

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAMERINO

Scuola di Architettura e Design

Corso di Laurea in

DISEGNO INDUSTRIALE E AMBIENTALE

TESI DI LAUREA

SVILUPPO E PROGETTAZIONE CITYCAR ELETTRICA RICARICABILE A RUOTE INDIPENDENTI

Studente: Buiaroni Stefano

Relatore: Prof. Santulli Carlo

Co-relatore: Prof. Carfagna Giuseppe

INDICE

- 1 PREMESSA
- 2 DESCRIZIONE DEL PRODOTTO
- 3 RICERCA DI MERCATO
- 4 RICERCA DI ANTERIORITA'
- 5 SPECIFICHE PRESTAZIONALI DI PRODOTTO
- 6 ALBERO DEGLI ASSIEMI E COMPONENTI
- 7 RENDERS
- 8 APPROFONDIMENTO SUI MATERIALI IPOTIZZABILI
- 9 SCELTA DEI MATERIALI
- 10 ANALISI TECNOLOGICHE DI PRODUZIONE
- 11 ASPETTI INNOVATIVI DEL PRODOTTO
- 12 NORME DI OMOLOGAZIONE
- 13 CONCLUSIONI

1. PREMESSA

Il prezzo crescente dei combustibili fossili, la crescente attenzione ai temi legati all'ambiente e all'inquinamento urbano, lo sviluppo di modelli Plug-In Ibridi e Pure Electric da parte dei produttori d'auto, e infine i provvedimenti legislativi volti a ridurre le emissioni di CO2 hanno ridestato interesse sull'utilizzo di materiali altamente tecnologici e riciclabili nel campo delle autovetture, nuovi tipi di carburante e soprattutto sull'energia elettrica. L'industria automobilistica si sta preparando ad affrontare un cambiamento determinante a favore delle energie rinnovabili per adeguarsi alle direttive sull'ambiente e per ridurre al minimo gli impatti sull'ecosistema.

La sfida per i costruttori è quindi quella di aumentare le prestazioni diminuendo i consumi. Per ottenere tale risultato essi hanno agito su diversi aspetti: si sono così diffusi i processi di downsizing dei motori, sono state introdotte le turbine anche nei motori più piccoli, sono state alleggerite le masse complessive dei veicoli e si sono sviluppate numerose innovazioni al fine di raggiungere la massima efficienza dei propulsori. Inoltre, oggi molte case automobilistiche propongono modelli ibridi o elettrici. Dopo l'avvento della pionieristica Toyota Prius, questi modelli si sono moltiplicati ma non hanno riscosso un successo così grande da essere preferiti ai modelli tradizionali.

L'aumento della popolazione mondiale è un altro fattore determinante nel campo della viabilità, le industrie automobilistiche stanno puntando sulla riduzione delle dimensioni delle cosiddette "CityCar" favorendo la praticità e i consumi ridotti, ma non è la prima volta nella storia che le case automobilistiche puntano alle riduzioni. Nel 1953 entrò nel mercato la Iso Isetta, probabilmente la prima microcar della storia, dotata di tre ruote e un piccolo motore a due tempi sviluppatore 9 cavalli. All'epoca del debutto, la Isetta fece scalpore per la conformazione davvero inusuale del suo corpo vettura. In effetti, all'epoca, l'Isetta era da considerarsi veramente all'avanguardia, sia per quanto riguarda il tipo di corpo vettura, sia, soprattutto, per la razionale e intelligente scelta nella disposizione di tutto ciò che serviva a rendere questo piccolo mezzo di trasporto una vera e propria automobile a tutti gli effetti, vivibile e maneggevole. In molti l'hanno in seguito definita geniale.

Un altro classico esempio è quello della Fiat 500, disegnata da Dante Giacosa nel 1953 per soddisfare i bisogni degli italiani più modesti, la piccola superutilitaria era dotata di un motore a benzina a quattro tempi con due cilindri raffreddati ad aria forzata, in varie configurazioni: a camere di combustione in testa e a camere laterali, ad alberi a camme in testa e ad alberi a camme nel basamento con punterie ad aste e bilancieri, a cilindri paralleli e a cilindri contrapposti, a disposizione longitudinale e a disposizione trasversale.

Arrivando agli anni 2000 scopriamo una delle superutilitarie, forse, più famose di sempre, la SMART, la più diffusa e pratica dei giorni nostri. L'automobile, semplicemente nominata SMART (Il nome ForTwo arriverà solo vari anni dopo), è una macchina di appena due metri e mezzo, senza cofano anteriore, con pannelli di policarbonato facilmente rimovibili e sostituibili, cosicché si può cambiare facilmente colore alla propria auto. Il progetto per una macchina da città di soli due posti risale al 1972 dall'idea di Johann Tomforde, dipendente della Mercedes-Benz. Il suo progetto venne abbandonato, anche a causa del problema della sicurezza su un'automobile che non possiede alcuna zona di deformazione.

Nel 1989 il progetto viene ripreso in mano, e si inizia lo studio di quella che diverrà poi la cellula Tridion (all'inizio chiamata Crash Box) in metallo ad altissima resistenza. La cellula di protezione Tridion della SMART è a vista.

Il lavoro svolto consiste nell'adozione dei materiali più performanti, applicando ogni materiale nel modo migliore, riducendo notevolmente le dimensioni e il peso del veicolo, grazie all'uso delle nuove tecnologie che vedono come protagonisti i nuovi polimeri rinforzati, migliorando le prestazioni del sistema di propulsione ma soprattutto il sistema di sterzata, che permette al veicolo di ruotare su se stesso e muoversi in ogni direzione.

2. DESCRIZIONE DEL PRODOTTO

L'obiettivo prefissato è quello di ottenere un veicolo che riesca a soddisfare le esigenze odierne di spazi ridotti, manovrabilità, emissioni e consumi bassi e rispetto per l'ambiente.

Nella seguente tesi vengono inizialmente mostrate le principali autovetture "superutilitarie" esistenti attraverso una ricerca di mercato che consenta di analizzare tutti i punti di forza e di debolezza delle tecnologie applicate su di esse cercando di trarre delle conclusioni, fissando le specifiche prestazionali da raggiungere e la gestione degli spazi.

Si passa successivamente alla costruzione concettuale del prodotto attraverso un albero degli assiemi seguito da una lista di componenti. Dopo aver gettato le basi riguardanti la meccanica si procede con lo sketch-concept a mano e in 3D attraverso un programma di modellazione CAD definendo lo stile del prodotto finito.

Successivamente viene preso in analisi il vero punto focale della ricerca, cioè il sistema di propulsione e di sterzata.

3. RICERCA DI MERCATO

PRODOTTO

SMART FORTWO

Premessa: La Smart Fortwo è un'autovettura di segmento A realizzata nel 1998 dalla Smart (acronimo di "Swatch Mercedes ART"), una joint-venture tra la fabbrica svizzera di orologi Swatch e la Casa tedesca Mercedes-Benz. Inizialmente Smart era il nome del modello e non del marchio, che invece era noto con l'acronimo di MCC (Micro Compact Car). Ma dal 2002, Smart è divenuto un marchio vero e proprio, ed il modello ha preso il nome di City Coupé (o City Cabrio, a seconda della tipologia di tetto); infine, a partire dal 2004, le è stato cambiato il nome in Fortwo, questo quando è stata ampliata la gamma della Smart con la prima generazione della Forfour. Per la sua filosofia progettuale è facile considerarla l'evoluzione di microcar del passato come la Isetta del 1953-56.



CARATTERISTICHE

Dati tecnici

Motore:

- Anteriore 3cil 1.0 litri
- 52 KW (71 cv) 5.800 giri/min
- 92 Nm di coppia
- Accelerazione 0-100 km/h 13,7 s
- Velocità di punta 145 km/h
- Alimentazione a benzina/diesel
- Trazione posteriore
- Cambio automatico 5 marce

Dimensioni e massa:

- Numero porte 3
- Numero posti 2
- Bagagliaio 220/240 dm³
- Massa in ordine di marcia 750 kg
- Lunghezza 269 cm
- Larghezza 155 cm
- Altezza 156 cm
- Passo 186 cm

Altre caratteristiche:

- La cellula di sicurezza è dotata, nei punti strategici, di rinforzi in acciaio ad alta resistenza, per la massima stabilità, rigidità e resistenza. In caso di collisione, l'energia d'urto viene distribuita uniformemente sui longheroni e sulle traverse della cellula di sicurezza, in modo da favorirne un efficace assorbimento.
- Carrozzeria in ABS
- Impianto frenante a disco
- Servosterzo idraulico

Prezzo:

- (a partire da) 13.071 €

Punti di forza:

- Dimensioni ridotte
- Consumi minimi
- Alta manovrabilità
- Alta resistenza agli impatti

Punti di debolezza:

- Sospensioni troppo rigide
- Rumorosità del motore
- Lentezza nel cambio marcia

PRODOTTO

FIAT 500

Premessa: La Fiat 500 è una superutilitaria prodotta dalla casa automobilistica italiana FIAT. Presentata il 4 luglio 2007 la nuova 500 ripropone molte soluzioni stilistiche dell'omonima antenata che debuttò cinquant'anni prima, nell'estate del 1957.



CARATTERISTICHE

Dati tecnici

Motore:

- Trasversale anteriore 4cil 1.2 litri
- 51 KW (69 cv) 3.000 giri/min
- 92 Nm di coppia
- Accelerazione 0-100 km/h 13,7 s
- Velocità di punta 152 km/h
- Alimentazione a benzina/diesel
- Trazione anteriore
- Cambio manuale 5 marce

Dimensioni e massa:

- Numero porte 3
- Numero posti 4
- Bagagliaio 280/340 dm³
- Massa in ordine di marcia 1034 kg
- Lunghezza 354 cm
- Larghezza 162 cm
- Altezza 148 cm
- Passo 230 cm

Altre caratteristiche:

- Telaio in alluminio
- Carrozzeria in ABS
- Impianto frenante a disco
- Servosterzo idraulico

Prezzo:

- (a partire da) 14.905 €

Punti di forza:

- Dimensioni ridotte
- Consumi minimi
- Emissioni ridotte
- Pratica

Punti di debolezza:

- Motore non molto potente
- Scarsa sicurezza
- Freni sottodimensionati

PRODOTTO

VOLKSWAGEN UP!

Premessa: La Volkswagen up! è una Superutilitaria prodotta dalla casa automobilistica tedesca Volkswagen nello stabilimento di Bratislava a partire dal 2011, sia nella versione 3 porte che in quella 5 porte e accompagnata dalle "sorelle" (condividono gli stessi componenti, stessa meccanica e pianale, cambiano solo accorgimenti estetici) SEAT Mii e Škoda Citigo.



