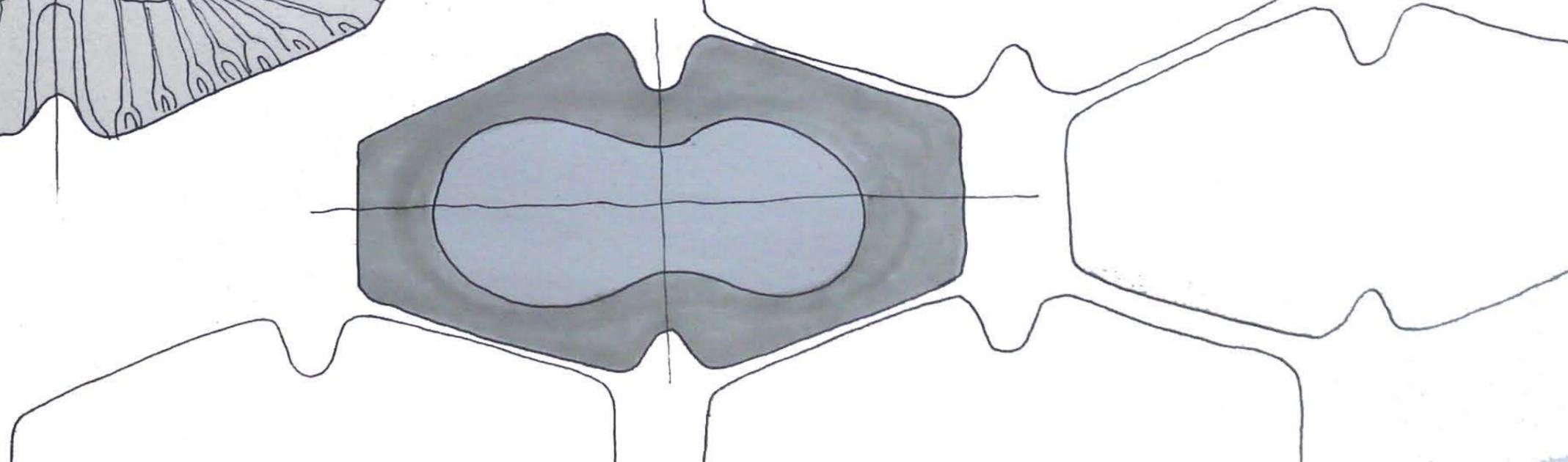
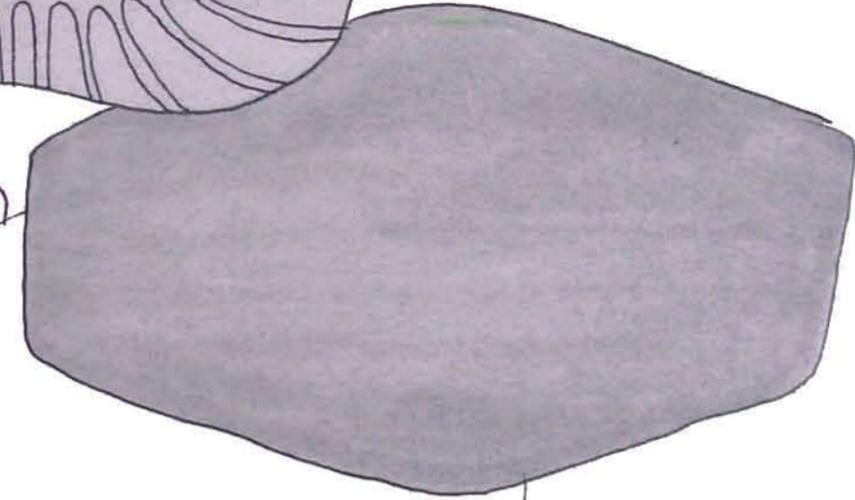
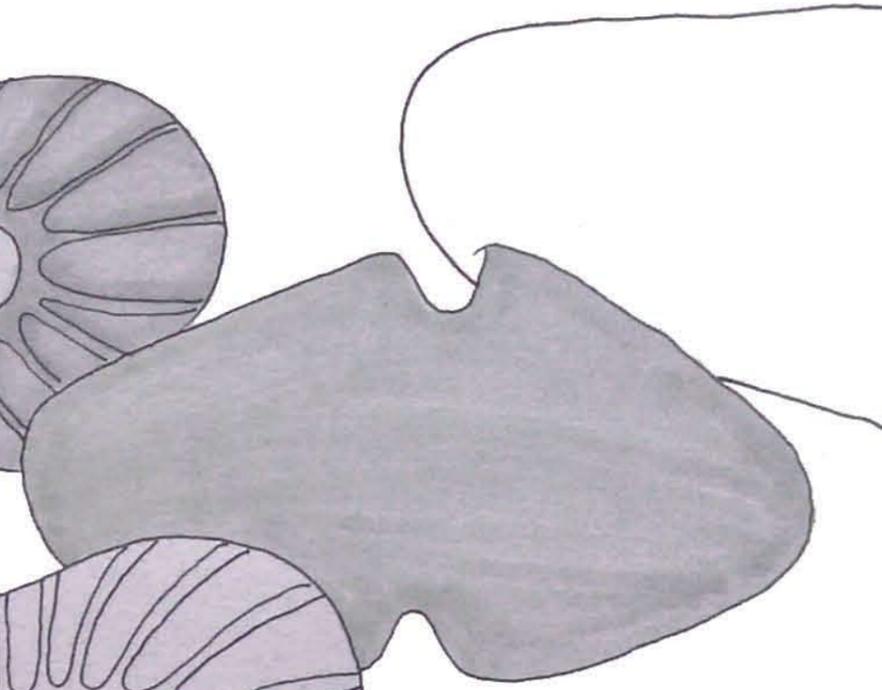
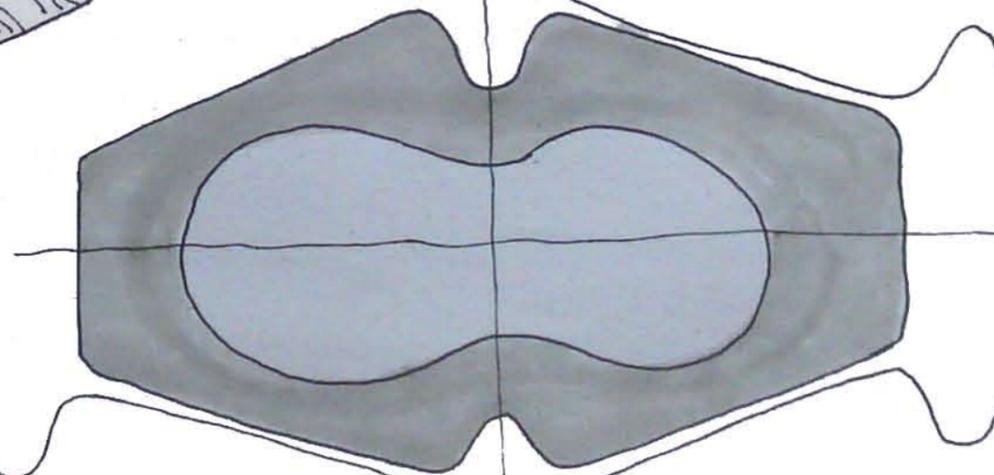
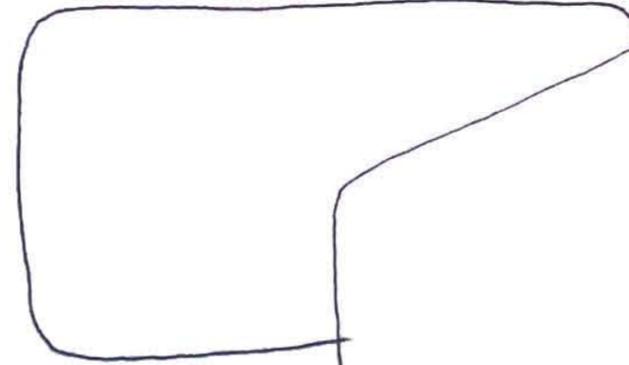
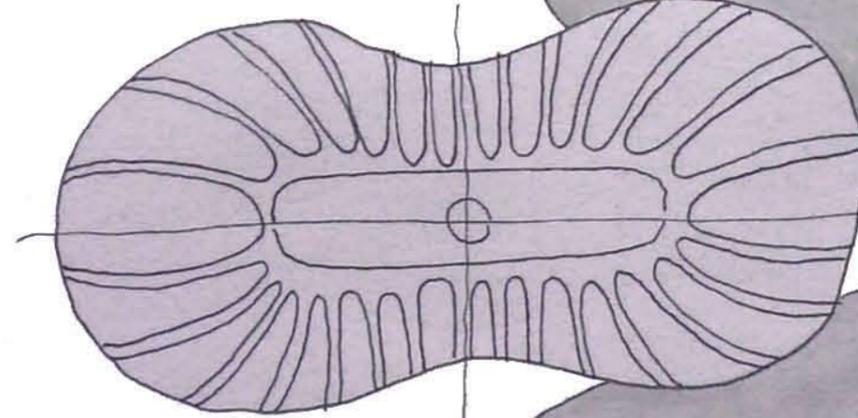
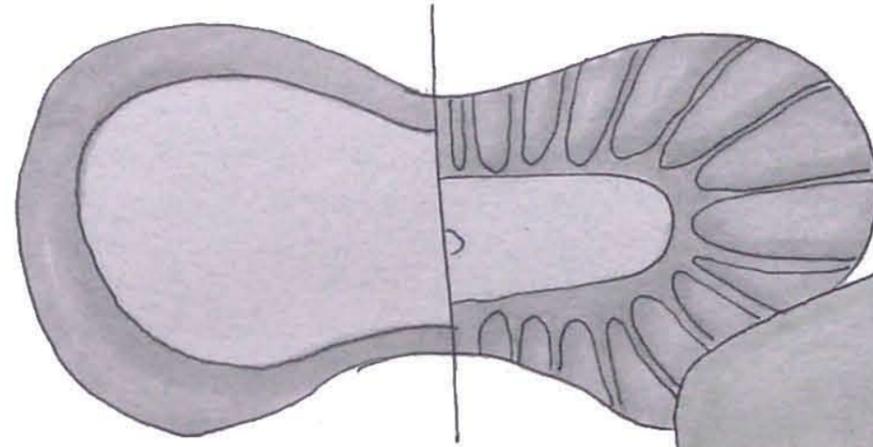
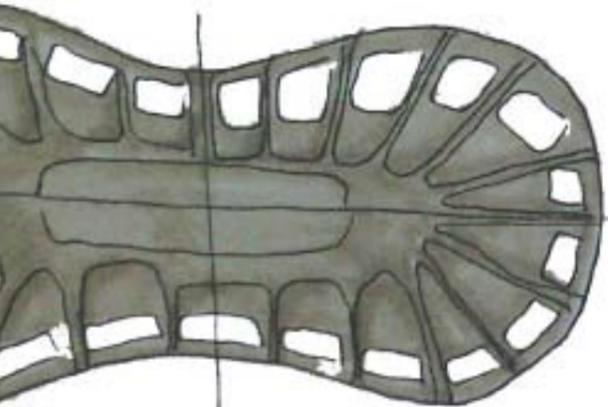
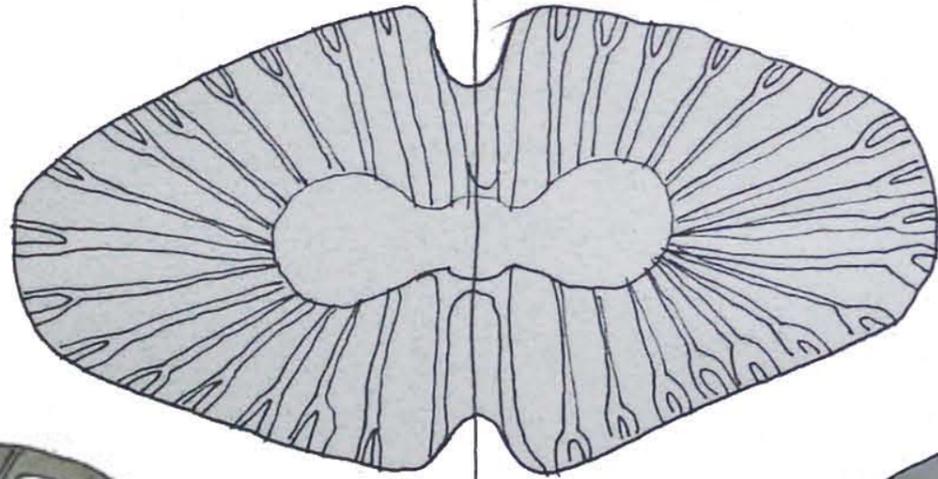
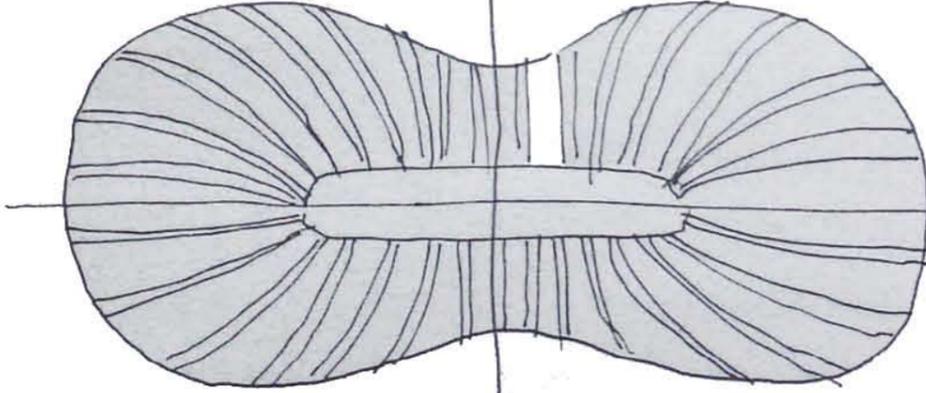
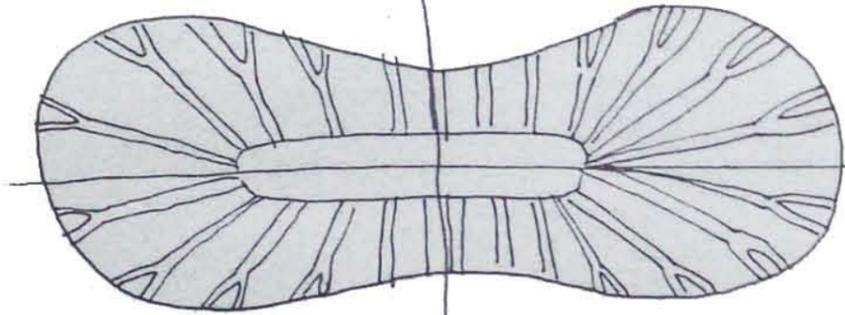
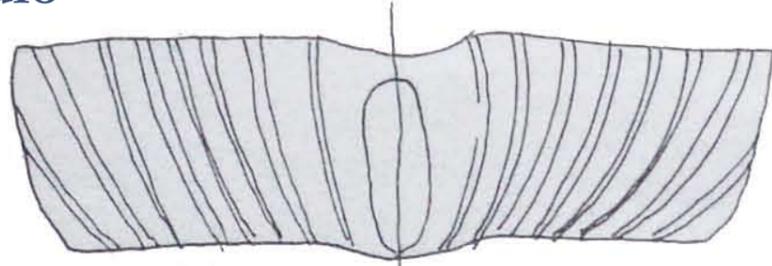
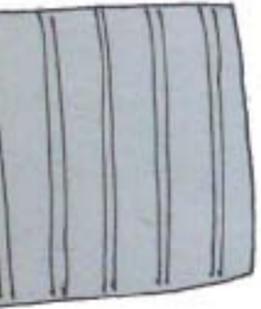


*riflessione*





Sketches | **Modulo**





**PLUS ME | Progettazione**

## 0 > DESIGN BRIEF

## 1 > STATO DELL'ARTE: LED + LENTI + APPARECCHI A LED

disponibilità  
costi  
prestazioni  
caratteristiche

## 2 > DEFINIZIONE DEI REQUISITI

prestazioni di luce  
soluzioni di design  
fattibilità produttiva

## 3 > DESIGN

prestazioni ottiche e termiche  
+  
definizione della geometria e meccanica

test  
simulazioni virtuali software e  
misure strumentali

ridefinizione

validazione

## 4 > PROTOTIPO

definizione finale e prove

# Progetto | Modulo PLUS ME

## Descrizione

### MODULO PLUS ME

#### Caratteristiche:

Modulo unico per forma e dimensioni.