CARATTERISTICHE

Dati tecnici

Motore:

- Trasversale anteriore 3cil 1.0 litri
- 55 KW (75 cv) 6200 giri/min
- 95 Nm di coppia
- Accelerazione 0-100 km/h 13,7 s
- Velocità di punta 161 km/h
- Alimentazione a benzina/diesel
- Trazione anteriore
- Cambio manuale 5 marce

Dimensioni e massa:

- Numero porte 3
- Numero posti 4
- Bagagliaio 251/959 dm³
- Massa in ordine di marcia 996 kg
- Lunghezza 356 cm
- Larghezza 165 cm
- Altezza 152 cm
- Passo 242 cm

Altre caratteristiche:

- Telaio in alluminio
- Carrozzeria in ABS
- Impianto frenante disco (ant.) tamburo (post.)
- Servosterzo idraulico

Prezzo:

- (a partire da) 14.900 €

Punti di forza:

- Dimensioni ridotte
- Consumi minimi
- Emissioni ridotte
- Pratica

Punti di debolezza:

- Motore non molto potente
- Scarsa sicurezza
- Rifiniture scarse
- Visibilità scarsa

PRODOTTO

FORD KA

Premessa: La Ford Ka è un'Utilitaria di segmento A commercializzata dalla filiale europea della casa automobilistica americana Ford a partire dal 1996. Nel 2008 è stata presentata la seconda generazione.



CARATTERISTICHE

Motore:

- Anteriore 4cil 1.3 litri
- 51 KW (69 cv) 5500 giri/min
- 102 Nm di coppia
- Accelerazione 0-100 km/h 13,1 s
- Velocità di punta 160,5 km/h
- Alimentazione a benzina/diesel
- Trazione anteriore
- Cambio manuale 5 marce

Dimensioni e massa:

- Numero porte 3
- Numero posti 4
- Bagagliaio 224/747 dm³
- Massa in ordine di marcia 865 kg
- Lunghezza 362 cm
- Larghezza 198cm
- Altezza 169 cm
- Passo 230 cm

Altre caratteristiche:

- Telaio in alluminio
- Carrozzeria in ABS
- Impianto frenante disco (ant.) tamburo (post.)
- Servosterzo idraulico

Prezzo:

- (a partire da) 11.500 €

Punti di forza:

- Dimensioni ridotte
- Consumi minimi
- Emissioni ridotte
- Pratica
- Motore affidabile
- Cambio veloce

Punti di debolezza:

- Posizione di guida scomoda
- Scarsa frenata
- Rifiniture scarse
- Visibilità scarsa

PRODOTTO

NISSAN CONCEPT PIVO

Premessa: La Nissan Pivo è una concept car creata da Nissan . La Pivo è stata introdotta al Tokyo Motor Show nel 2005 . La macchina è essenzialmente a 360 gradi di rotazione, cabina tre posti su un telaio di 4 ruote , e quindi elimina la necessità di retromarcia e rende più facile il parcheggio.



CARATTERISTICHE

Dati tecnici

Motore:

- Centrale elettrico lithium-ion
- 40 KW (52 cv)
- Alimentazione elettrica lithium-ion battery
- Trazione integrale

Dimensioni e massa:

- Numero porte 1
- Numero posti 3
- Massa in ordine di marcia 1232 kg
- Lunghezza 292 cm
- Larghezza 198cm
- Altezza 169 cm
- Passo 190 cm

Altre caratteristiche:

- Telaio in alluminio
- Carrozzeria in ABS
- Servosterzo idraulico
- Ruote sterzanti 90°
- Abitacolo rotante

Prezzo:

- (a partire da) / €

Punti di forza:

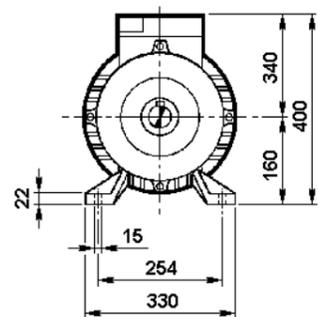
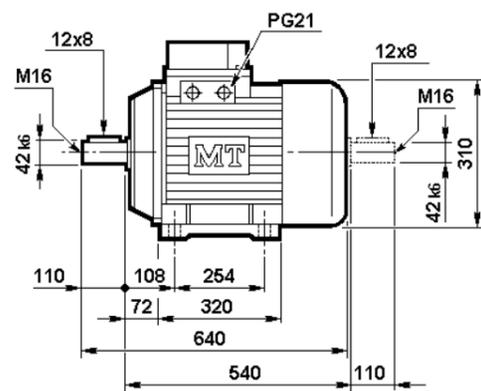
- Dimensioni ridotte
- Consumi minimi
- Emissioni ridotte
- Pratica

Punti di debolezza:

- Lentezza nella rotazione delle ruote
- Ancora in fase di prototipazione

4. RICERCA DI ANTERIORITA'

MOTORE ELETTRICO



160L B3

Descrizione

Col termine motore elettrico si definisce una macchina elettrica in cui la potenza di ingresso è di tipo elettrico e quella di uscita è di tipo meccanico, assumendo la funzione di attuatore. Questa tipologia di macchina elettrica è fondata, analogamente a quanto accade nel generatore elettrico, sulle forze magnetoelettriche che interagiscono tra un sistema di correnti ed un campo magnetico.

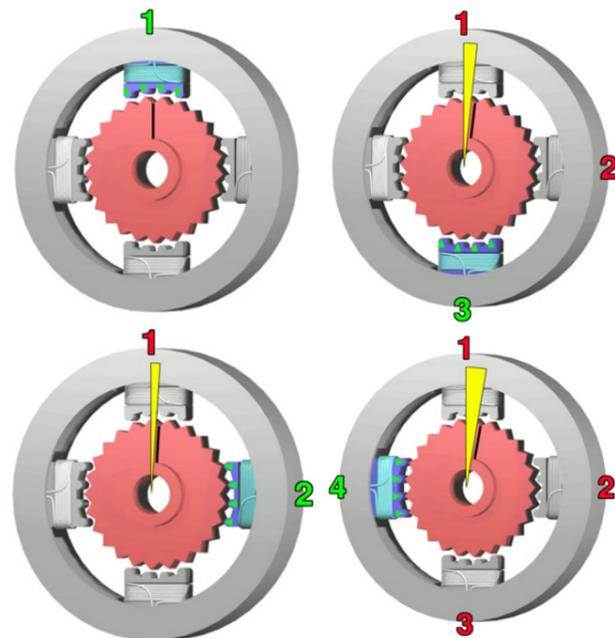
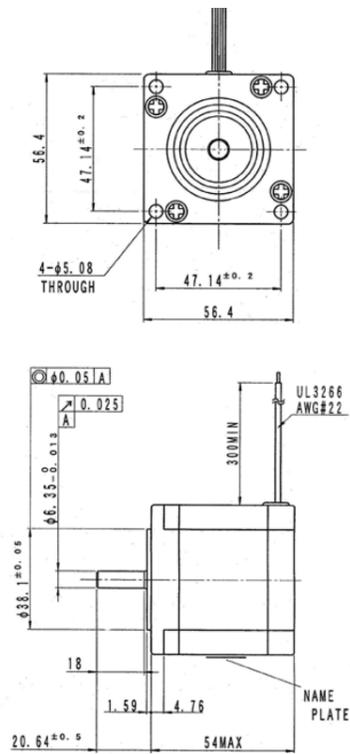
Funzionamento

La corrente elettrica passa in un avvolgimento di spire che si trova nel rotore. Questo avvolgimento, composto da fili di rame, crea un campo elettromagnetico al passaggio di corrente. Questo campo elettromagnetico è immerso in un altro campo magnetico creato dallo statore, il quale è caratterizzato dalla presenza di una o più coppie polari (calamite, elettrocalamite, ecc.). Il rotore per induzione elettromagnetica inizia a girare, in quanto il campo magnetico del rotore tende ad allinearsi a quello dello statore analogamente a quanto avviene per l'ago della bussola che si allinea col campo magnetico terrestre. Durante la rotazione il sistema costituito dalle spazzole e dal collettore commuta l'alimentazione elettrica degli avvolgimenti del rotore in modo che il campo magnetico dello statore e quello del rotore non raggiungano mai l'allineamento perfetto, in tal modo si ottiene la continuità della rotazione. Questo motore è alimentato a corrente continua, ma il sistema delle spazzole fa sì che la polarità all'interno degli avvolgimenti del rotore sia alternata durante la rotazione, quindi, tecnicamente, si tratta di un motore in corrente alternata. Durante la trasformazione, una modesta parte dell'energia viene dispersa per l'effetto Joule. Dato il principio di funzionamento, un motore elettrico fa sempre muovere l'albero motore di moto rotatorio; si può ottenere un moto lineare alternato utilizzando un glifo oscillante, componente meccanico che converte appunto il moto rotatorio in rettilineo oscillante.

Tale motore può essere usato in maniera reversibile anche come generatore elettrico, che assorbe energia meccanica. Questo senza subire alcun cambiamento nella sua struttura, permettendo così una sua versatilità molto ampia, che gli consente di passare da un funzionamento all'altro, velocemente e senza accorgimenti esterni rivolti al motore.

Applicazione
Propulsione ruote.

MOTORE PASSO-PASSO



Applicazione
Sterzata.

Descrizione

Il motore passo-passo spesso chiamato anche step o stepper è un motore elettrico sincrono in corrente continua pulsata con gestione elettronica senza spazzole (brushless) che può suddividere la propria rotazione in un grande numero di passi (step). La posizione del motore può essere controllata accuratamente senza dover ricorrere al controllo ad anello chiuso (feedback) se la taglia ed il tipo di motore sono scelti in modo adeguato all'applicazione.

È considerato la scelta ideale per tutte quelle applicazioni che richiedono precisione nello spostamento angolare e nella velocità di rotazione, quali la robotica, le montature dei telescopi ed i servomeccanismi in generale. Un motore simile è il motore brushless, che si differenzia per uno statore che viene alimentato perennemente in tutte le sue parti e non a rotazione, questo conferisce maggiori velocità di rotazione e potenze, ma non permette un controllo altrettanto preciso della posizione del rotore.

Funzionamento

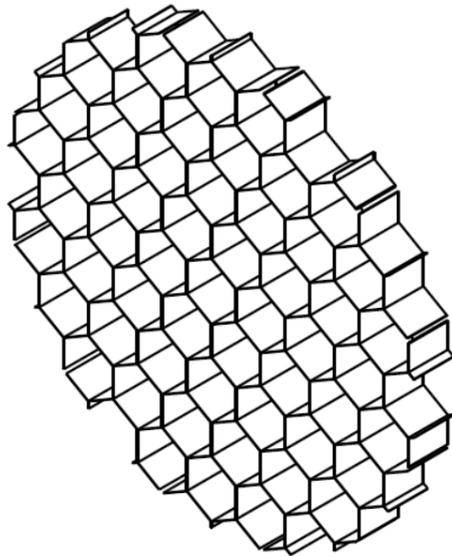
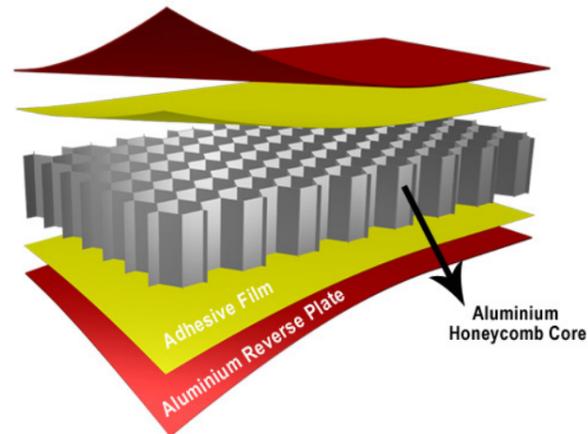
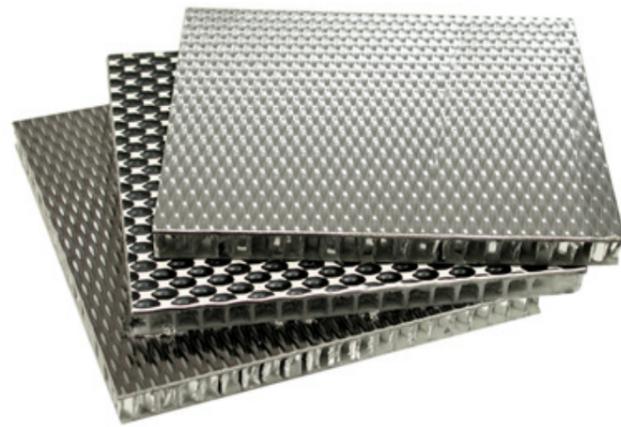
1- L'elettromagnete in alto (1) viene eccitato, attraendo il dente più vicino di un attrezzo a forma di rotore metallico. Con il dente allineato all'elettromagnete 1, inizierà la rotazione verso l'elettromagnete 2.

2- L'elettromagnete in alto (1) viene spento e viene eccitato l'elettromagnete a destra (2), tirando il dente successivo leggermente verso destra. Questo processo produce una rotazione di 3.6° in questo esempio.

3- L'elettromagnete in basso (3) viene eccitato; si verifica un'altra rotazione di 3.6° .

4- L'elettromagnete a sinistra (4) viene eccitato, si ha un'altra rotazione di 3.6° . Quando l'elettromagnete in alto (1) sarà di nuovo eccitato, i denti del rocchetto dovranno ruotare nella posizione successiva; poiché vi sono 25 denti, occorrono 100 passi per realizzare una rotazione completa.

PANNELLO A SANDWICH (HONEYCOMB/ALVEOLARE)



Applicazione:
Telaio

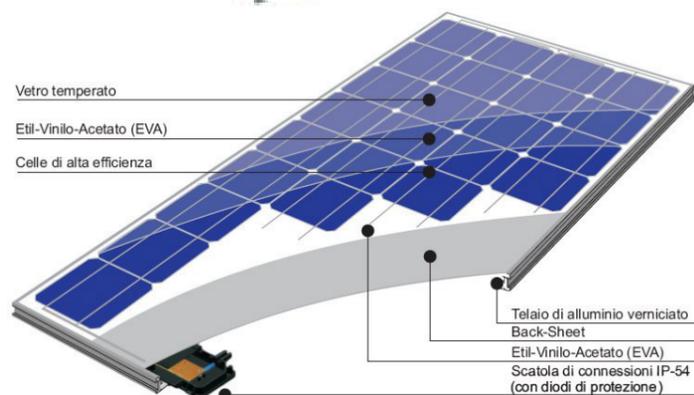
Descrizione

Per pannello a sandwich (o struttura a sandwich) si intende un elemento costituito da due strati resistenti, detti pelli o facce, distanziati tra loro e collegati rigidamente ad un elemento connettivo che prende il nome di core: la struttura così composta ha un comportamento statico notevolmente migliore delle singole parti da cui è costituita.

Il core è in genere un materiale leggero e poco resistente, che permette di distanziare le pelli, composte di materiale nobile e di spessore ridotto. Le pelli sono preposte alla distribuzione dei carichi nel piano, la presenza del core è invece utile ad aumentare il valore della rigidità flessionale del pannello, che dipende dalla distanza delle lamine dal piano medio. L'impiego di tale struttura è quindi paragonabile al concetto della trave con sezione a I, dove l'anima serve ad aumentare la rigidità flessionale nella direzione della stessa. Distanziando le pelli si ottiene un incremento notevolissimo della rigidità rispetto a un pannello costituito soltanto da uno spessore di materiale pari a quello delle due facce, con un incremento di peso ridottissimo. Per queste ragioni negli ultimi quaranta anni nell'industria aerospaziale si è sempre più consolidato l'impiego di pannelli sandwich.

Un esempio più comune di pannello sandwich è costituito da quel cartone in cui gli strati esterni piani sono separati da uno strato di cartone ondulato.

PANNELLO FOTOVOLTAICO



Applicazione:

Applicato sul tettuccio per la ricarica della batteria; si ottiene, così facendo, una parziale autosufficienza energetica.

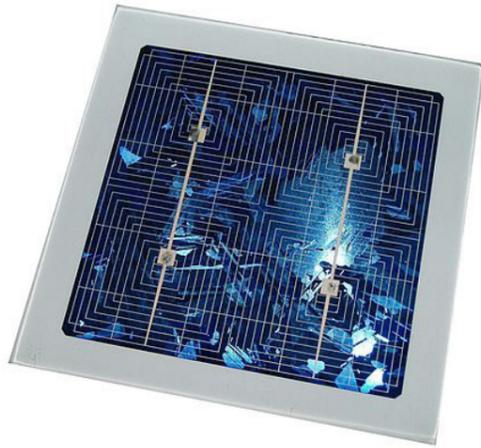
Descrizione

Un pannello fotovoltaico è un dispositivo optoelettronico, composto da celle fotovoltaiche, in grado di convertire l'energia solare incidente in energia elettrica mediante effetto fotovoltaico, tipicamente impiegato come generatore di corrente in un impianto fotovoltaico. Può essere meccanicamente pre-assemblato a formare un pannello fotovoltaico, pratica caduta in disuso con il progressivo aumento delle dimensioni dei moduli, che ne hanno di fatto incorporato le finalità. Può essere esteticamente simile al pannello solare termico, ma, pur avendo entrambi l'energia solare (radiazione solare) come fonte di energia primaria, hanno scopi e funzionamento differenti.

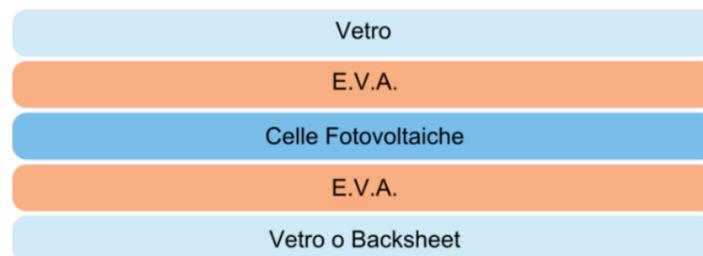
Funzionamento

Quando un raggio di luce colpisce il pannello, dopo aver attraversato uno strato di vetro piano antiriflesso che ha lo scopo di minimizzare la dispersione della luce, interagisce con gli elettroni del silicio, che hanno livelli energetici differenti; in particolare con quelli legati più debolmente agli atomi, cioè quelli con legami di conduzione. Sono proprio questi elettroni periferici che si allontanano dall'atomo di silicio e producono un flusso di corrente elettrica.

CELLA FOTOVOLTAICA



LAMINATO (STRATIFICAZIONE)



Composizione

Cella fotovoltaica

La cella fotovoltaica, o cella solare, è l'elemento base nella costruzione di un modulo fotovoltaico. Essa è un dispositivo elettrico che converte l'energia della luce direttamente in elettricità tramite l'effetto fotovoltaico.

Moduli

I moduli in silicio mono o poli-cristallini rappresentano la maggior parte del mercato; sono tecnologie costruttivamente simili e prevedono che ogni cella fotovoltaica sia cablata in superficie con una griglia di materiale conduttore che ne canalizzi gli elettroni. Ogni cella viene connessa alle altre mediante nastri metallici, in modo da formare opportuni circuiti in serie e in parallelo. La necessità di silicio molto puro attraverso procedure di purificazione dell'ossido di silicio (SiO_2 , silice) presente in natura eleva il costo della cella fotovoltaica.

Sopra una superficie posteriore di supporto, in genere realizzata in un materiale isolante con scarsa dilatazione termica, come il vetro temperato o un polimero come il tedlar, vengono appoggiati un sottile strato di acetato di vinile (spesso indicato con la sigla EVA), la matrice di moduli preconnessi mediante i già citati nastri, un secondo strato di acetato e un materiale trasparente che funge da protezione meccanica anteriore per le celle fotovoltaiche, in genere vetro temperato. Dopo il procedimento di pressofusione, che trasforma l'EVA in mero collante inerte, le terminazioni elettriche dei nastri vengono chiuse in una morsettiera stagna generalmente fissata alla superficie di sostegno posteriore, e il risultato ottenuto viene fissato ad una cornice in alluminio, che sarà utile al fissaggio del pannello alle strutture di sostegno atte a sostenerlo e orientarlo opportunamente verso il sole.

Laminato

Il laminato viene preparato con i seguenti materiali:

- Vetro (i moduli costruiti in Italia abitualmente usano vetro da 4 mm di spessore)
- Etilene vinil acetato - EVA
- Celle mono o policristalline
- EVA (composto elastico utilizzato nei moduli fotovoltaici a protezione delle celle fotovoltaiche)
- Backsheet o Tedlar (copertura di fondo)

5. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DI PRODOTTO

DIMENSIONI E PESO	
Lunghezza	1921 mm
Larghezza	1921 mm
Altezza	1969 mm
Passo	1186 mm
Carreggiata anteriore	1186 mm
Carreggiata posteriore	1186 mm
Peso in ordine di marcia	654 kg
Distribuzione dei pesi	60% ant - 30% post

MOTORE	
Tipo	Elettrico indipendente (x4)
Potenza totale	41 cv (30 KW)
Amperaggio totale	126,81 amp
N/m di spinta	55,90 N/M
Potenza singolo motore	10,25 cv (7,5 KW)
Amperaggio singolo motore	31,70 amp
N/m di spinta singolo motore	13,97 N/m

PRESTAZIONI	
Velocità massima	102 km/h
Accelerazione 0-100 km/h	17,3 s
Peso/potenza (KW/tara)	21,8 kg/KW

BATTERIA	
Tipo	Ioni di Litio
Autonomia	190 km
Tempo di ricarica	6 ore

6. ALBERO DEGLI ASSIEMI E COMPONENTI

MOTORE



E' l'organo che permette di rendere autonomo l'avanzamento del mezzo. I motori possono essere classificati in vari modi, in base all'aspetto costruttivo preso come riferimento (elettricità, benzina, diesel, Flex, ciclo di funzionamento etc.).

TELAIO



E' la parte destinata ad assorbire le sollecitazioni generate dal peso permanente del veicolo (determinato dalla tare), dalla portata, dalla velocità, dalle accelerazioni o decelerazioni, dalla pendenza e dalle asperità del suolo. Negli autoveicoli industriali, in genere, il telaio è costituito da una coppia di longheroni: ciò favorisce il montaggio di vari tipo di carrozzerie.