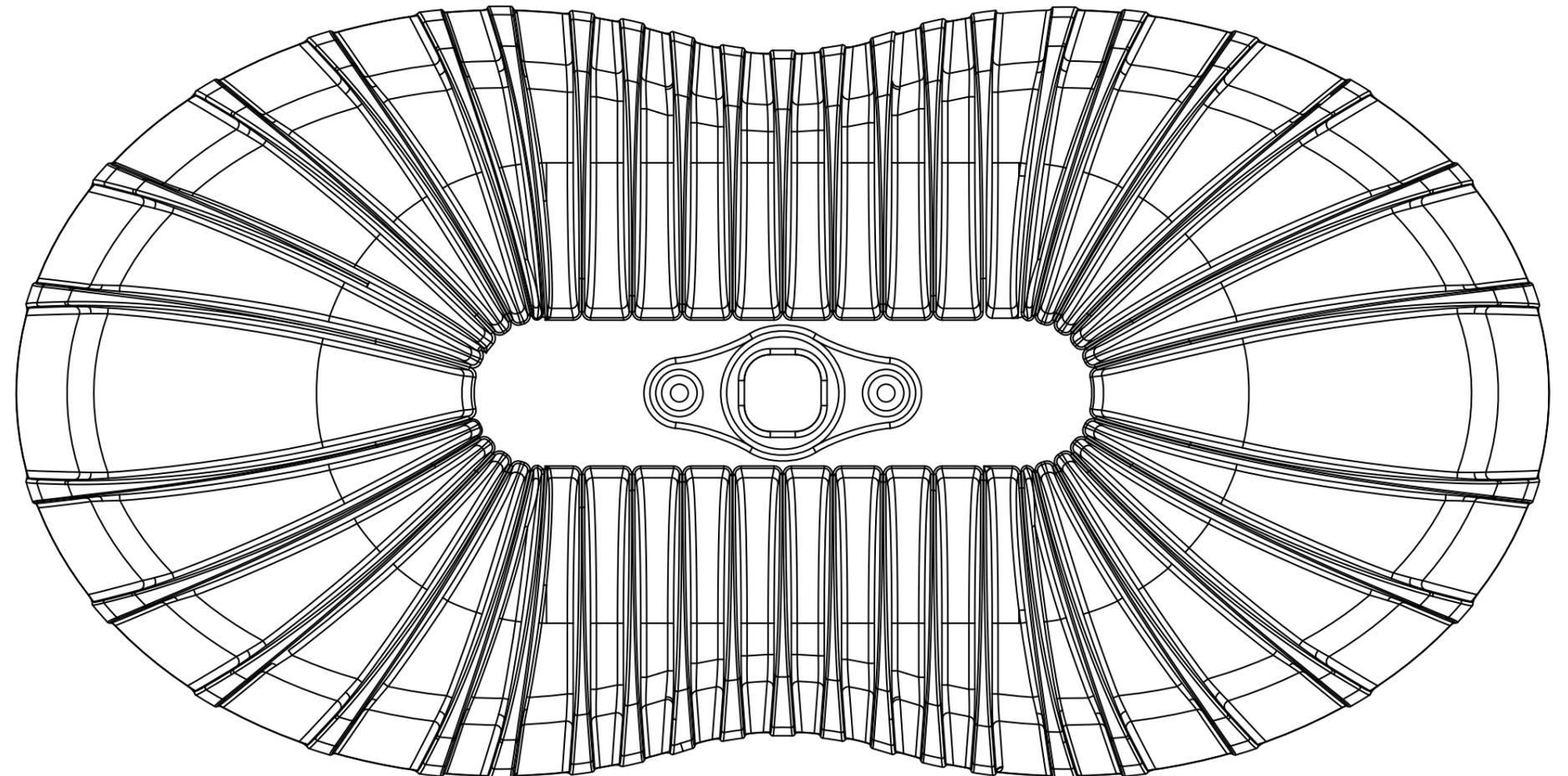
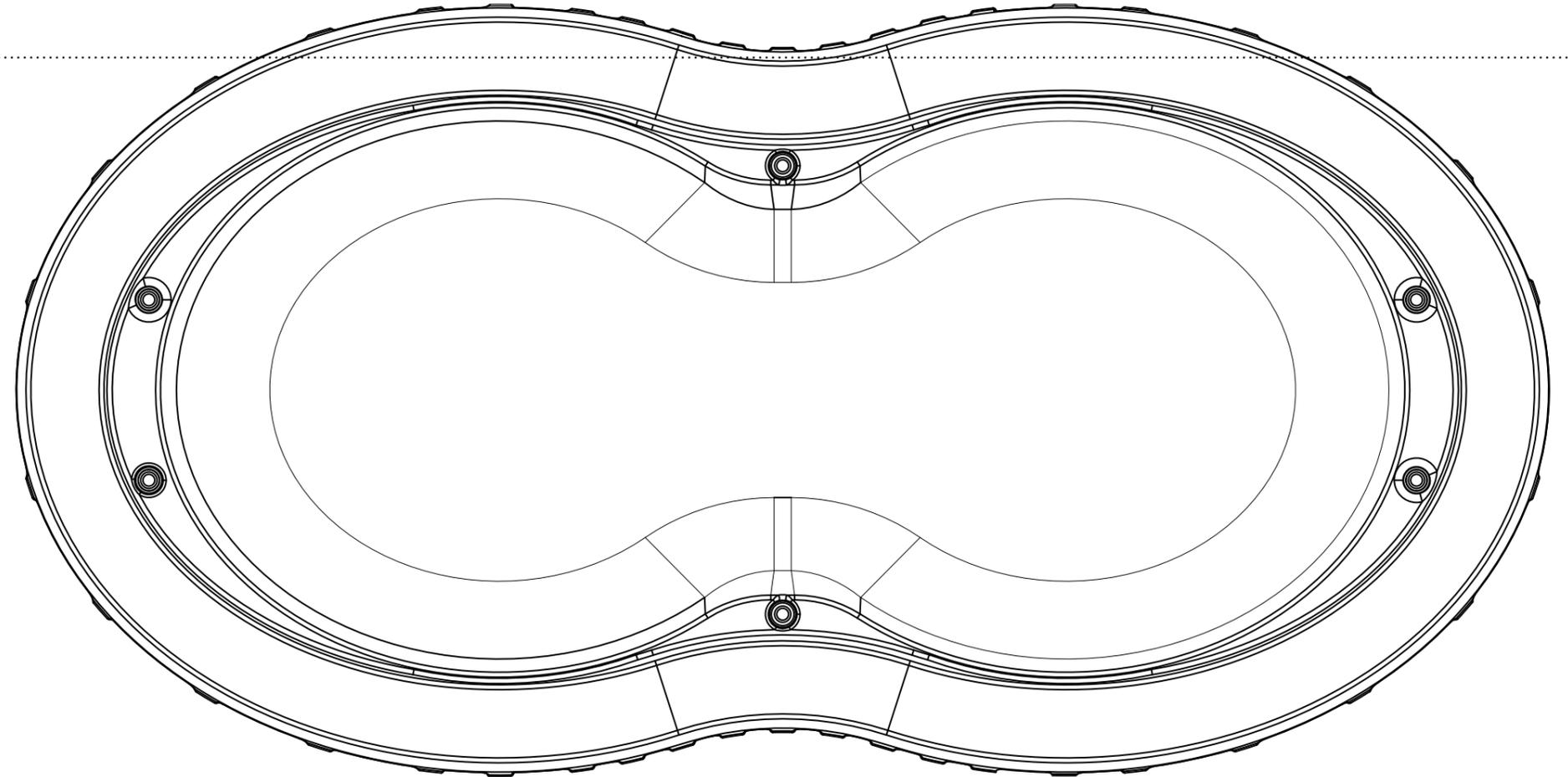
La ripetizione in 4, 3 o 2 esemplari determina il soddisfacimento dei requisiti delle differenti categorie illuminotecniche di riferimento. L'apparecchio viene dunque equipaggiato con un numero maggiore o minore di moduli rispetto ai requisiti illuminotecnici da soddisfare.

Il modulo è caratterizzato da una forma compatta e pochi componenti: la parte inferiore ospita il sistema ottico costituito dai LED e dalle ottiche freeform, da una lente protettiva e di chiusura della parte elettrica.

La parte superiore, diversamente, è funzionale alla dissipazione termica e all'aggancio del modulo al sistema dell'apparecchio.

## Immagine

### MODULO ME



# Progetto | Dimensioni del modulo PLUS ME

## Descrizione

Il modulo PLUS ME è costituito da un massimo di 8 LED e da due elementi ottici (costituiti a loro volta da 2 diverse tipologie di lenti), al fine di minimizzare i tempi e le difficoltà della fase di montaggio del prodotto.

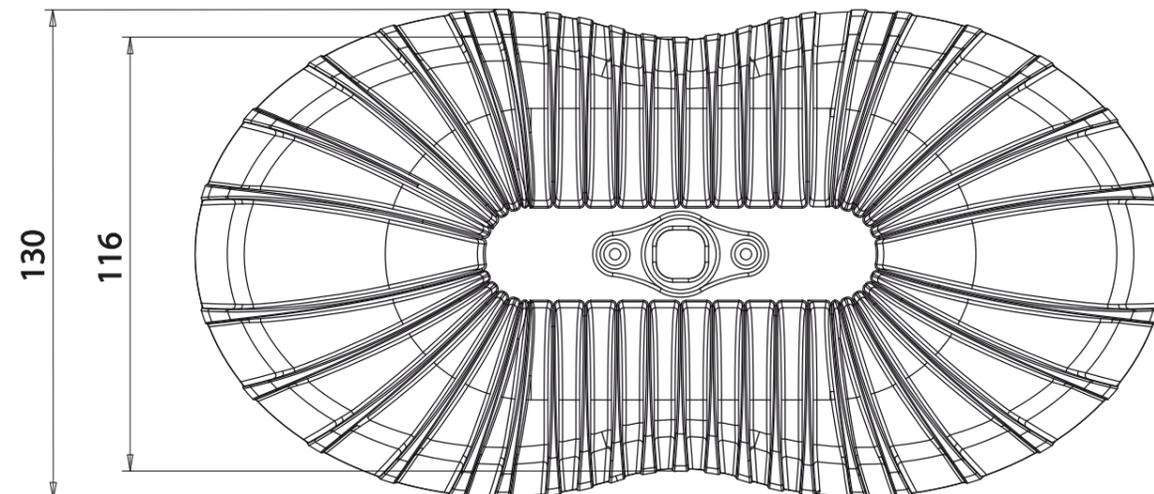
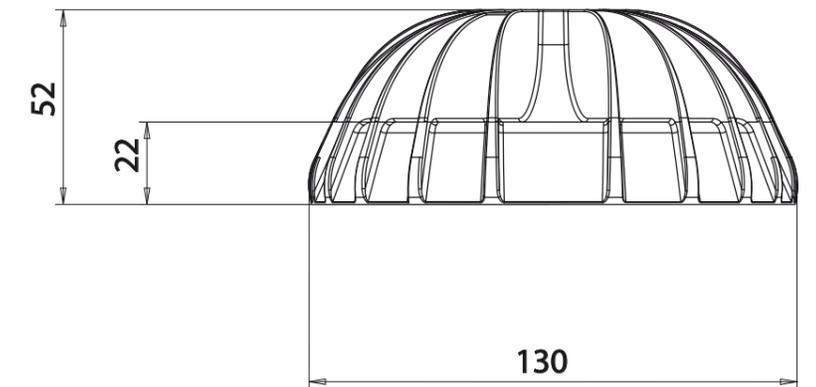
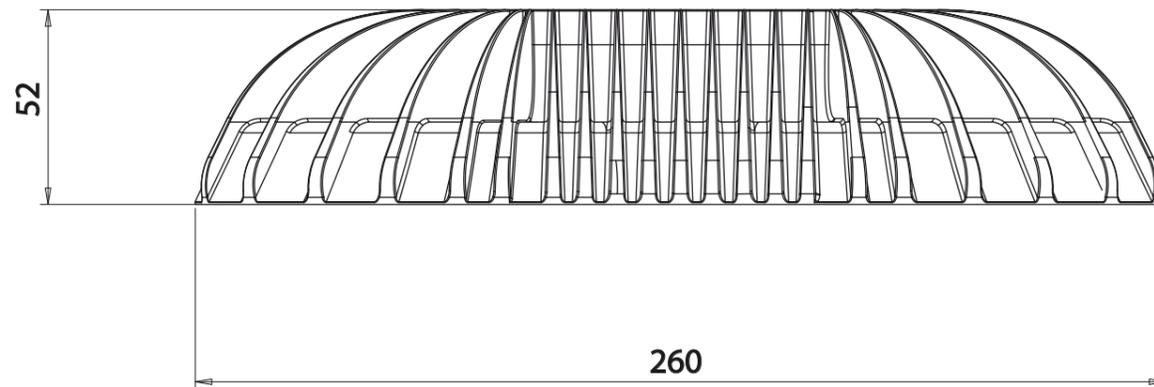
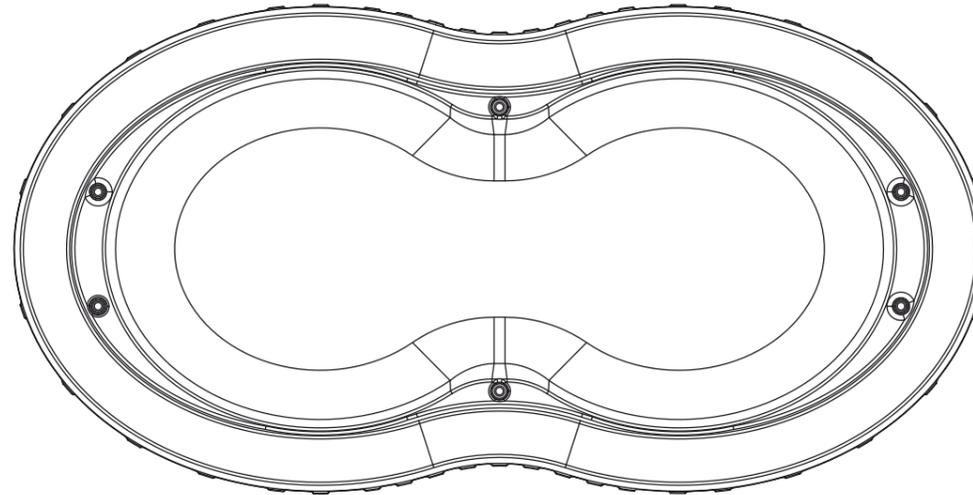
Dal momento che in questo specifico caso, il modulo viene utilizzato su strade a scorrimento veicolare, le lenti devono essere protette per evitare che si sporchino a causa delle emissioni e del pulviscolo atmosferico. Per questo motivo, si rende necessario a livello funzionale, l'inserimento di un elemento protettivo realizzato in PMMA resistente agli UV che assicuri la protezione dagli agenti atmosferici (polveri e acqua), renda l'apparecchio stagno e metta in protezione e sicurezza l'apparato elettrico.