IMPIANTO ELETTRICO



- Luci
- Fari
- Freccie
- Cablaggio



Essendo un veicolo totalmente elettrico e non avendo un unico motore che trasmette moto alle ruote, bensì un motore per ogni ruota, gli assiemi e i sistemi che, di norma, troveremmo su una normale autovettura, qui sono assenti.

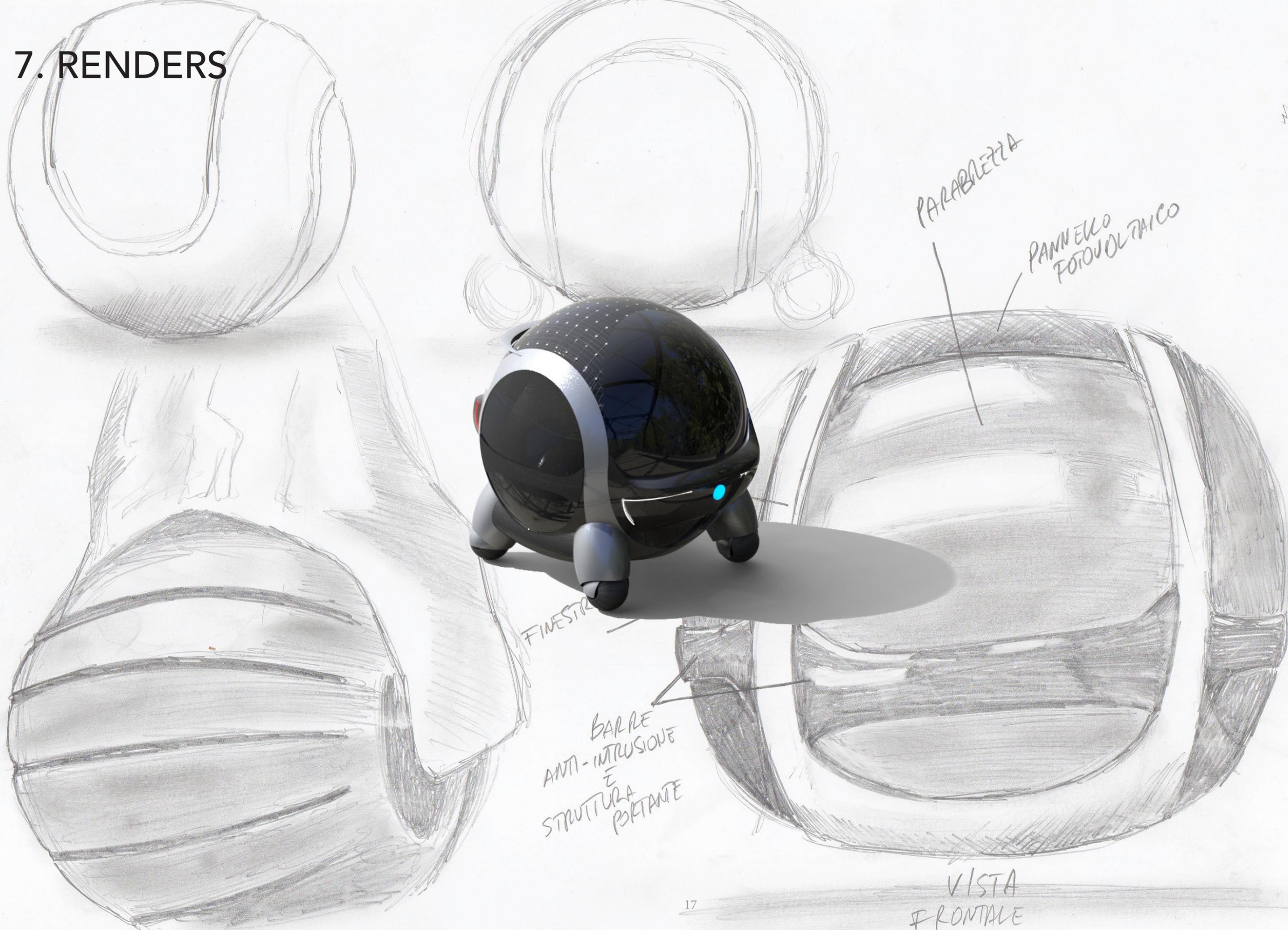
- Sistema di accensione;
- Sistema di distribuzione;
- Sistema di lubrificazione;
- Sistema di scarico;
- Turbocompressore;
- Sistema di trasmissione;
- Impianto di accensione;
- Impianto frenante.

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE
- Batterie al litio

SISTEMI

SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO
- Ventola

7. RENDERS



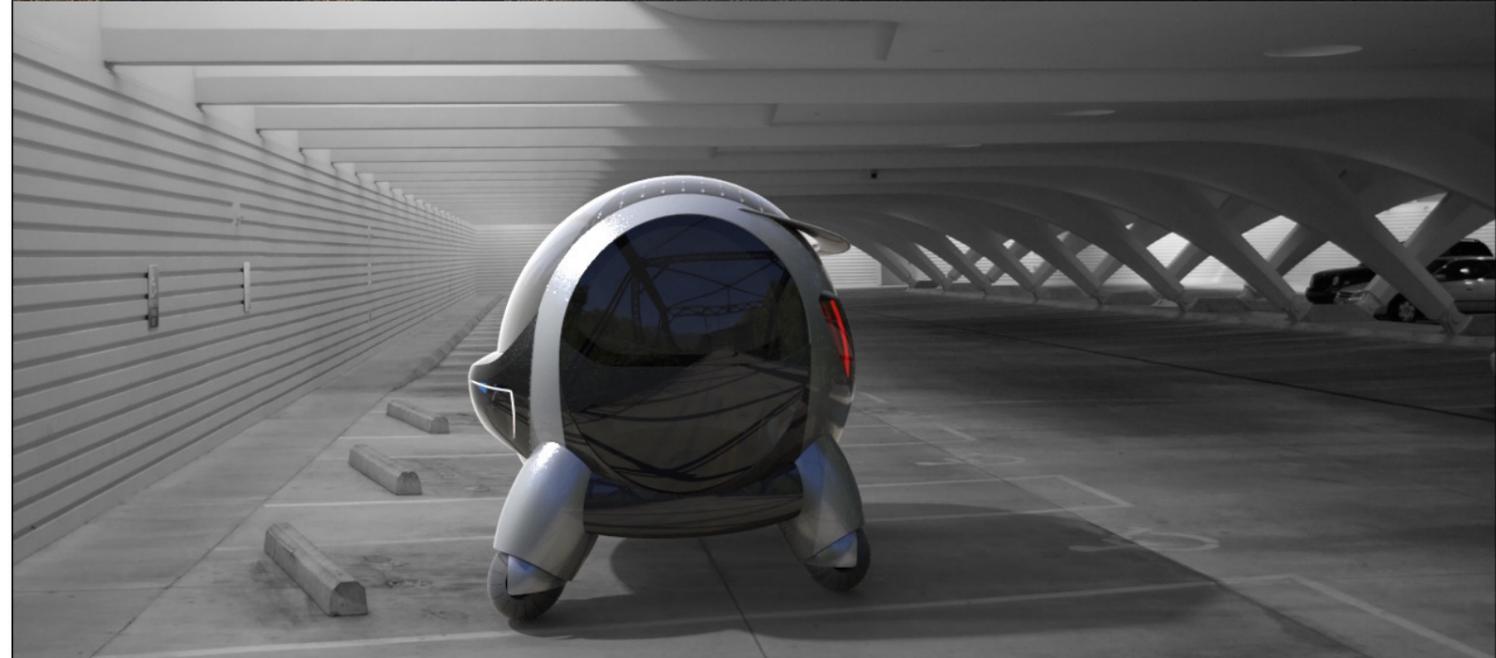
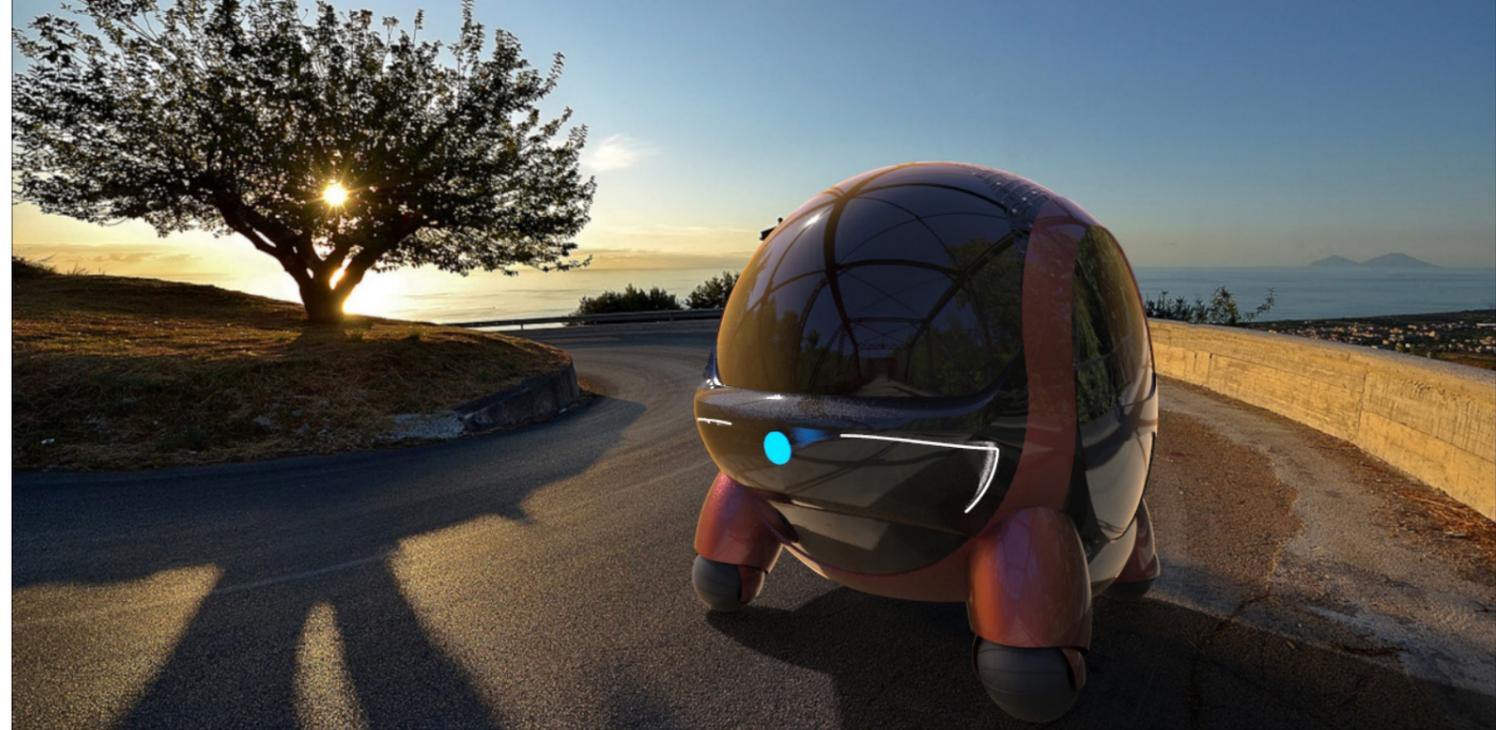
PARABREZZA