Tale elemento protettivo è stato dunque sagomato in maniera da seguire la forma del modulo evitando al contempo modifiche rispetto alla fotometria delle lenti utilizzate. In particolare, tramite una serie di simulazioni ottiche si è notato che una coppa sagomata aveva un'efficienza migliore rispetto ad una lastra piana di chiusura piana. Il modulo infine è caratterizzato da pareti protettive laterali per schermare l'emissione della luce verso l'alto.

Le sue dimensioni massime sono: 260 x 130 e uno spessore di 52 mm.

## Immagine

DIMENSIONAMENTO MODULO PLUS



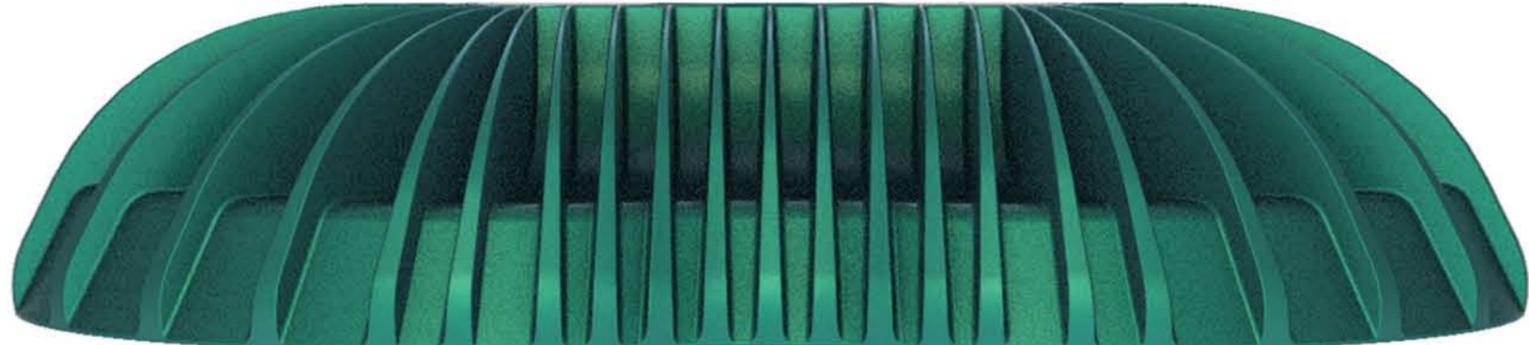
## Progetto | Visualizzazione del modulo

### *Immagine*

---

Il modulo è caratterizzato da un design che si concentra sulla forma affusolata, organica e allo stesso tempo il più minimalista possibile che al contempo sia termicamente e otticamente funzionale. Questi due elementi sono stati studiati in maniera combinata in modo da rendere il modulo il più leggero possibile, utilizzando le proprietà dei flussi di aria e la capacità dissipativa sulle superfici per rendere l'oggetto equilibrato.

Come visibile dalle immagini, la parte retrostante del modulo ospita un sistema di aggancio studiato sia per il passaggio dei cavi di alimentazione e controllo all'interno sia come sistema di connessione meccanica. Al modulo infatti viene innestato un elemento di sostegno equipaggiato da un passacavo al quale possano essere adattate diverse strutture di aggancio dipendenti dal design dell'intero sistema.



## Progetto | Visualizzazione del modulo

*Immagine*

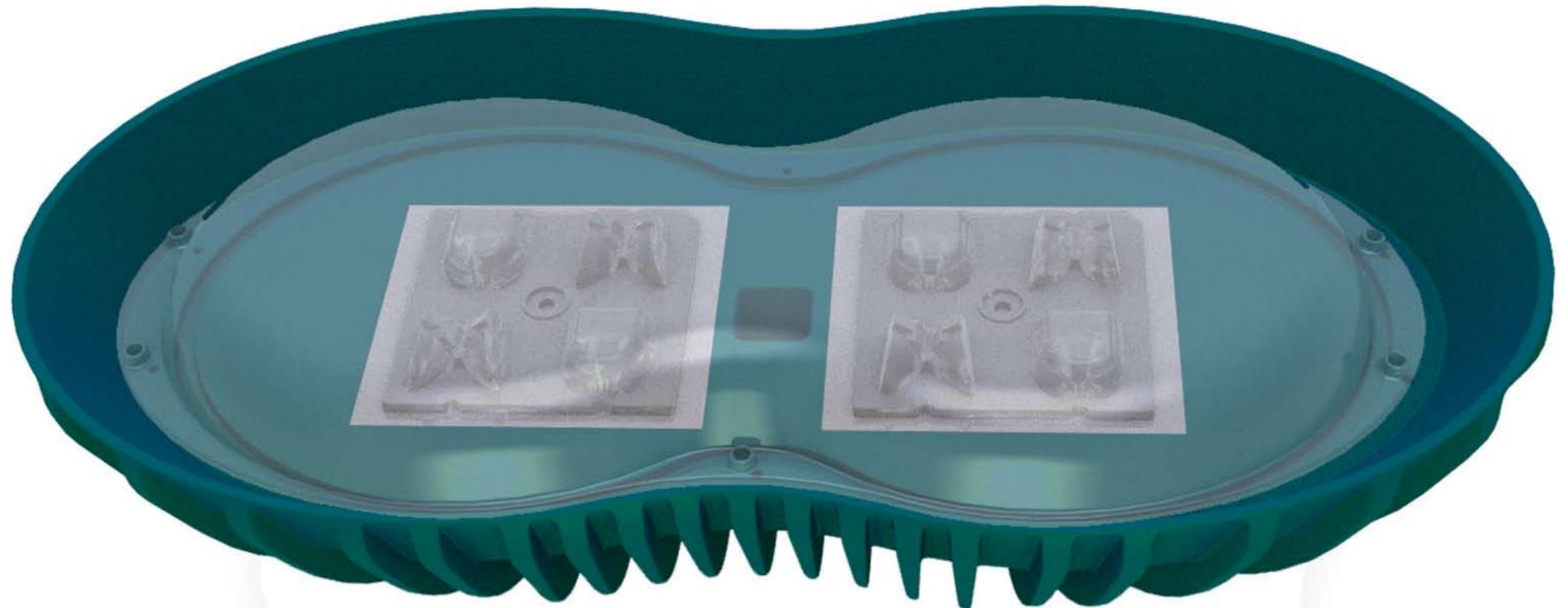
---



Il modulo ospita 8 LED in due gruppi da 4 disposti su due piazzole PCB metalcore che ospitano un circuito elettrico e gli elementi di protezione del circuito. I due gruppi ottici uguali tra di loro, sono separati da un blocco centrale utile sia ad una migliore gestione del calore sia al passaggio tecnico dei cavi di alimentazione e controllo sia alla connessione meccanica con la struttura dell'apparecchio.

L'apparato ottico è protetto da una coppa sagomata che segue l'andamento formale della base: tale coppa è stata inglobata nel design dell'intero apparecchio e soprattutto schermata in modo tale che non ci siano emissioni verso l'alto. La coppa viene ancorata al dissipatore attraverso una serie di viti e tramite un'indentatura che garantisce sia il corretto funzionamento sia la chiusura ermetica dei due componenti: tale indentatura ospita un gel collante che funge sia da chiusura sia da guarnizione.

Si è ricercata una riduzione dei materiali e l'utilizzo del minimo spessore (per quanto possibile) che portano al design di un modulo strutturalmente dematerializzato e formalmente caratterizzato. Anche nel caso del dissipatore, il design è stato realizzato al minimo degli spessori disponibili per la dissipazione termica dei LED, inserendo uno spessore superiore di alluminio in corrispondenza dei LED.



## Progetto | Visualizzazione del modulo

*Immagine*



L'immagine mostra l'assemblaggio della coppa superiore in PMMA rispetto alla parte ottica (LED+PCB+LENTI) e dissipativa, realizzata in alluminio. In particolare si noti l'indentatura che segue la sagoma della coppa e che permette di alloggiare la stessa in maniera corretta e di assemblare le due parti interponendo un gel adesivo di fissaggio e chiusura ermetica delle due parti.



*Immagine*

---

ALLUMINIO



ALLUMINIO SPAZZOLATO CHIARO



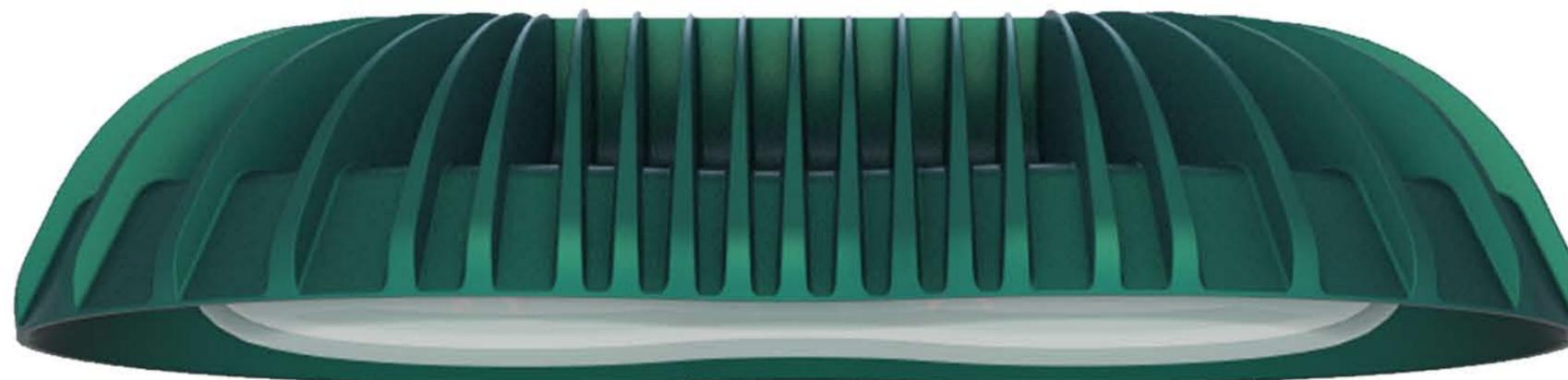
ALLUMINIO VERNICIATO IRIDISCENTE VERDE/BLU



*Immagine*

---

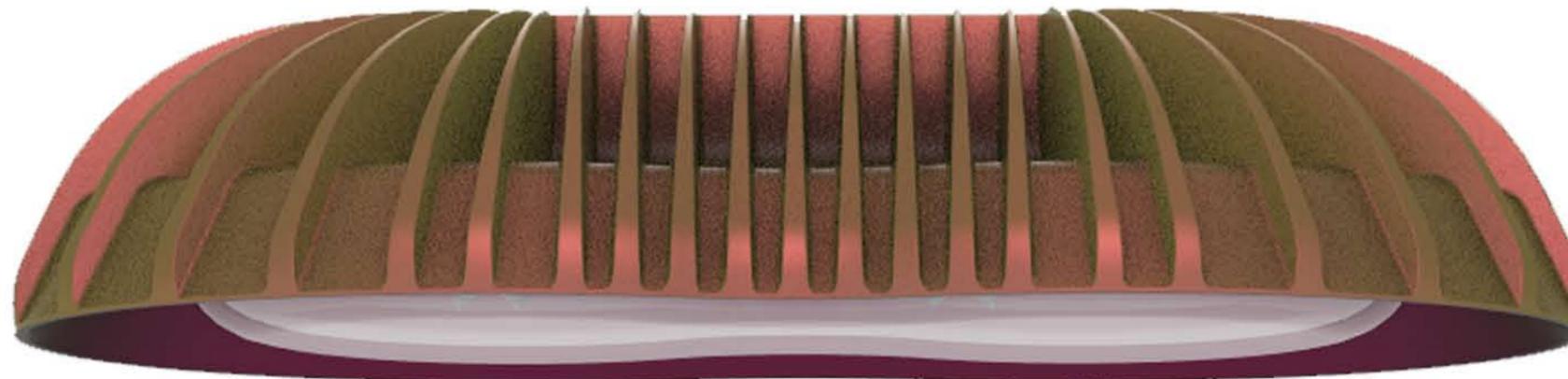
ALLUMINIO ANODIZZATO VERDE



ALLUMINIO ANODIZZATO VIOLA/MAGENTA



ALLUMINIO VERNICIATO IRIDISCENTE ORO/MAGENTA



# Progetto | Componenti del modulo PLUS ME

## Descrizione

Il modulo è:  
autonomo,  
protetto dall'ingresso di polveri e acqua,  
termicamente dissipato,  
connesso con il sistema di alimentazione esterno;  
riconfigurabile in base alle esigenze sia rispetto ai LED (tipologia) che alle LENTI.

Le componenti significative ospitate all'interno del modulo sono le seguenti:  
8 LED,  
2 MODULI DA 4 LENTI CIASCUNO DI 2 GEOMETRIE,  
COPPA SAGOMATA in PMMA

2 PCB con circuito serigrafato  
BASE di sostegno e dissipazione,  
6 Viti di giunzione sostegno e coppa  
Modulo per aggancio  
Passacavi

Nell'esploso a lato si riportano le informazioni essenziali riguardanti il modulo.

## Immagine

### Aggancio

in acciaio  
per connessione meccanica e passaggio dei cavi di alimentazione e controllo ottenuto tramite pressofusione



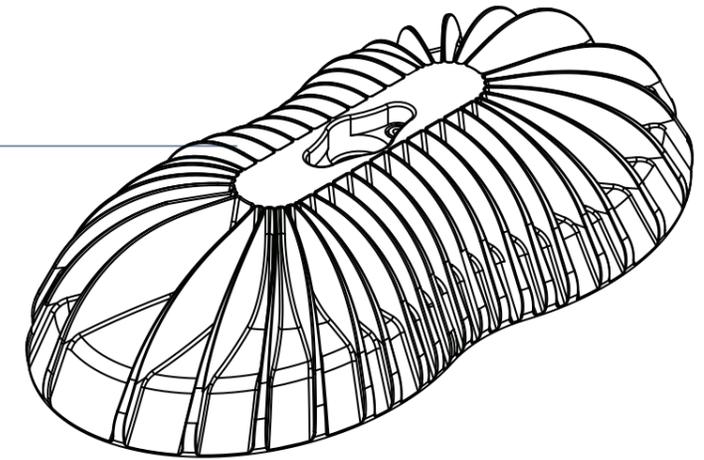
### Passacavo

Anello dimensioni standard in gomma funzionale al passaggio cavi di alimentazione e controllo e tenuta stagna dell'apparecchio.



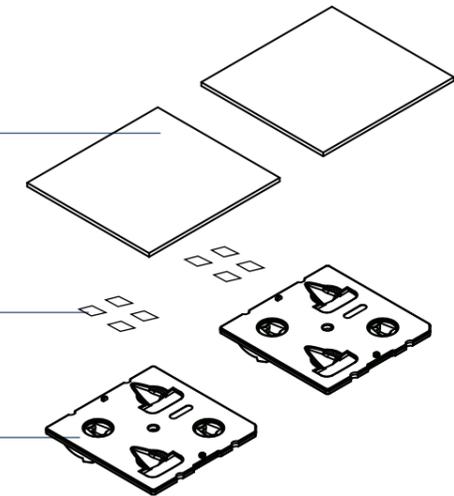
### Cover

Alluminio satinato o anodizzato o verniciato ottenuto tramite pressofusione  
Volume: 333.986 cm(3)  
Peso: 921 gr



### PCB LED

Metalcore PCB con circuito stampato e fori per l'inserimento dei 2 moduli delle Lenti. e della vite di innesto.  
Inserito all'interno di un incavo ricavato nel dissipatore



### LED CREE XM-L (selezione di flusso T6)

CCT 5000 K  
410 lumen a 1.2 A per  $T_j=70^\circ\text{C}$

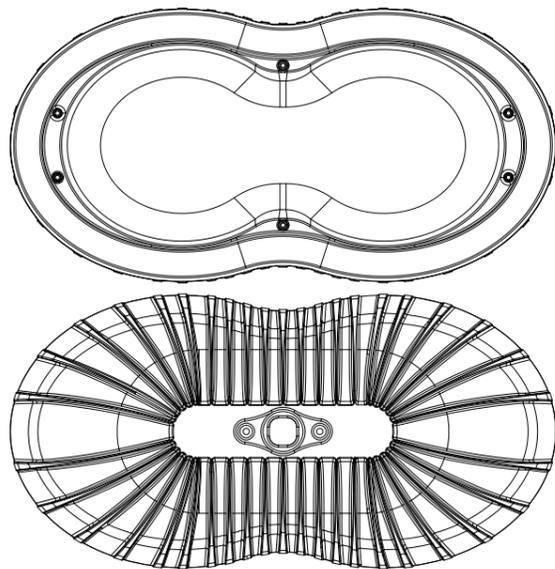
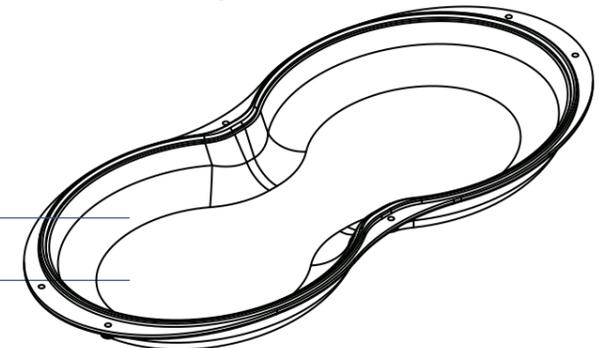
### LENTE STRADA MODULE SERIES

C12360\_STRADA-2X2-DNW  
per LED CREE XM-L  
Colore trasparente  
Dimensioni 50x50x11.5 mm  
Materiale PMMA  
PMMA UV STABLE Technology  
Installate su PCB serigrafato tramite tape adesivo e una vite di giunzione

### 6 Viti

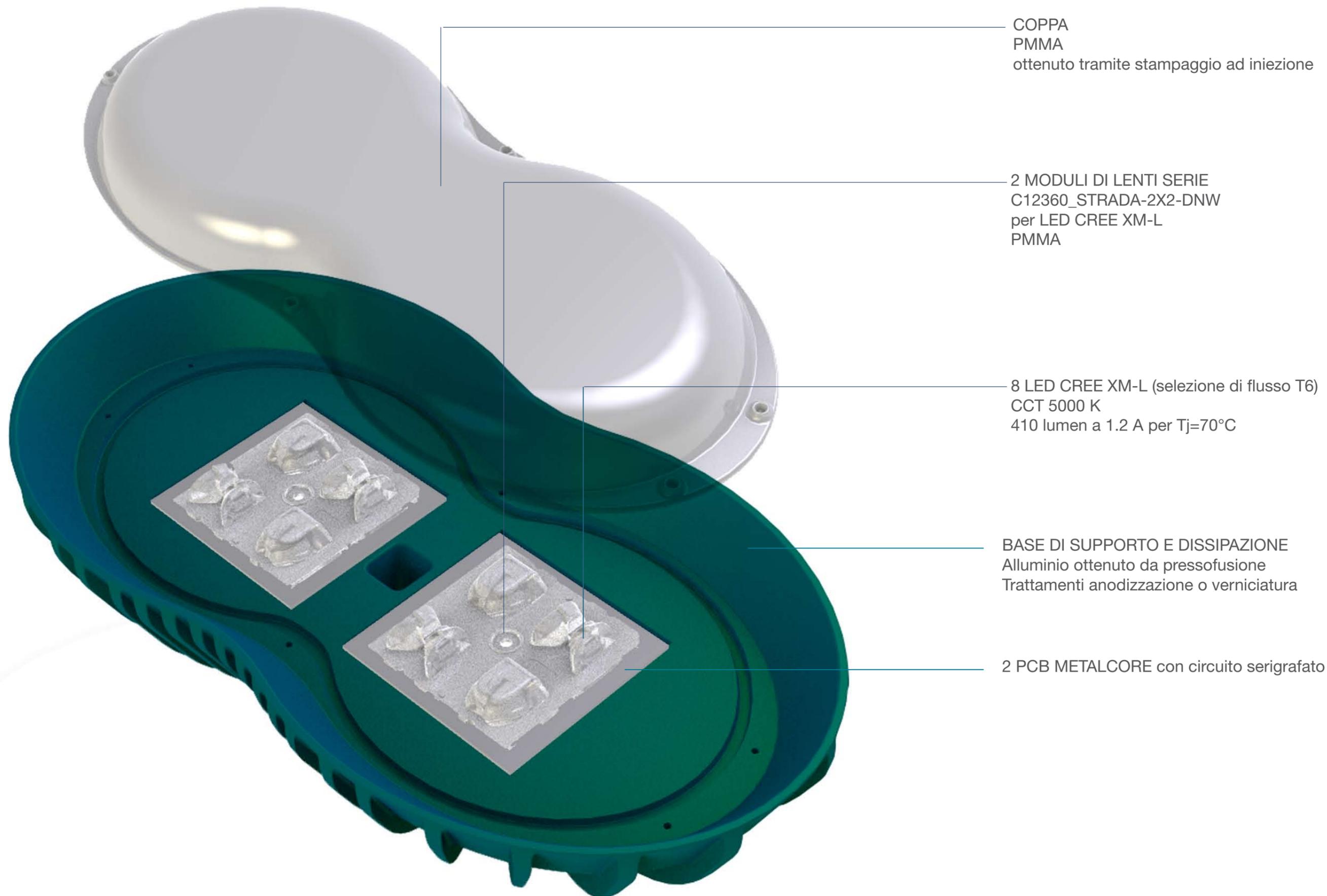
### Coppa

PMMA  
ottenuto tramite stampaggio ad iniezione  
Volume: 71.800 cm(3)  
Peso: 85.45 gr



# Progetto | Componenti del modulo PLUS ME

Immagine



# Progetto | Componenti del modulo PLUS ME

Descrizione

Immagine

Il modulo è costituito da un singolo elemento utile ad ospitare i 2 PCB metaLcore su cui sono inseriti gli 8 LED, le lenti free form e la coppa di protezione. Tale base è al contempo funzionale alla dissipazione termica attraverso un opportuno studio di alettature che riescano a determinare temperature di funzionamento sulla giunzione del LED intorno ai 70°C.

La protezione rispetto agli agenti atmosferici (acqua e polveri) è garantita dall'inserimento di una coppa in PMMA che, grazie ad un'indentatura utile al posizionamento e all'inserimento di un gel adesivo, interviene alla chiusura ermetica dei due pezzi. Le due parti sono ulteriormente congiunte da 6 viti che permettono il fissaggio ottimale.

La base è completamente realizzata in alluminio tramite pressofusione e post-lavorazioni come la fresatura che permette l'asportazione del materiale per determinare i dettagli più minuti (incavo per il pcb, indentature, etcetc).

L'alluminio è un materiale molto adatto alla dissipazione termica dell'intero modulo e completamente riciclabile a fine vita.

La lente superiore presenta  
Volume: 333.986 cm(3)  
Peso: 184.71 gr

Il dissipatore inferiore presenta  
Volume: 167.140 cm(3)  
Peso: 921 gr



## Progetto | Componenti del modulo PLUS ME

*Descrizione*

*Immagine*

Lenti della serie STRADA MODULE SERIES C12360\_STRADA-2X2-DNW specificatamente disegnate per LED CREE XM-L sono in materiale trasparente plastico PMMA stabile alla temperatura e alle radiazioni UV.

Si tratta di due moduli compatti che calzano i LED posizionati sul PCB metalcore e si inseriscono nella giusta posizione per forma e incastri disegnati sia sulla lente stessa sia sul modulo stesso attraverso il corretto posizionamento dei perni. Infine la corretta adesione del modulo è garantita dall'utilizzo di un tape adesivo e di una vite centrale.

Dimensioni 50x50x11.5 mm

I LED sono posizionati su un PCB metalcore con circuito appositamente serigrafato.

Dimensioni 56 x 60 x 1.6 mm



## Progetto | Componenti del modulo PLUS ME

*Descrizione*

*Immagine*

Il modulo è dotato di schermo curvo di chiusura in PMMA utile ad impedire il degrado delle performance luminose dovute all'insudiciamento delle superfici delle lenti per effetto dei fumi e del pulviscolo in massima parte prodotto dal traffico veicolare.

Si tratta di un elemento in PMMA stampato ad iniezione che integra un bordo di posizionamento sulla base del dissipatore e una serie di fori per viti di fissaggio.

La forma definitiva dell'elemento deriva da un processo di simulazione del sistema ottico: da una forma della copertura completamente piana si è passati a successive coppe curve con differenti raggi di curvatura. Tramite simulazioni di ray-tracing di controllo e validazione è stata selezionata la coppa che mostra il migliore rendimento, la migliore performance impiantistica e il migliore fattore di utilizzazione.



# Progetto | Alimentazione e controllo

## Descrizione

Il sistema di alimentazione e controllo dei sistemi luminosi (2-3-4 moduli) è costituito da un singolo elemento che viene alloggiato all'interno dell'apparecchio di illuminazione e, nello specifico, nell'elemento che si raccorda al palo.

L'apparecchio, come precedentemente descritto, si caratterizza per la presenza di elementi funzionali scissi:

- \_motori luminosi modulari (in numero congruo rispetto all'applicazione);
- \_attacco al palo con funzione di integrazione e protezione degli ausiliari elettrici;

I motori luminosi sono collegati agli ausiliari elettrici utili sia all'alimentazione sia al controllo tramite cavi e connettori.

Per il corretto dimensionamento del progetto, si è identificato un sistema di alimentazione elettronica multicorrente in corrente continua per power LED, di cui di seguito si elencano le proprietà.

### Alimentatore Street 150 Specifiche

Alimentatore multipotenza fornito di dip-switch per la selezione della corrente in uscita.

Azienda: Tci ([www.tci.it](http://www.tci.it))

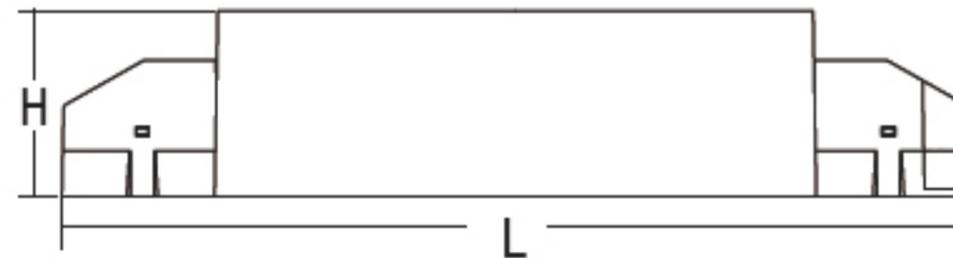
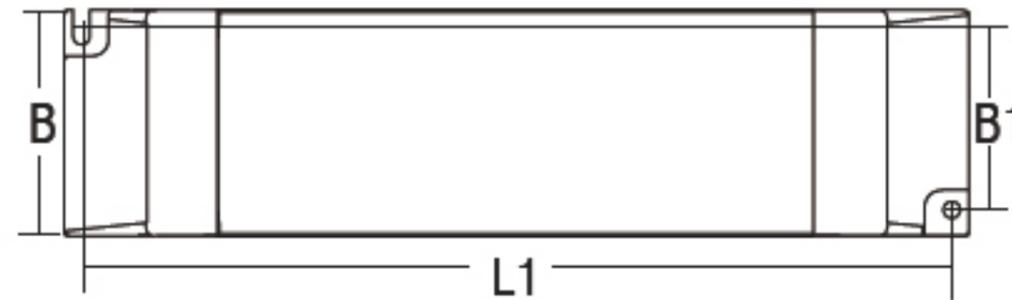
Potenza: 135 Watt  
Tensione massima: 115 V out DC  
Corrente: 1200 mA cost

Dimensioni:  
L: 240 mm  
L1: 231 mm  
B: 60 mm  
B1: 46 mm  
H: 49

Peso: 150 gr

## Immagine

MODULO DI ESEMPIO: STREET 150



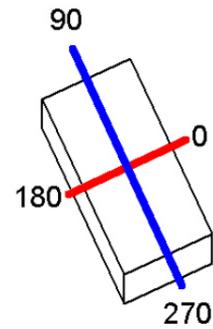
# Progetto | Caratteristiche fotometriche

Descrizione

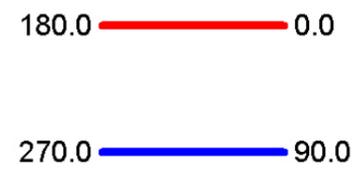
Immagine

Al lato si riporta l'immagine relativa alla distribuzione fotometrica simulata del singolo modulo (8 LEDs CREE XM-L alimentati alla corrente di 1.2 A).