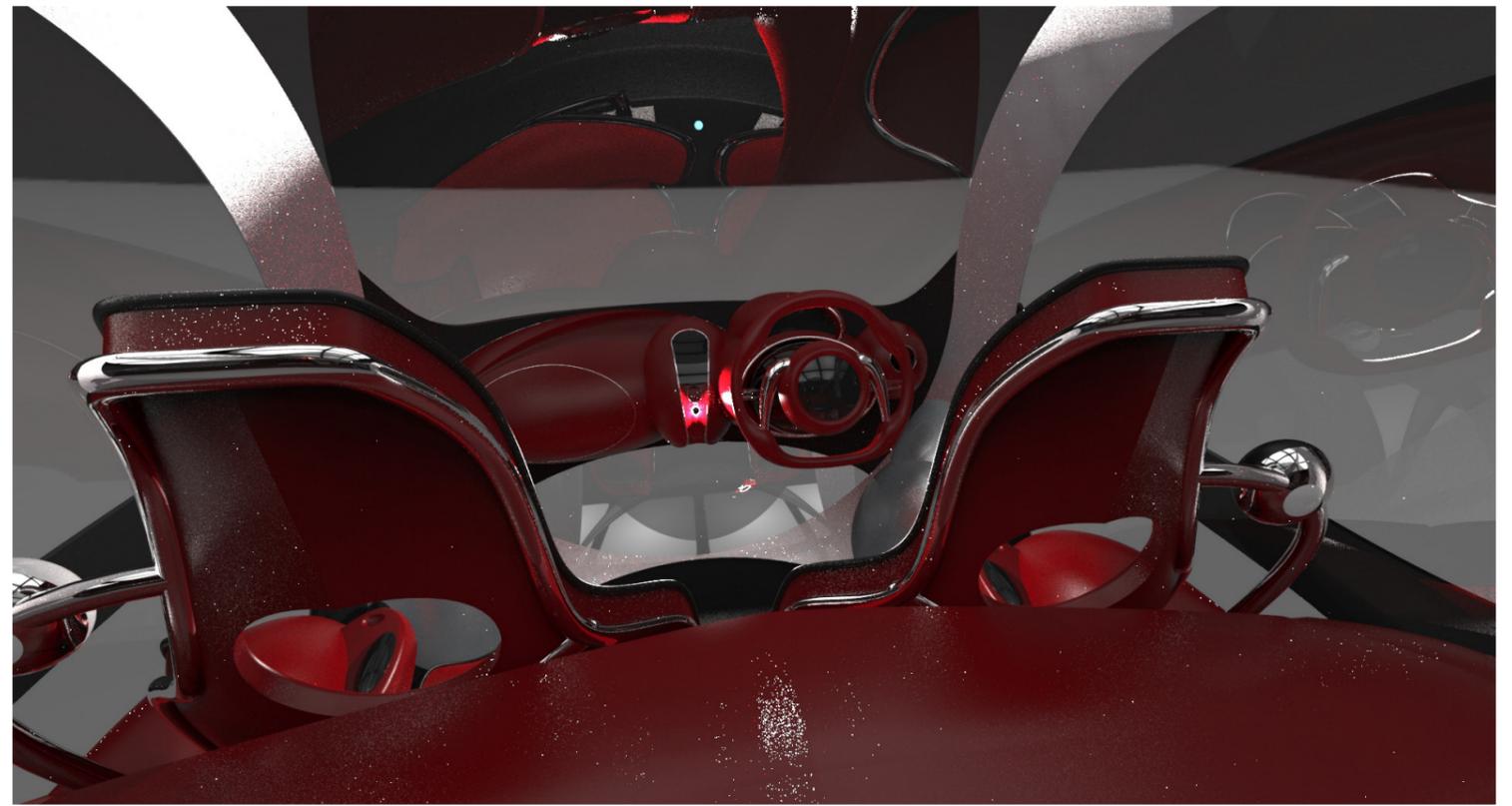
PANNELLO FOTOVOLTAICO

FINESTRA

BARRE ANTI-INTRUSIONE E STRUTTURA PORTANTE

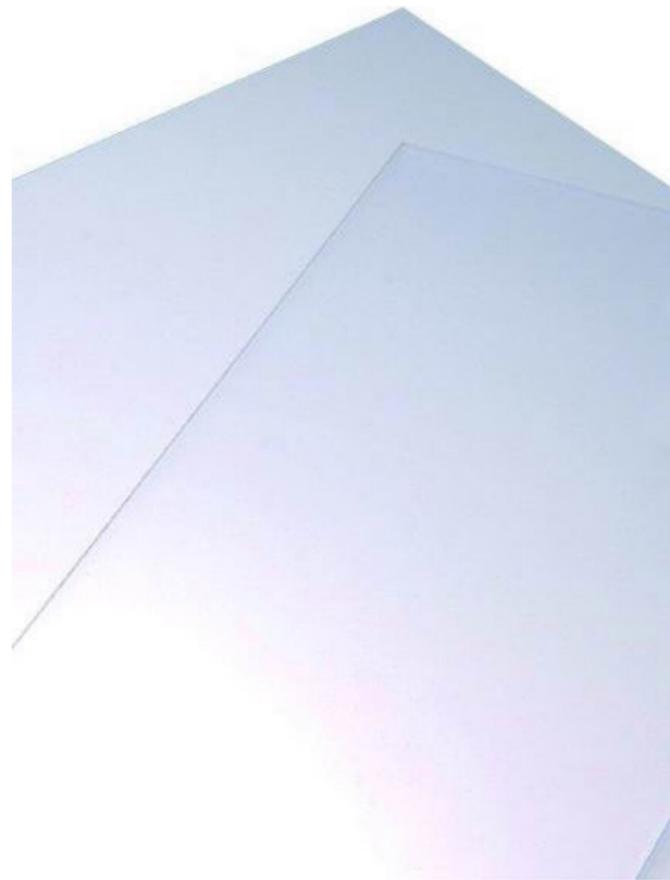
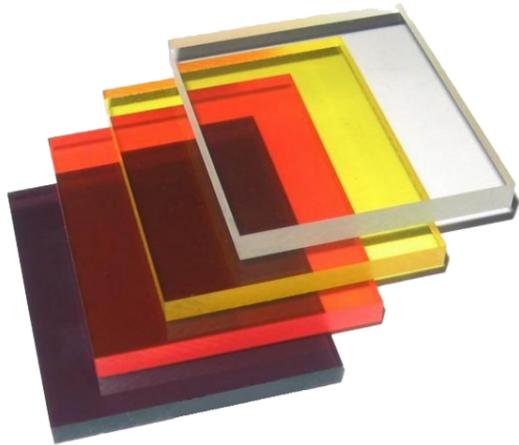
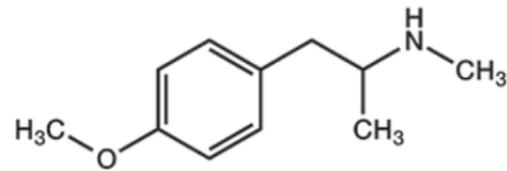
VISTA FRONTALE





8. APPROFONDIMENTO SUI MATERIALI IPOTIZ-

PMMA (POLIMETILMETACRILATO)



Descrizione

Il polimetilmetacrilato (in forma abbreviata PMMA) è una materia plastica formata da polimeri del metacrilato di metile, estere dell'acido metacrilico. Nel linguaggio comune il termine metacrilato si riferisce generalmente a questi polimeri.

È noto anche con i nomi commerciali di Plexiglas®, Perspex®, Lucite®.

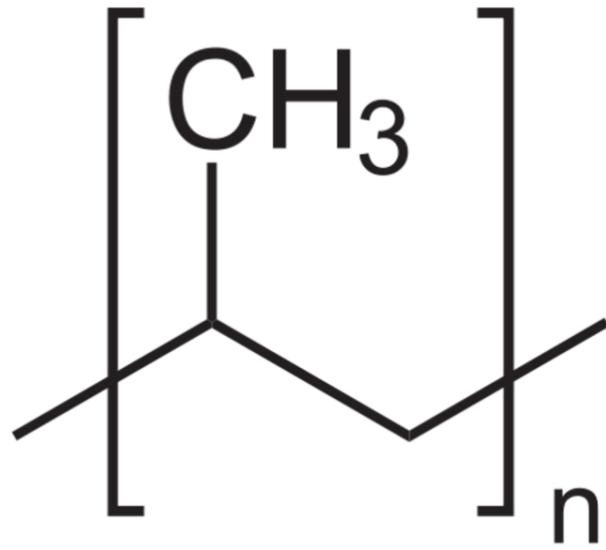
Proprietà

Di norma è molto trasparente, più del vetro, al punto che possiede caratteristiche di comportamento assimilabili alla fibra ottica per qualità di trasparenza, e con la proprietà di essere più o meno in percentuali diverse, infrangibile a seconda della sua "mescola". Per queste caratteristiche è usato nella fabbricazione di vetri di sicurezza e articoli similari, nei presidi antinfortunistici, nell'oggettistica d'arredamento o architettonica in genere.

- densità di 1,19 g/cm³, circa la metà di quella del vetro (2,5 g/cm³);
- le lastre possono essere prodotte per estrusione (sigla XT) o per colatura (sigla GS);
- ha un punto di rottura superiore al vetro ed inferiore al policarbonato;
- è più tenero e sensibile ai graffi e alle abrasioni; a questo generalmente si ovvia con un opportuno rivestimento; eventuali graffi su lastre colate possono essere facilmente eliminati grazie a polish specifici;
- può essere modellato per riscaldamento (termoformatura) a temperature relativamente basse (ha temperatura di transizione vetrosa pari a 110 °C circa);
- è più trasparente del vetro alla luce visibile;
- a differenza del vetro, esistono alcune formulazioni che non fermano la luce ultravioletta (plexiglas GUV-T[1]);
- è trasparente alla luce infrarossa fino a 2800 nm, mentre la luce di lunghezze d'onda maggiore viene sostanzialmente bloccata; esistono specifiche formulazioni di PMMA atte a bloccare la luce visibile e a lasciar passare la luce infrarossa di un dato intervallo di frequenze (usate, ad esempio, nei telecomandi e nei sensori rivelatori di fonti di calore).

Pezzi di PMMA possono essere saldati a freddo usando adesivi a base di cianoacrilati oppure sciogliendone gli strati superficiali con un opportuno solvente – diclorometano o cloroformio. La giuntura che si crea è quasi invisibile.

PP (POLIPROPILENE)



Descrizione

Il polipropilene (o polipropene, abbreviato in PP) è un polimero termoplastico che può mostrare diversa tatticità. Il prodotto più interessante dal punto di vista commerciale è quello isotattico: è un polimero semi-cristallino caratterizzato da un elevato carico di rottura, una bassa densità, una buona resistenza termica e all'abrasione.