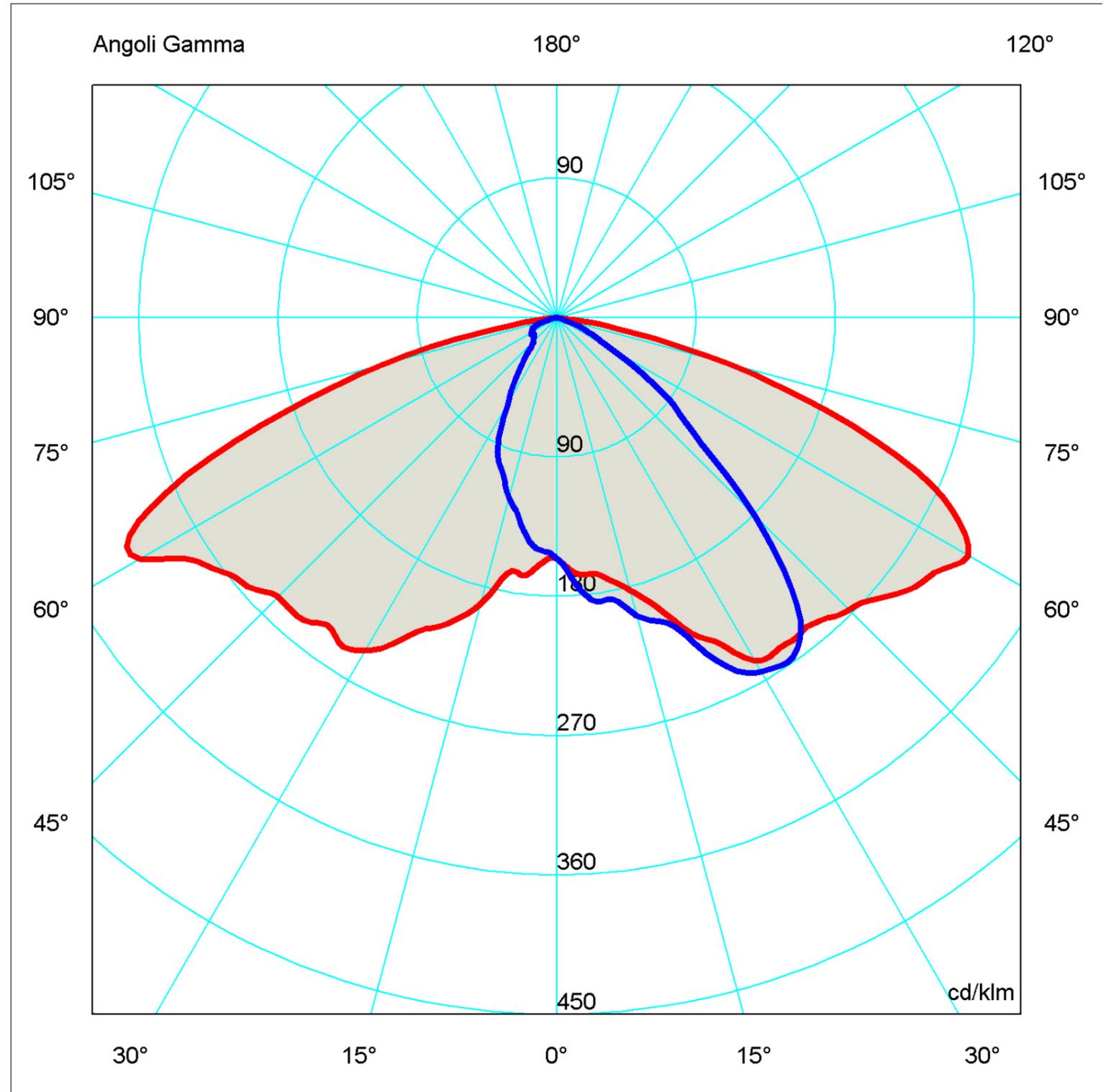
260mm x 130mm



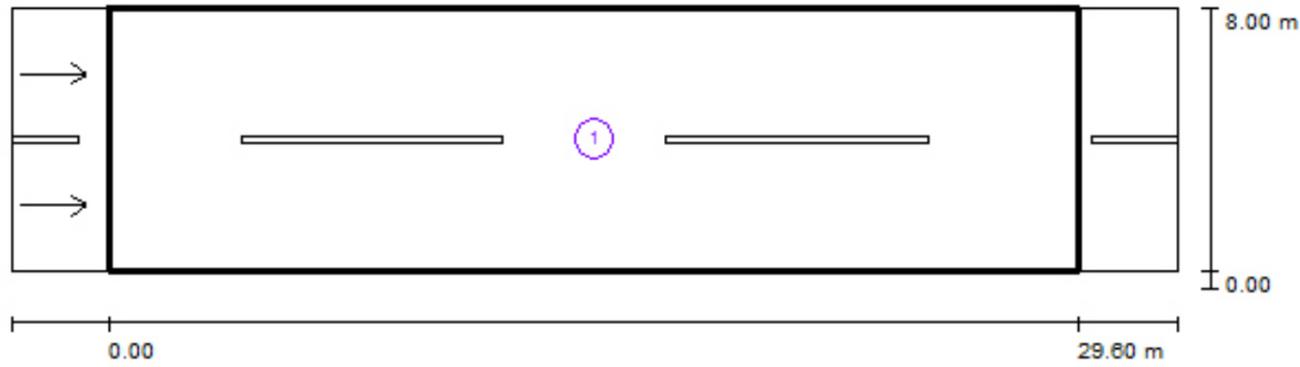
Semipiani C



Flusso 3050.00 lm  
Massimo 477.96 cd/klm  
Posizione C=21.00 G=63.00  
Rendimento: 80.67%  
Data: 30-07-2012  
Asimmetrico



## Strada 1 / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:255

### Lista campo di valutazione

- Campo di valutazione Carreggiata 1**  
 Lunghezza: 29.600 m, Larghezza: 8.000 m  
 Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
 Manto stradale: C2, q0: 0.070  
 Classe di illuminazione selezionata: ME3a

Valori reali calcolati:

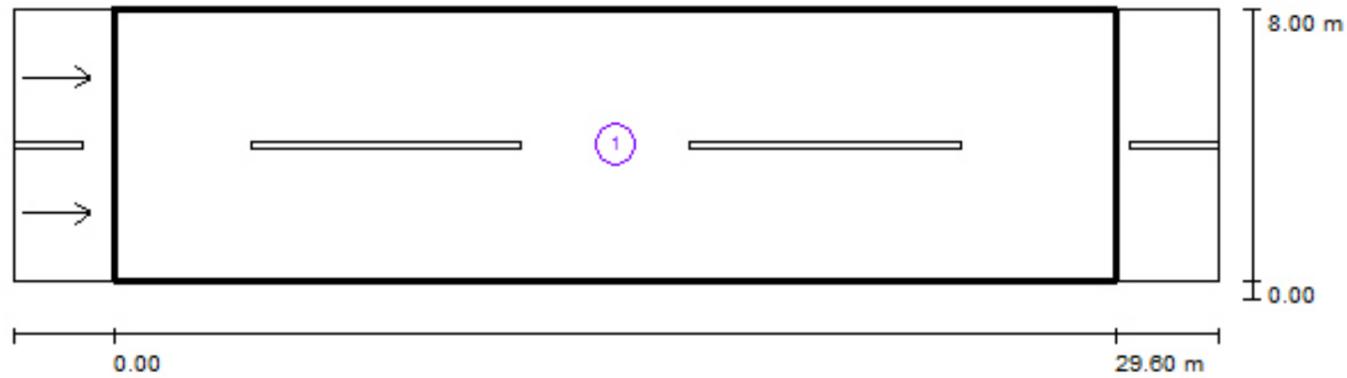
Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
1.09	0.42	0.70	10	0.62
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

## Strada 1 / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:255

### Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1  
Lunghezza: 29.600 m, Larghezza: 8.000 m  
Reticolo: 10 x 6 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
Manto stradale: C2,  $q_0$ : 0.070  
Classe di illuminazione selezionata: ME4a

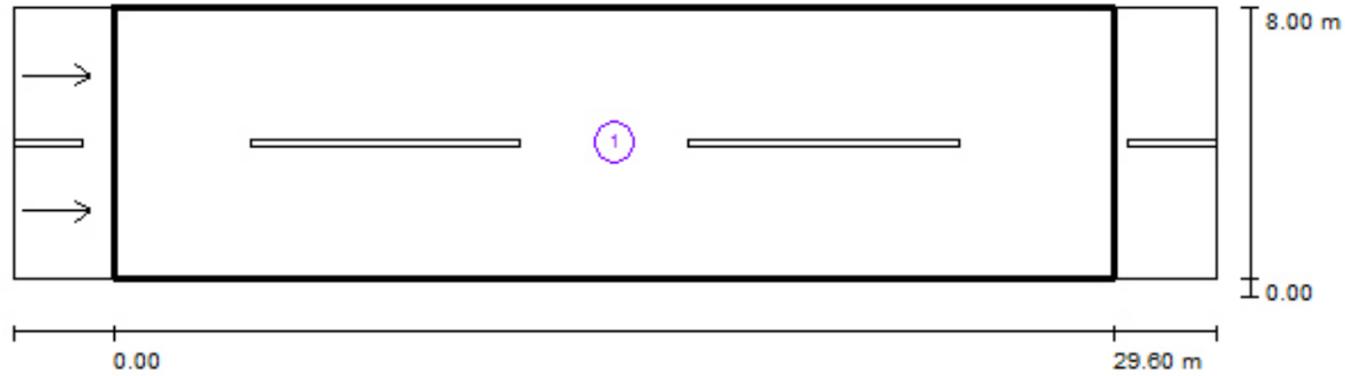
(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
0.82	0.42	0.70	9	0.62
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:255

### Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1  
Lunghezza: 29.600 m, Larghezza: 8.000 m  
Reticolo: 10 x 6 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
Manto stradale: C2, q0: 0.070  
Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

Valori reali calcolati:

Valori nominali secondo la classe:

Rispettato/non rispettato:

$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
0.55	0.42	0.70	8	0.62
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

# Progetto | Dissipazione termica

*Descrizione*

*Immagine*

Per la progettazione del dissipatore, è stato utilizzato un programma di calcolo specifico per la simulazione fluidodinamica (CFD Computational Fluid Dynamics).

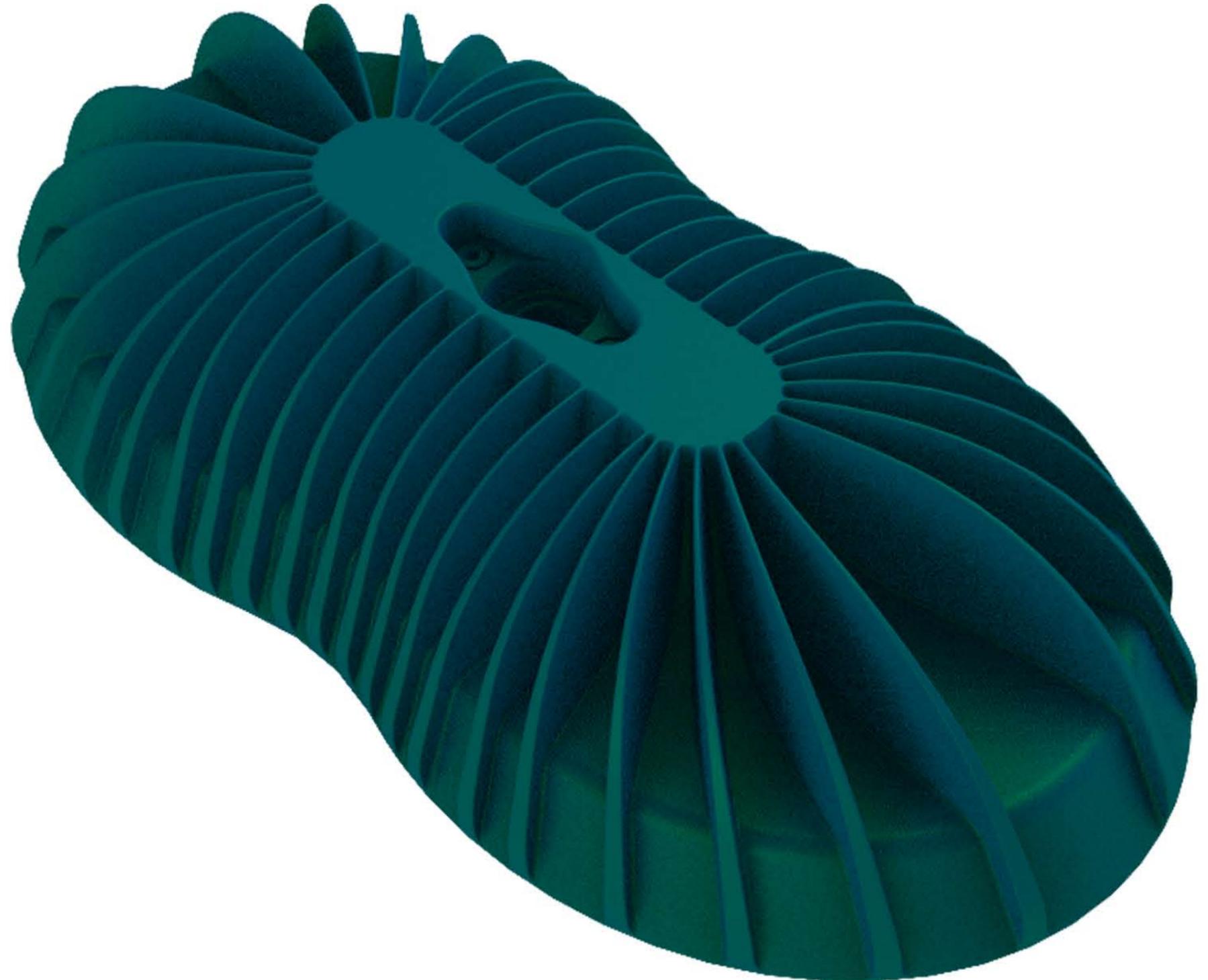
Il primo passo è stato il progetto di dimensionamento di un dissipatore standard, al fine di stimare, le dimensioni massime di un dissipatore tradizionale alettato che potesse mantenere una temperatura di giunzione pari a 70°C.

La geometria delle alette è stata successivamente modificata per permettere di meglio distribuire il passaggio dell'aria garantendo un effetto di raffreddamento dei componenti elettronici grazie ai flussi di aria calda e fredda.

Dopo successive modifiche e ipotesi progettuali, il dissipatore è stato progettato secondo le seguenti specifiche: inserimento di un volume di materiale in corrispondenza dei due gruppi di 4 LED e una serie di alettature di forma spiralata che si dipartono da questa massa centrale per aumentare la superficie dissipante che viene lambita dall'aria.

A lato viene mostrato il risultato finale del processo di progettazione:

Altezza totale: 52 mm  
Altezza della base: 22 mm  
Larghezza dei pin alla base: 4 mm  
Larghezza dei pin in testa: 1 mm



# Progetto | Dissipazione termica

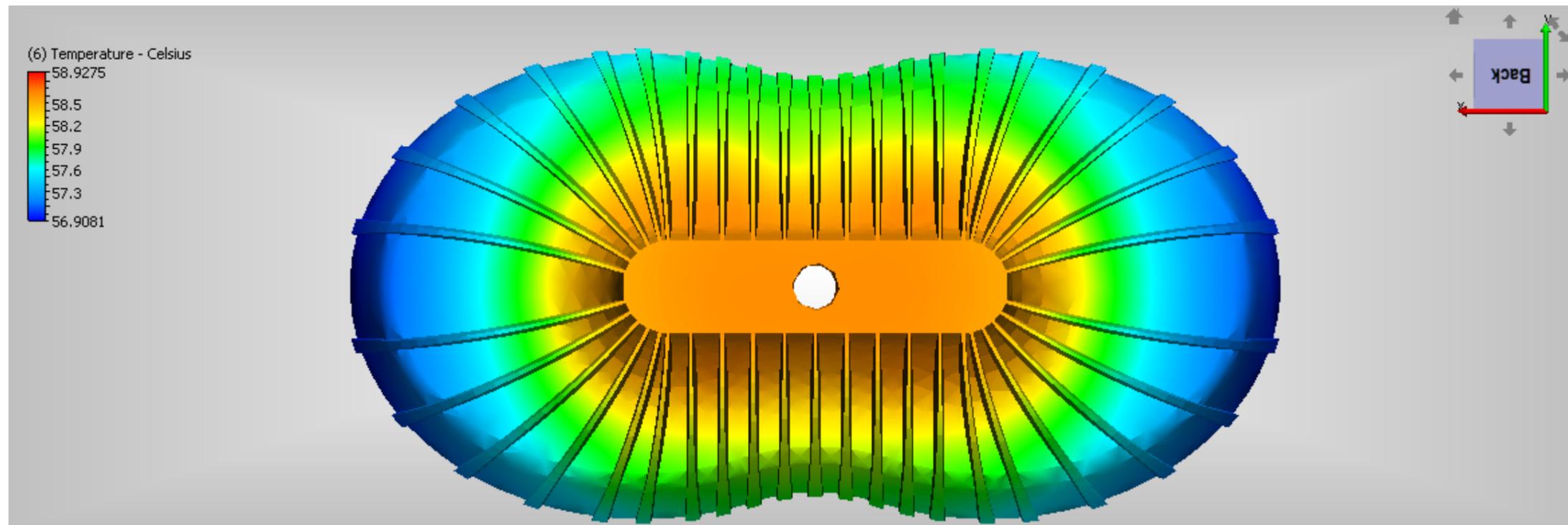
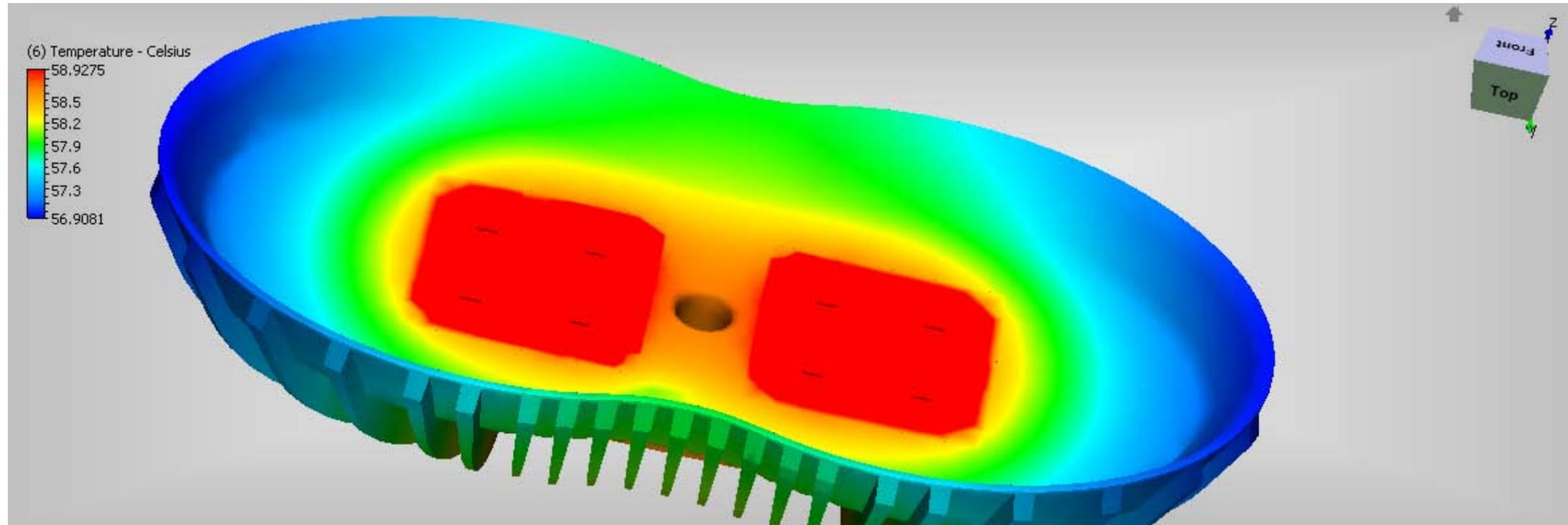
## Descrizione

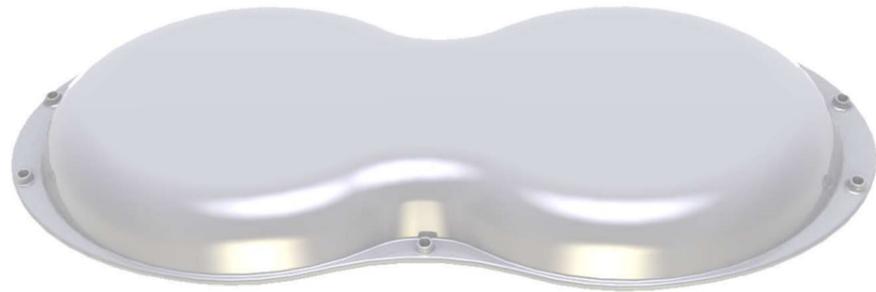
Impostando le caratteristiche ambientali con una temperatura dell'aria di circa 25°C, inserite le fonti di calore sul piano del dissipatore viene lanciato il calcolo. Il calcolo del calore tiene conto sia della convezione del calore all'interno di un solido metallico sia dell'irraggiamento delle pareti delle alettature del dissipatore.

L'output, mostrato nelle immagini laterali, rende evidente il modo il cui avviene la dissipazione termica del sistema e quali temperature si sviluppino sul piano del modulo e sulla giunzione dei LED.

In particolare, dalla simulazione termica, la temperatura di giunzione dei LED raggiunge i 70.5°C mentre la base presenta una temperatura di circa 63.5°C.

## Immagine





## PRO

- Riduzione al minimo delle componenti
- Riduzione degli spessori e dei materiali
- Minimi ingombri
- Facilità di manutenzione del singolo motore luminoso
- Gestione di diverse taglie di apparecchi stradali con un singolo modulo

- Migliore rendimento dell'apparecchio
- Efficienza energetica
- Migliore sistema di dissipazione

## L'inserimento della coppa curva presenta i seguenti vantaggi:

- Maggiore protezione delle lenti (agenti atmosferici, polveri, UV, emissioni veicolari, etc...)
- Compattezza del modulo
- Fattore di manutenzione più elevato
- Maggiore facilità di pulizia

## CONTRO

La realizzazione di un prototipo per la validazione ottica e termica necessita la predisposizione di due stampi.



PLUS ME | Sistema

# Progetto | Configurazioni

## Descrizione

Variabilità e versatilità di utilizzi è l'idea intrinseca del modulo che diventa elemento inseribile su un palo per diversi utilizzi e categorie illuminotecniche stradali diverse.

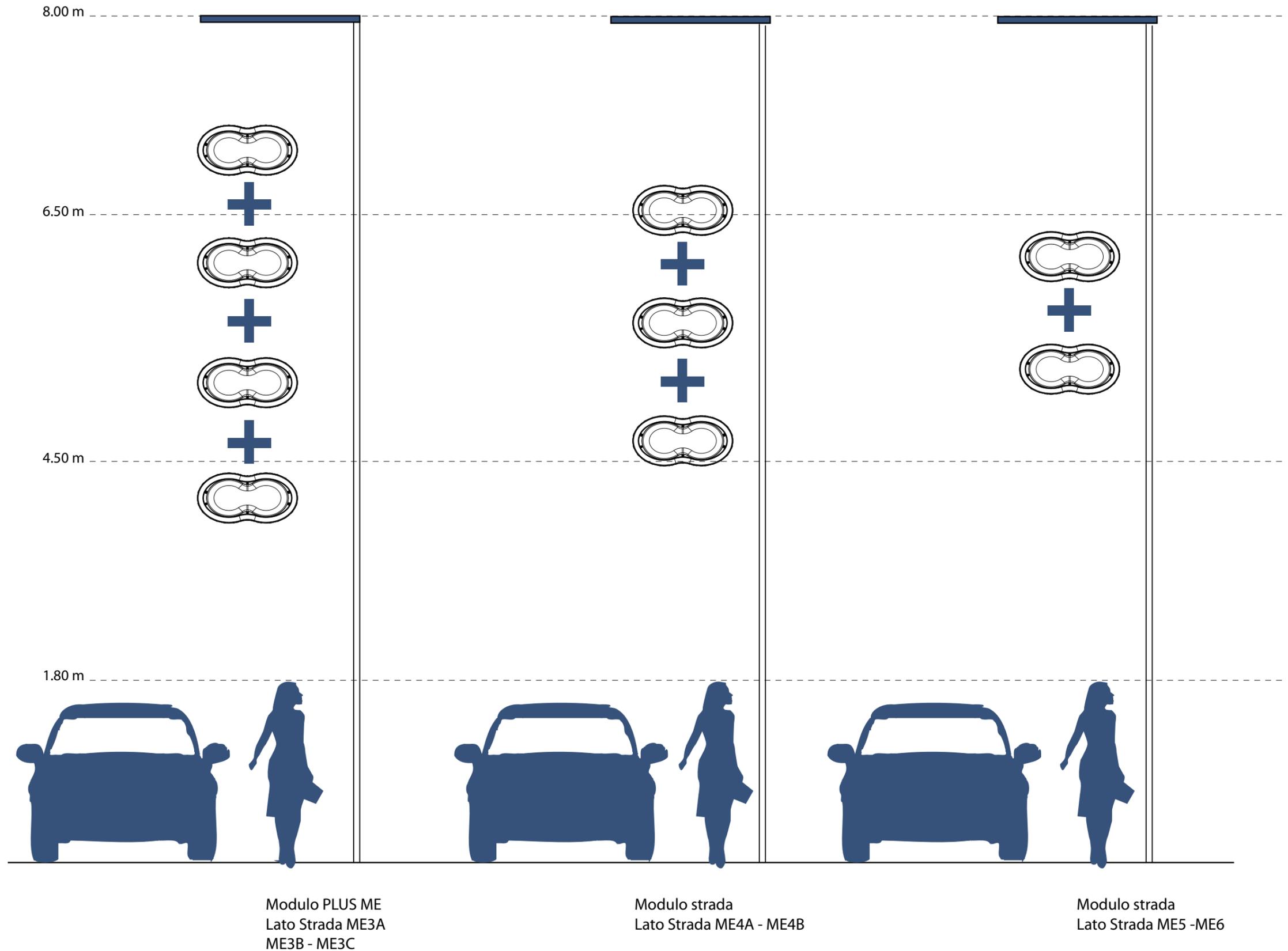
Installazione a 8.00 m da terra  
Moduli previsti:

- 4 Moduli per categorie ME3 (A-B-C)**
- 3 Moduli per categorie ME4 (A-B)**
- 2 Moduli per categorie ME5 - ME6**

## Contesto d'uso

Tipicamente in strade locali urbane e extraurbane in cui sia presente traffico veicolare ma anche il pedone. In particolare si tratta di strade classificate come F (Codice della strada), che rappresentano il caso più frequente nell'illuminazione urbana.

## Immagine



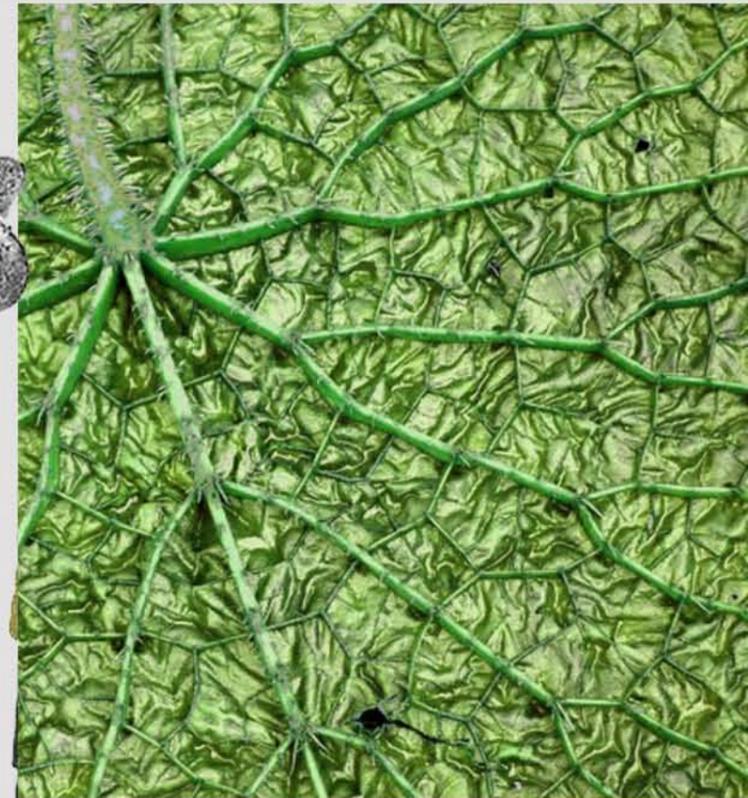
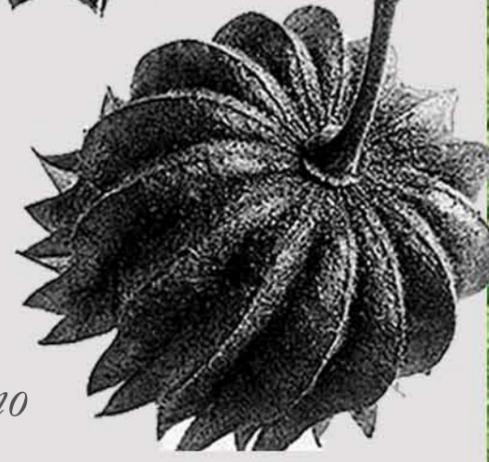
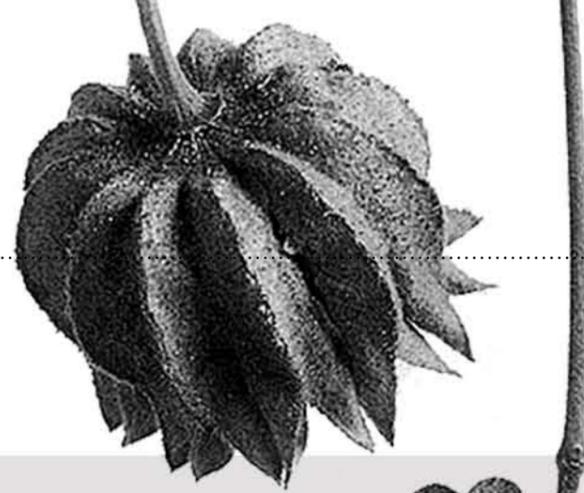


**PLUS ME | Moodboard**

# Moodboard | Structure

Immagine

Nature | Tecnology



*fitomorfismo*



*sistema di aggancio*

# Moodboard | Structure

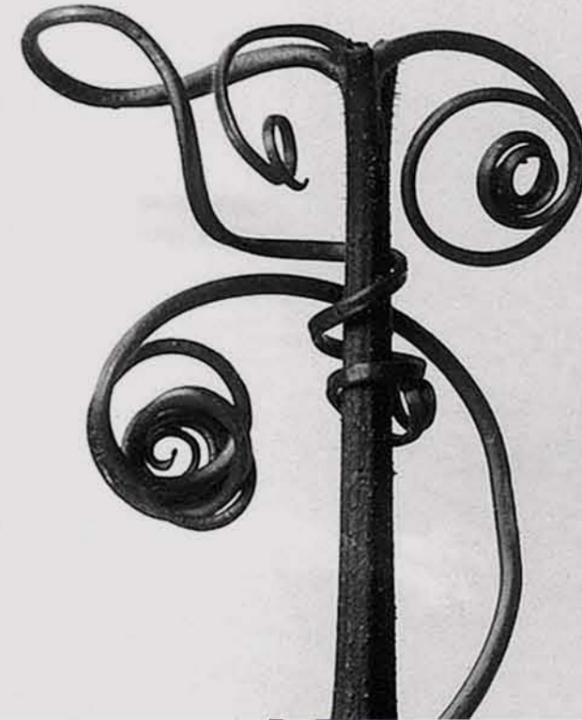
*Immagine*

Nature | Technology



*ripetizione modulare*

*fitomorfismo*



# Sketches | Sistema

## Descrizione

Creazione di una famiglia di apparecchi di illuminazione per mezzo di elementi componibili. Il PLUS ME è stato progettato per rispondere alle categorie illuminotecniche di strade a grande percorrenza e scorrimento del tipo ME3a, ME4a, ME5 (in riferimento alla normativa UNI EN 13201-2: 2004). Per fare questo, l'apparecchio di tipo modulare è maggiormente flessibile e in grado di soddisfare le diverse categorie illuminotecniche montando un numero di elementi sufficiente a soddisfarne i requisiti di illuminazione.