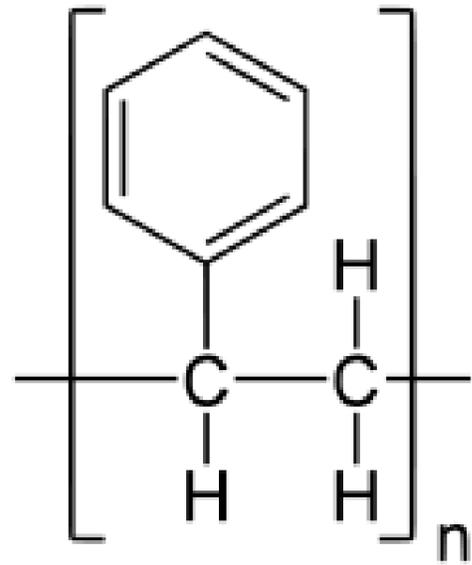
La densità del polipropilene isotattico è di 900 kg/m³ e il punto di fusione è spesso oltre i 165 °C. Le proprietà chimiche, determinate in fase di produzione, comprendono la stereoregolarità, la massa molecolare e l'indice di polidispersione. Il prodotto atattico si presenta invece come un materiale dall'aspetto gommoso, e ha scarso interesse commerciale (è stato usato solo come additivo).

Proprietà

Il polipropilene ha conosciuto un grande successo nell'industria della plastica: molti oggetti di uso comune, dagli zerbini agli scolapasta per fare alcuni esempi, sono fatti di polipropilene. Altri esempi di utilizzo del polipropilene sono: i cruscotti degli autoveicoli, i tappi e le etichette delle bottiglie di plastica, le reti anti-grandine, le custodie dei CD, le capsule del caffè, i bicchierini bianchi di plastica per il caffè.

- superficie estremamente liscia;
- alta resistenza agli urti;
- eccellenti valori di durezza, rigidità e resistenza alla trazione;
- resistenza alle rotture da stress;
- resistenza all'abrasione;
- ottima robustezza a temperature di esercizio incluse tra -5 °C e 95 °C;
- eccellenti proprietà isolanti elettriche e termiche;
- ottima resistenza agli agenti chimici;
- nessun assorbimento di acqua.

PS (POLYSTYRENE)



Descrizione

Il polistirene (chiamato anche polistirolo[1], in Svizzera anche sagex solo nella sua forma espansa[2]) è il polimero dello stirene.

È un polimero aromatico termoplastico dalla struttura lineare. A temperatura ambiente è un solido vetroso; al di sopra della sua temperatura di transizione vetrosa, circa 100 °C, acquisisce plasticità ed è in grado di fluire; comincia a decomporsi alla temperatura di 270 °C.

Il polistirene espanso si presenta in forma di schiuma bianca leggerissima, spesso modellata in sferette o chips, e viene usato per l'imballaggio e l'isolamento.

Chimicamente inerte rispetto a molti agenti corrosivi, è solubile nei solventi organici clorurati (ad esempio diclorometano e cloroformio), in trielina, in acetone e in alcuni solventi aromatici come benzene e toluene.

Proprietà

In forma non espansa la sua densità è pari a circa 1.050 kg/m³, mentre si va da 15 kg/m³ a 100 kg/m³ nella forma espansa. È trasparente, duro e rigido. Possiede inoltre discrete proprietà meccaniche ed è resistente a molti agenti chimici acquosi. È anche un ottimo isolante elettrico per condensatori, ed è praticamente anigroscopico.

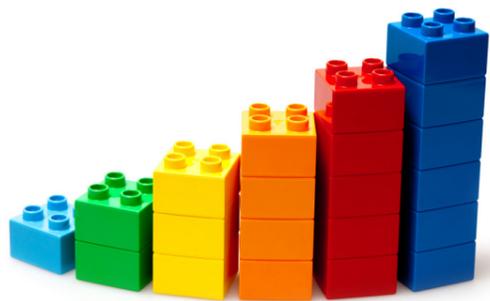
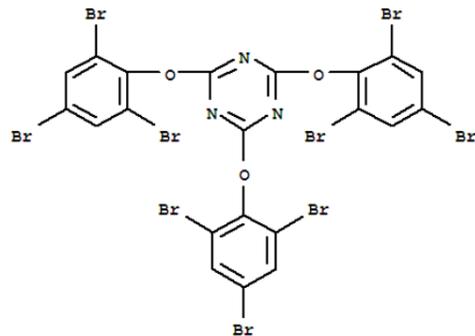
Può essere facilmente colorato, sia con tinte lucide sia opache. L'aggiunta del colore può essere fatta al momento dello stampaggio, aggiungendo il pigmento direttamente nello stampo, oppure prima dello stampaggio, inglobando il pigmento nella massa del polimero prima di ridurlo in chips per lo stampaggio.

Il polistirene viene usato in molti settori applicativi per le sue proprietà meccaniche ed elettriche.

Inoltre viene utilizzato come materiale per la creazione di modelli al posto della cera nei processi di fonderia detti a microfusione (lost foam). Il vantaggio rispetto alla cera, che deve essere sciolta e fatta uscire dallo stampo, è che il polistirene, a contatto con il metallo fuso, sublima lasciando così la cavità vuota.

È anche largamente utilizzato per i sistemi di isolamento a cappotto, in particolare viene utilizzato l'EPS 120 in pannelli di diverso spessore e di dimensioni da 100×50 centimetri.

ABS (ACRILONITRILE BUTADIENE STIRENE)



Descrizione

L'acrilonitrile-butadiene-stirene o ABS (formula chimica $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$) è un comune polimero termoplastico utilizzato per creare oggetti leggeri e rigidi come tubi, strumenti musicali (soprattutto il flauto dolce e il clarinetto), teste di mazze da golf, parti o intere carrozzerie automobilistiche, come nella Citroën Méhari, e giocattoli come i famosi mattoncini della LEGO, oltre che come contenitore per assemblaggi di componenti elettrici ed elettronici e ad essere impiegato nella costruzione di alcune armi da soft-air. Nel campo dell'idraulica i tubi in ABS sono di colore nero, mentre quelli di PVC sono di colore bianco, arancione o grigio.

L'ABS è un copolimero derivato dallo stirene polimerizzato insieme all'acrilonitrile in presenza di polibutadiene, e perciò può essere definito come terpolimero. Le proporzioni possono variare dal 15% al 35% di acrilonitrile, dal 5% al 30% di butadiene e dal 40% al 60% di stirene.

I granuli di plastica in ABS della dimensione minore di 1 micrometro vengono utilizzati negli inchiostri per i tatuaggi poiché hanno la caratteristica di essere particolarmente vividi.

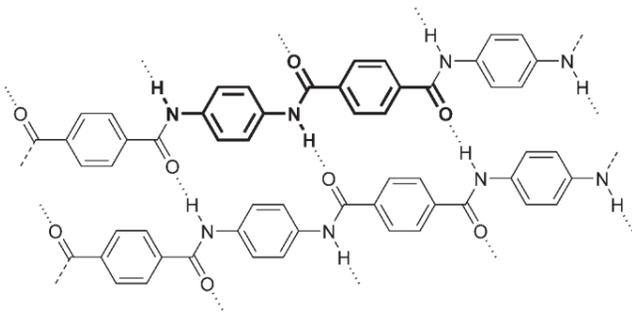
L'ABS trova grande applicazione nella realizzazione di prodotti mediante l'utilizzo di macchine di prototipazione rapida che utilizzano tecniche produttive quali la FDM (Fused Deposition Modeling).

Proprietà

- scorrimento;
- resistenza al calore;
- resistenza agli urti.

Lo stirene monomero conferisce all'ABS una buona processabilità, l'acrilonitrile la rigidità e la resistenza termica e chimica, mentre il butadiene rende il prodotto più tenace e resiliente, anche a basse temperature. Cambiando le proporzioni dei componenti dell'ABS e aggiungendo additivi specifici, si possono produrre diversi gradi, con proprietà particolari. L'ABS ha una scarsa resistenza agli agenti atmosferici e per questo è raccomandato solo per applicazioni al coperto.

ALLUMINIO (AL)



Descrizione

L'alluminio è l'elemento chimico di numero atomico 13. Il suo simbolo è Al ed è identificato dal numero CAS 7429-90-5.

Si tratta di un metallo duttile color argento.[2] L'alluminio si estrae principalmente dai minerali di bauxite[2] ed è notevole la sua morbidezza, la sua leggerezza e la sua resistenza all'ossidazione, dovuta alla formazione di un sottilissimo strato di ossido che impedisce all'ossigeno di corrodere il metallo sottostante.[2] L'alluminio grezzo viene lavorato tramite diversi processi di produzione industriale, quali ad esempio la fusione, la forgiatura o lo stampaggio.

L'alluminio viene usato in molte industrie per la fabbricazione di milioni di prodotti diversi ed è molto importante per l'economia mondiale. Componenti strutturali fatti in alluminio sono vitali per l'industria aerospaziale e molto importanti in altri campi dei trasporti e delle costruzioni nei quali leggerezza, durata e resistenza sono necessarie.

Proprietà

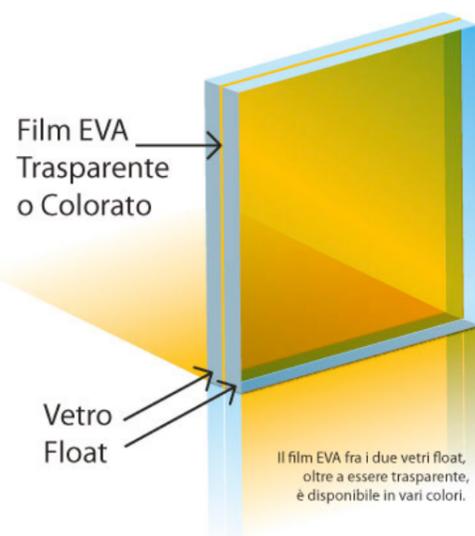
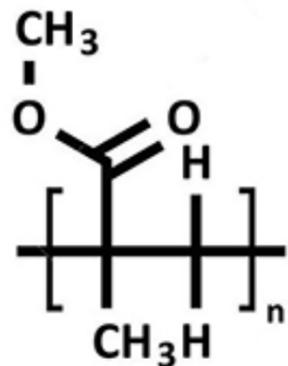
L'alluminio è un metallo leggero, ma resistente, con un aspetto grigio argento a causa del leggero strato di ossidazione, che si forma rapidamente quando è esposto all'aria e che previene la corrosione in quanto non solubile.

L'alluminio ha un peso specifico di circa un terzo dell'acciaio, o del rame; è malleabile, duttile e può essere lavorato facilmente; ha una eccellente resistenza alla corrosione e durata. Inoltre non è magnetico, non fa scintille, ed è il secondo metallo per malleabilità e sesto per duttilità.