**Diversamente un sistema MODULARE e RICONFIGURABILE** garantisce l'utilizzo di un numero di elementi diversi in base alla classe illuminotecnica da soddisfare.

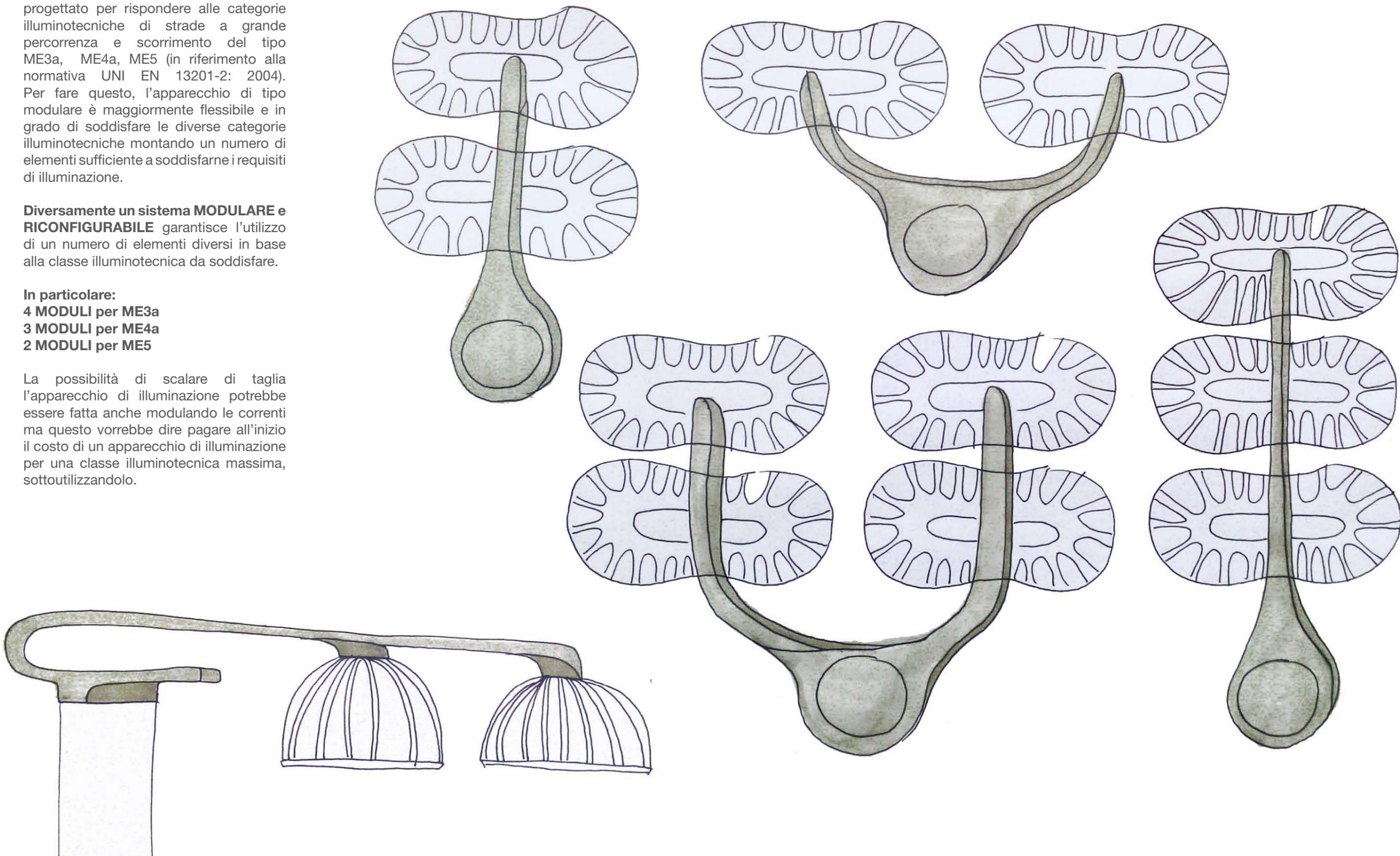
### In particolare:

**4 MODULI per ME3a**

**3 MODULI per ME4a**

**2 MODULI per ME5**

La possibilità di scalare di taglia l'apparecchio di illuminazione potrebbe essere fatta anche modulando le correnti ma questo vorrebbe dire pagare all'inizio il costo di un apparecchio di illuminazione per una classe illuminotecnica massima, sottoutilizzandolo.



# Sketches | Sistema

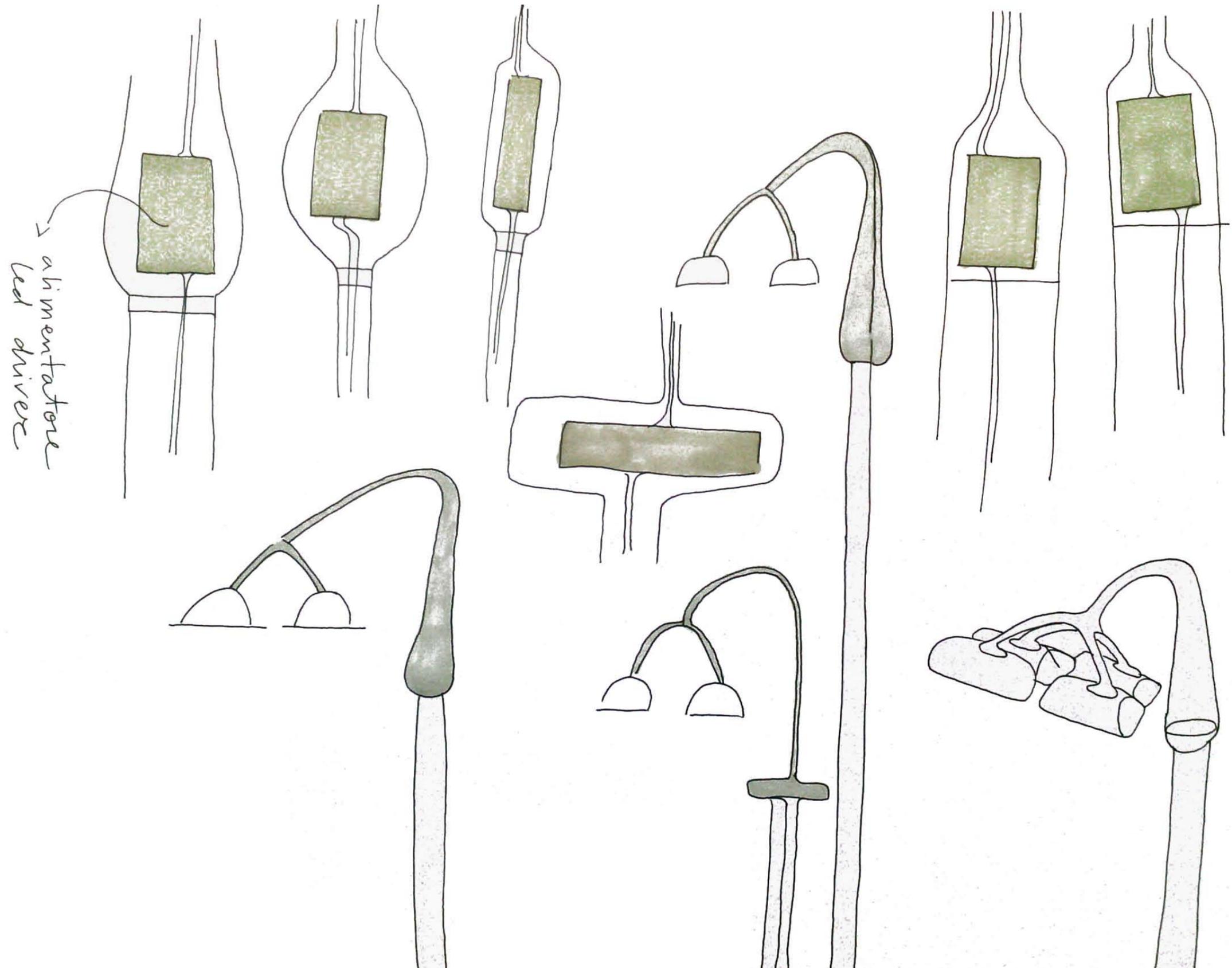
## Descrizione

Tale sistema modulare deve essere coadiuvato da un sistema struttura e di sostegno in grado di comporre le diverse taglie di illuminazione.

**SIMPLICITY**, capacità di montaggio semplificata riducendo peso, ingombro e materiale della struttura di sostegno ai moduli. Il sistema di sostegno strutturale dei singoli moduli deve essere riconfigurabile e soddisfare, allo stesso modo, la creazione di apparecchi di illuminazione di diversa taglia (ME3a, ME4a, ME5).

Per semplificazione, il sistema è costituito da due macro-blocchi funzionali distinti (rastrelliera di sostegno ai moduli configurabile per 3 moduli oppure per e) sistema di supporto e aggancio al palo completo del vano ausiliari. Tale elemento diventa formalmente molto importante sia per l'integrazione estetica di elementi funzionali solitamente molto ingombranti sia per garantire continuità tra pali classici e moduli LED.

Il design finale del sistema PLUS ME dovrebbe risultare in un oggetto leggero, facilmente riconfigurabile e quindi modificabile anche per la manutenzione dei componenti (che possono essere estratti e sostituiti). I concept presentati di seguito sono delle proposte ipotetiche di sistemi luminosi stradali: qualora si procedesse ad una fase di progettazione vera e propria, dovrebbero essere maggiormente studiati.



# Proposte | Concept

*Immagine*

---

Il modulo, data la sua estrema semplicità può essere integrato su una serie di progetti di apparecchi diversi sia per forma che per concept di sostegno e alimentazione.



LEAF PLUS ME



GROW PLUS ME



BETWEEN PLUS ME

# Concept | Leaf Plus ME

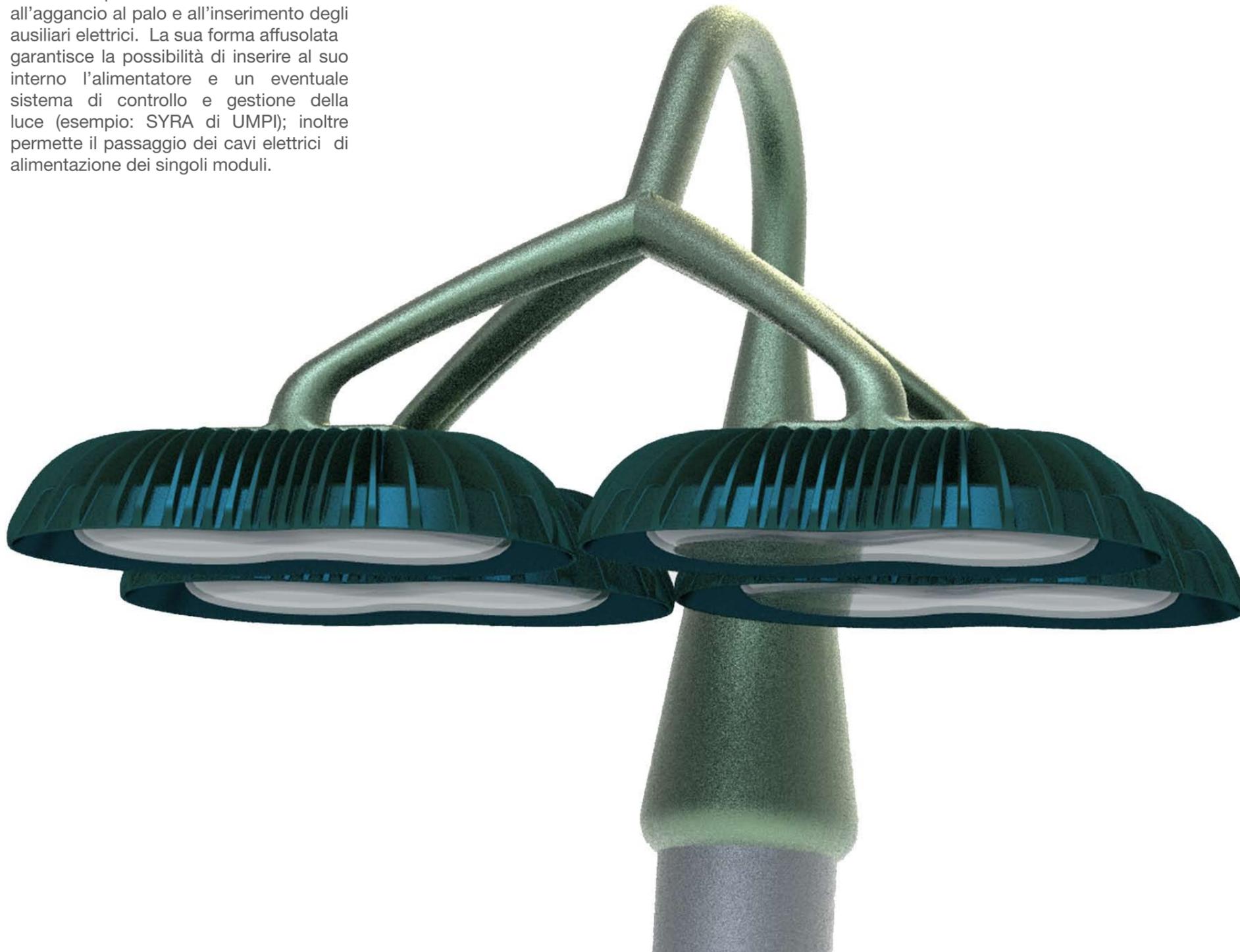
## Descrizione

---

### LEAF PLUS ME

Si tratta di un apparecchio fitomorfo le cui estremita sono dei rami/bracci di sostegno dei singoli moduli. In base all'applicazione stradale, i bracci sono modulati in 4, 3, 2 a seconda che debbano ospitare 4, 3, 2 moduli.

L'elemento a cui i bracci sono collegati è invece sempre lo stesso ed è funzionale all'aggancio al palo e all'inserimento degli ausiliari elettrici. La sua forma affusolata garantisce la possibilità di inserire al suo interno l'alimentatore e un eventuale sistema di controllo e gestione della luce (esempio: SYRA di UMPI); inoltre permette il passaggio dei cavi elettrici di alimentazione dei singoli moduli.



# Concept | Leaf Plus ME3A - 3B - 3C

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la massima performance fotometrica per le categorie stradali ME3 (A-B-C) installando 4 moduli.

Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).



Concept | Leaf Plus ME3A - 3B - 3C

*Imagine*

---



# Concept | Leaf Plus ME4

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME4 (A-B) installando 3 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).



Concept | Leaf Plus ME4

*Imagine*

---



# Concept | Leaf Plus ME5 - ME6

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME5 e ME6 installando 2 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).



Concept | Leaf Plus ME5 - ME6

*Imagine*

---



# Concept | Grow Plus ME

*Descrizione*

---

## GROW PLUS ME

Si tratta di un apparecchio fitomorfo caratterizzato da un unico ramo/braccio di sostegno dei singoli moduli che cresce al variare delle applicazioni stradali: per questo grow. L'elemento di giunzione al palo è anche vano ausiliari e cablaggi.



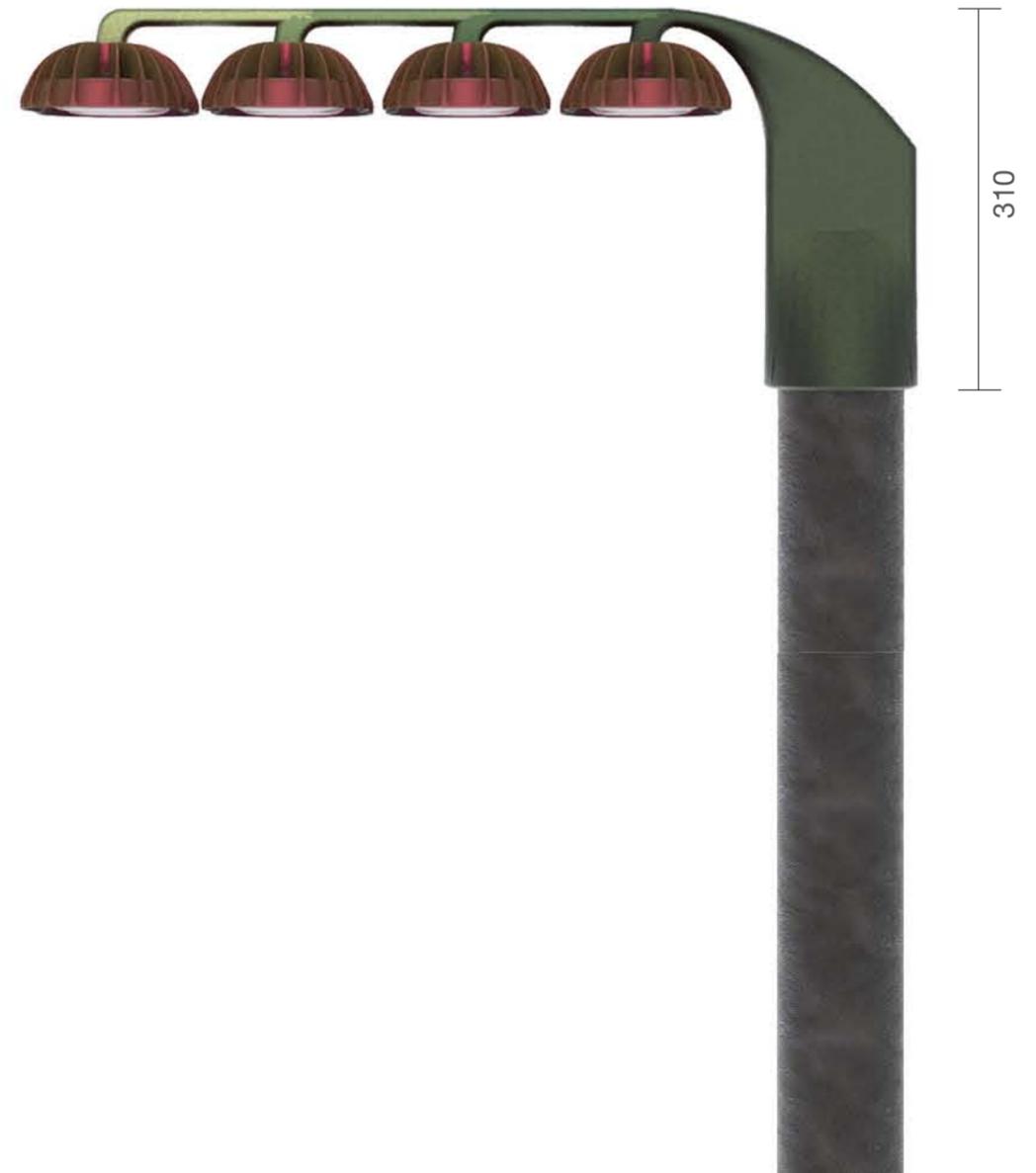
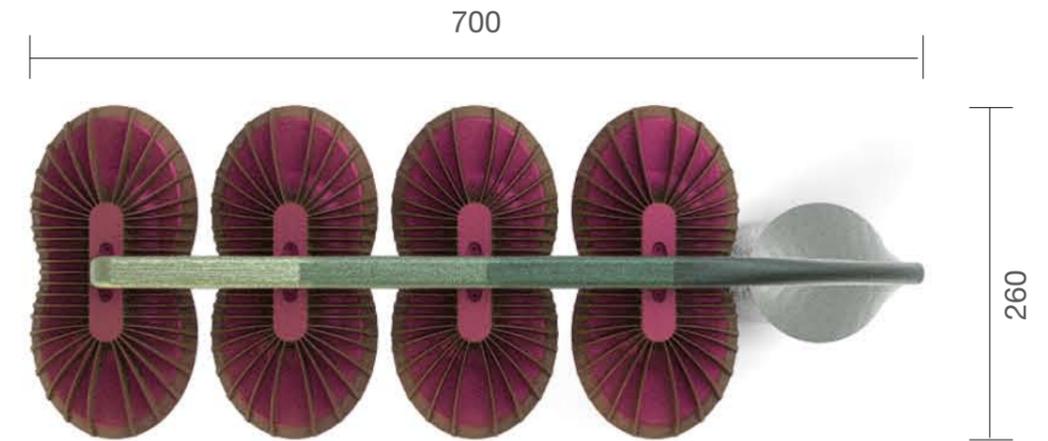
ALIMENTATORE

# Concept | Grow Plus ME3A - 3B - 3C

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME3 (A-B-C) installando 4 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).

In questa configurazione, l'apparecchio raggiunge la lunghezza massima di 700 mm.



Concept | **Grow Plus ME3A - 3B - 3C**

*Imagine*

---

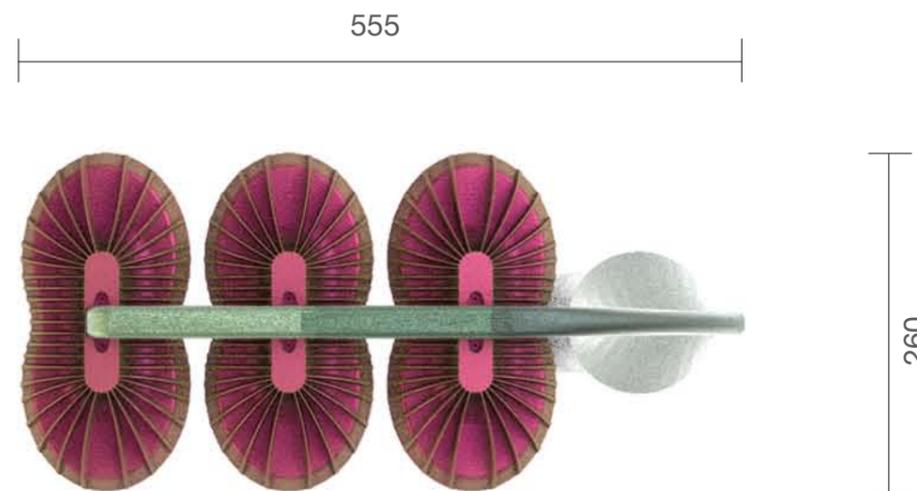


# Concept | Grow Plus ME4

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME4 (A-B) installando 3 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).

In questa configurazione, l'apparecchio raggiunge la lunghezza intermedia di 555 mm.



Concept | **Grow Plus ME4**

*Imagine*

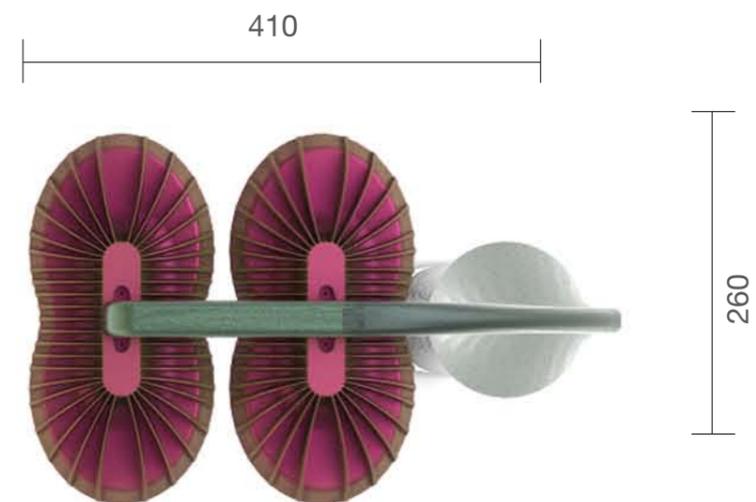


# Concept | Grow Plus ME5 - ME6

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME5 - ME6 installando 2 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).

In questa configurazione, l'apparecchio raggiunge la lunghezza minima di 410 mm.



Concept | **Grow Plus ME5 - ME6**

*Imagine*

---



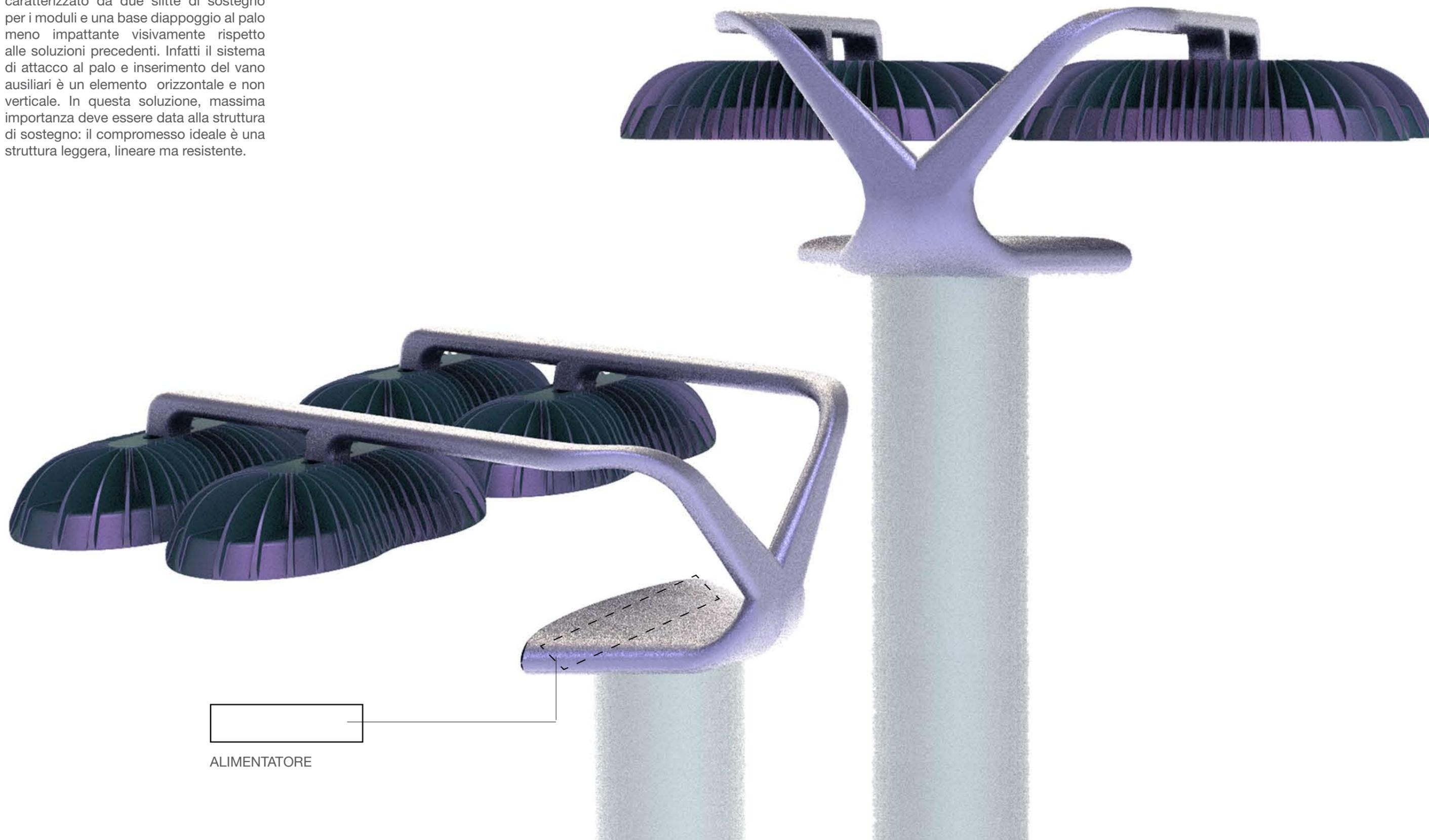
# Concept | **Between Plus ME**

*Immagine*

---

## BETWEEN PLUS ME

Si tratta di un apparecchio tecnomorfo caratterizzato da due slitte di sostegno per i moduli e una base di appoggio al palo meno impattante visivamente rispetto alle soluzioni precedenti. Infatti il sistema di attacco al palo e inserimento del vano ausiliari è un elemento orizzontale e non verticale. In questa soluzione, massima importanza deve essere data alla struttura di sostegno: il compromesso ideale è una struttura leggera, lineare ma resistente.



# Concept | **Between Plus ME3A - 3B - 3C**

## *Descrizione*

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME3 (A-B-C) installando 4 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).



Concept | **Between Plus ME3A - 3B -3C**

*Imagine*

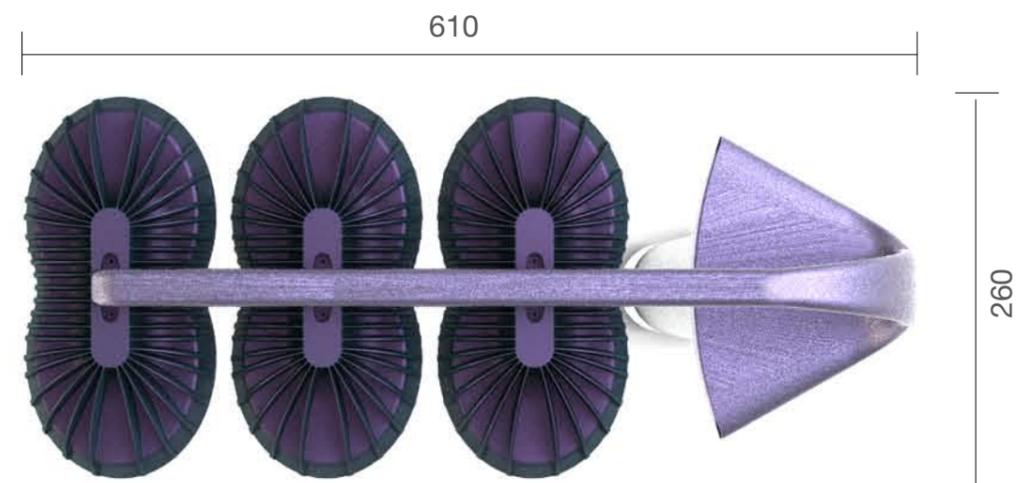
---



# Concept | **Between Plus ME4**

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME4 (A-B) installando 3 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).



Concept | **Between Plus ME4**

*Imagine*

---



# Concept | **Between Plus ME5 - ME6**

## Descrizione

Il sistema modulare permette di ottenere la performance luminosa per le categorie stradali ME5 - ME6 installando 2 moduli. Al lato si riportano le dimensioni di massima del sistema (misure in mm).



Concept | **Between Plus Plus ME5 - ME6**

*Imagine*

---



MEP  
+  
GRAZIE