Le proprietà salienti dell'alluminio sono:

- basso peso specifico, pari a circa un terzo di quello dell'acciaio o delle leghe di rame;
- alta conducibilità termica ed elettrica, circa due terzi di quella del rame;
- elevata plasticità;
- eccellente duttilità e malleabilità;
- basso potere radiante;
- saldabilità; molte leghe di alluminio sono saldabili con normali tecniche MIG, TIG e saldo brasatura, altre, in particolare quelle contenenti rame, non sono saldabili. In ogni caso il processo di saldatura deve essere effettuato con l'uso di gas inerti o paste, che producono gas ionizzanti, per evitare la formazione di allumina.
- superficie dei particolari trattabile con ossidazione anodica o protettiva (passivazione chimica e aumento della durezza superficiale, che può superare in 50 HRC) o estetica (elettrocolorazione).

VETRO STRATIFICATO (LAMINATO)



Descrizione

Il vetro stratificato o vetro laminato è un vetro di sicurezza che non si divide in molteplici pezzi quando frantumato. Alla rottura, uno strato intermedio, tipicamente di polivinilbutirale (PVB), interviene mantenendo insieme gli strati di vetro che lo circondano. In questo modo, anche se il vetro si rompe, non abbandona la sua sede rischiando di mettere in pericolo oggetti o persone vicine. Il risultato è una caratteristica forma a ragnatela al momento dell'impatto.

Come accennato, l'utilizzo di questa tecnologia risulta fondamentale in quegli oggetti potenzialmente pericolosi per l'uomo in seguito alla rottura, ad esempio i parabrezza delle automobili. In aree geografiche soggette a frequenti uragani, la tecnologia è sfruttata per facciate continue, vetrine e finestre. Lo strato di PVB ha il pregio di incrementare il livello di insonorizzazione introdotto dal vetro e blocca il 99% della radiazione ultravioletta. Infine, il vetro stratificato viene utilizzato a volte nella creazione di sculture.

Proprietà

Tipicamente la struttura di una lastra di vetro stratificato sarebbe composta da 3 mm di vetro / 0.38 mm di materiale plastico / 3 mm di vetro. Questo prodotto finale sarebbe indicato con il nome di vetro stratificato da 6.38.

Incrementando il numero di strati o lo spessore del vetro, la lastra aumenta la propria resistenza. Ad esempio il vetro antiproiettile è spesso formato da alcuni strati di vetro float, vetro rinforzato e polimetilmetacrilato e può raggiungere lo spessore di 100 mm. Un vetro di simile fabbricazione è quello che viene utilizzato per i vetri anteriori degli aeromobili: spesso tre strati di vetro da 6 mm ciascuno e spesse lastre di PVB nel mezzo. Sviluppi recenti hanno aumentato le dimensioni della famiglia di materiali utilizzati per la stratificazione del vetro. A parte il PVB, altri importanti materiali plastici in questo processo sono l'Etilene vinil acetato (EVA)[2] ed il poliuretano termoplastico (TPU)[3]. Il grado di adesione di PVB, TPU ed EVA non è alto solo nei confronti del vetro, ma anche di eventuali strati di poliestere (PET). Dal 2004 strati di PET metallizzati ed elettroconduttivi sono utilizzati per inserire LEDs nel vetro.

9. SCELTA DEI MATERIALI

LEGHE DI ALLUMINIO	DESCRIZIONE	IMPIEGHI
Serie 1XXX	Alluminio con purezza minima 99,00%. Questa composizione è caratterizzata da eccellente resistenza alla corrosione, alta conducibilità termica ed elettrica, basse proprietà meccaniche ed eccellente lavorabilità. Si possono avere indurimenti per lavorazioni a freddo.	-Scritte e finiture esterne -Tubi estrusi e lamiere per climatizzatori
Serie 2XXX	Leghe Al-Cu. La presenza del rame consente l'aumento delle proprietà a seguito di trattamento termico. Queste leghe vengono spesso placcate con leghe 6000 e 7000 ad alta purezza che conferiscono un aumento di resistenza a corrosione.	-Pannelli per interni ed esterni (anche con applicazioni strutturali)(telai) -Viterie -Fermagli -Pannelli per interni ed esterni, pavimenti, telai per sedili
Serie 3XXX	Leghe Al-Mn. Il manganese è l'aligante maggiormente presente; sono leghe non trattabili teoricamente possiedono una alta resistenza alla corrosione e alta formabilità.	-Radiatori per acqua e olio, tubi salvabili per radiatori, alette e tubi per scambiatori termici -Pannelli interni e componenti -Tubi estrusi per condizionatori
Serie 5XXX	Leghe Al.Mg. Il magnesio conferisce buona saldabilità ed eccellente resistenza alla corrosione	-Pannelli interni e componenti -Pannelli interni, paraspruzzi, parti strutturali e salvabili, lamine per pavimenti -Finiture -Cerchi, accessori per motori, staffe e attacchi, strutture saldabili

Punti di forza e motivazioni per la scelta:

•Leggerezza:

L'alluminio pesa solamente un terzo dell'acciaio.

•Lavorabilità:

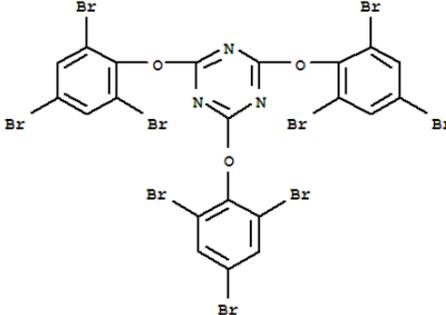
L'alluminio può essere modellato più facilmente della maggior parte degli altri metalli. Può essere forgiato, laminato fino ad ottenere un foglio sottilissimo, estruso in profili complessi o piegato.

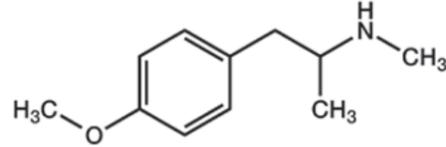
•Versatilità:

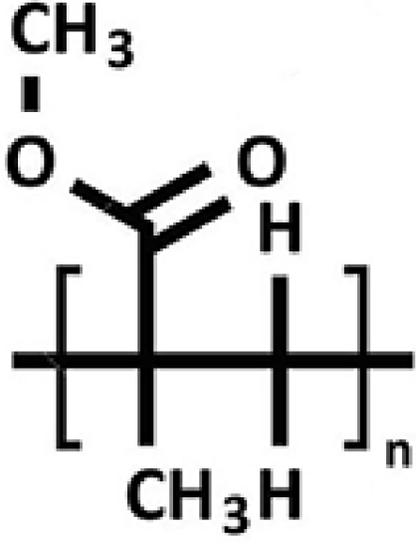
Le leghe d'alluminio possono essere rigide o elastiche, particolarmente robuste o resistenti alla corrosione. La possibilità di farne leghe consente di adattare il metallo ad una vasta gamma di esigenze.

•Riciclabilità:

L'alluminio è facilmente riciclabile con un costo energetico pari ad un ventesimo di quello necessario per la sua prima fusione. Un terzo dell'alluminio consumato oggi è prodotto riciclando rottami.

ABS	DESCRIZIONE	IMPIEGHI
	<p>L'ABS è un copolimero derivato dallo stirene polimerizzato insieme all'acrilonitrile in presenza di polibutadiene, e perciò può essere definito come terpolimero. Le proporzioni possono variare dal 15% al 35% di acrilonitrile, dal 5% al 30% di butadiene e dal 40% al 60% di stirene. I granuli di plastica in ABS della dimensione minore di 1 micrometro vengono utilizzati negli inchiostri per i tatuaggi poiché hanno la caratteristica di essere particolarmente vividi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Carrozzeria -Cruscotto -Finiture interne -Bocchette areazione -Accessori

PMMA	DESCRIZIONE	IMPIEGHI
	<p>Il polimetilmetacrilato (in forma abbreviata PMMA) è una materia plastica formata da polimeri del metacrilato di metile, estere dell'acido metacrilico. Nel linguaggio comune il termine metacrilato si riferisce generalmente a questi polimeri. È noto anche con i nomi commerciali di Plexiglas®, Perspex®, Lucite®.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Lunotto Posteriore -Pannelli trasparenti -Finestrini

VETRO STRATIFICATO	DESCRIZIONE	IMPIEGHI
	<p>Il vetro stratificato o vetro laminato è un vetro di sicurezza che non si divide in molteplici pezzi quando fratturato. Alla rottura, uno strato intermedio, tipicamente di polivinilbutirale (PVB), interviene mantenendo insieme gli strati di vetro che lo circondano. In questo modo, anche se il vetro si rompe, non abbandona la sua sede rischiando di mettere in pericolo oggetti o persone vicine. Il risultato è una caratteristica forma a ragnatela al momento dell'impatto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Parabrezza -Modulo fotovoltaico (componente)

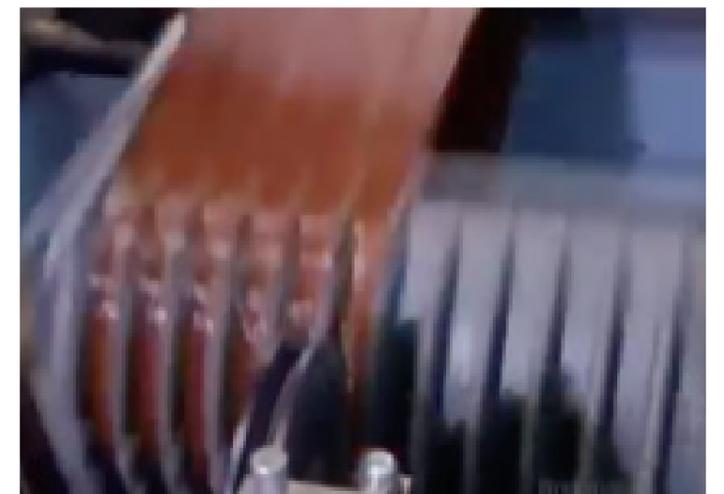
10. ANALISI DI PRODUZIONE

PROCESSO DI PRODUZIONE DI UN MOTORE ELETTRICO

La fabbricazione parte dal riempimento delle scanalature dello statore con del materiale isolante che conterrà il voltaggio lungo le serpentine.



Le **serpentine** sono composte da tanti fili di **rame** uniti tra loro da macchine programmabili, più grande è il motore, più fili costituiscono le serpentine.



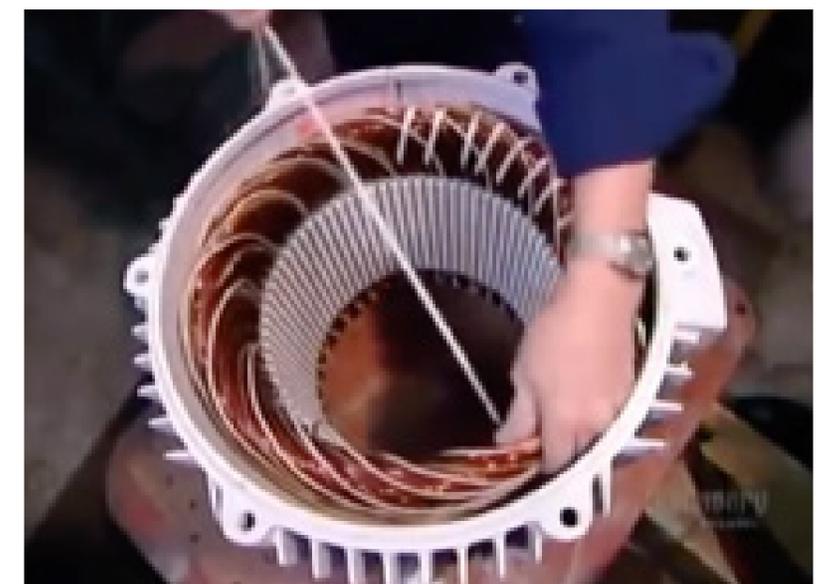
Gli addetti legano le serpentine, ciò serve per impedire che le serpentine si sciolgano mentre i vengono inseriti nelle scanalature dello statore, ogni serpentina viene coperta di **lana di vetro**, e successivamente viene isolata la parte di serpentina che resta fuori dalle scanalature.



Quando tutte le serpentine sono state applicate e isolate, si inizia la **preparazione della connessione** facendo scorrere un manicotto di **isolante acrilico** sulle estremità di ogni serpentina.

Si raggruppano i fili isolati in larghi cavi e vengono saldati, isolati e inseriti nello statore, lasciandone alcuni a portata di mano per le **connessioni**.

Le serpentine vengono legate per assicurarsi che non si muoveranno durante il funzionamento del motore.



Lo statore viene immerso in una **vernice a base di poliestere**, questo processo rende lo statore resistente all'umidità. Successivamente viene tenuto in un forno per 6 ore a 135°C, la vernice si indurisce e l'avvolgimento dello statore si irrigidisce.

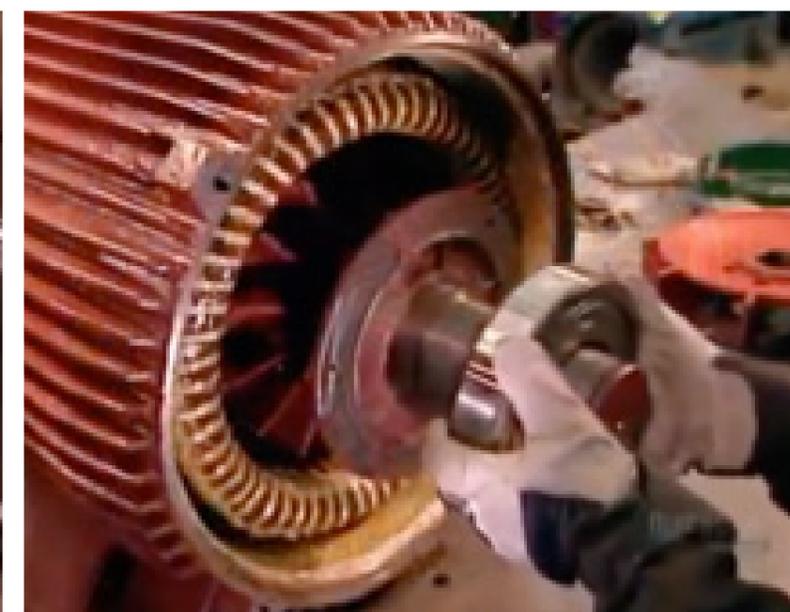
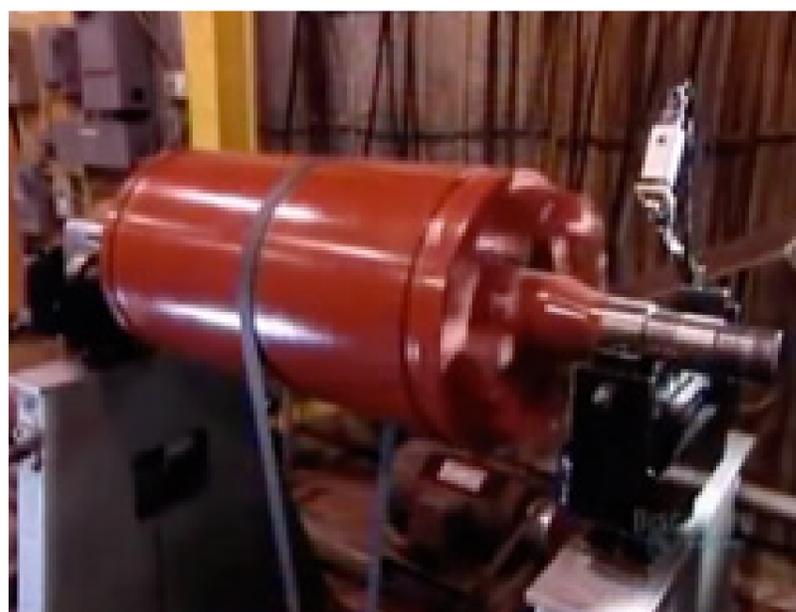


Il motore quasi completo viene sottoposto a controlli di **equilibratura** per eliminare possibili vibrazioni che andrebbero a diminuire le prestazioni dello stesso.

Il **rotore** viene montato nello statore, i sostegni di acciaio vengono installati e fissati.

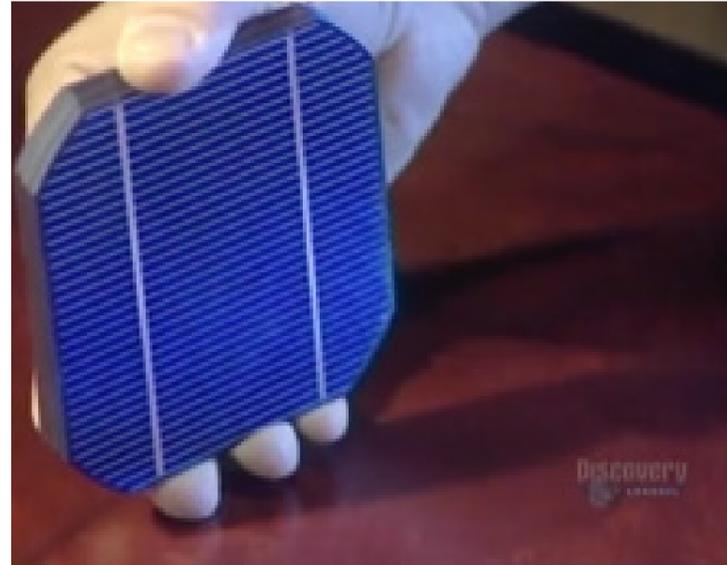
Viene fissata una **ventola** ad una estremità del motore per far in modo che questo non si surriscaldi e non si blocchi.

In fine vengono applicati i coperchi di sicurezza.



PROCESSO DI PRODUZIONE DI UN PANNELLO FOTOVOLTAICO

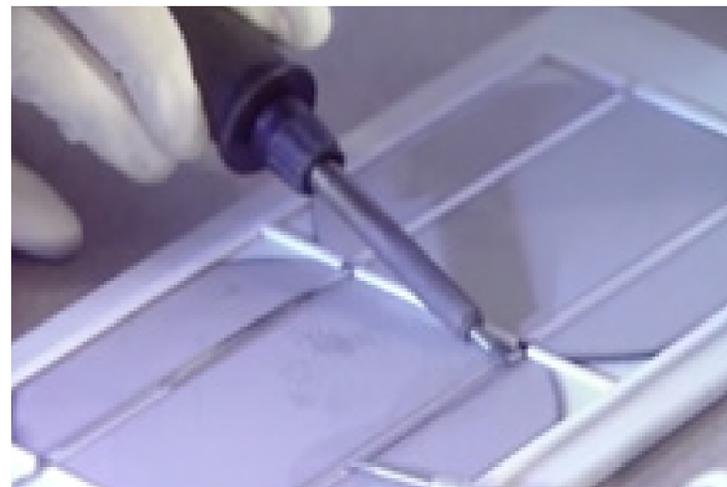
La fabbricazione parte da delle **cellule fotovoltaiche**.
Per realizzare un pannello solare devono essere incollati più **moduli** con l'ausilio di una pasta saldante.



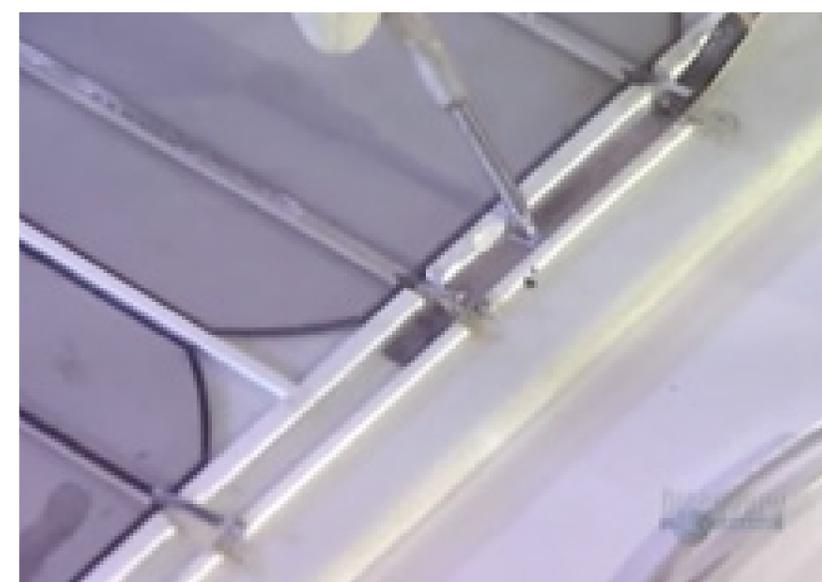
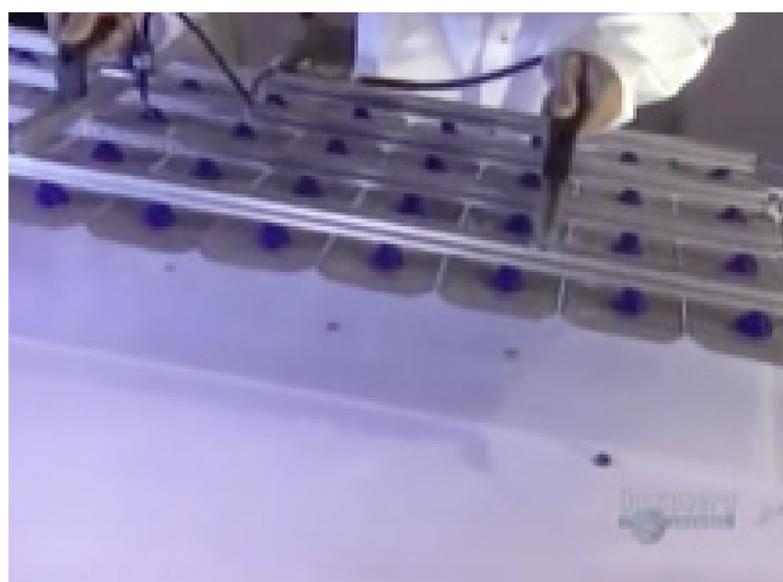
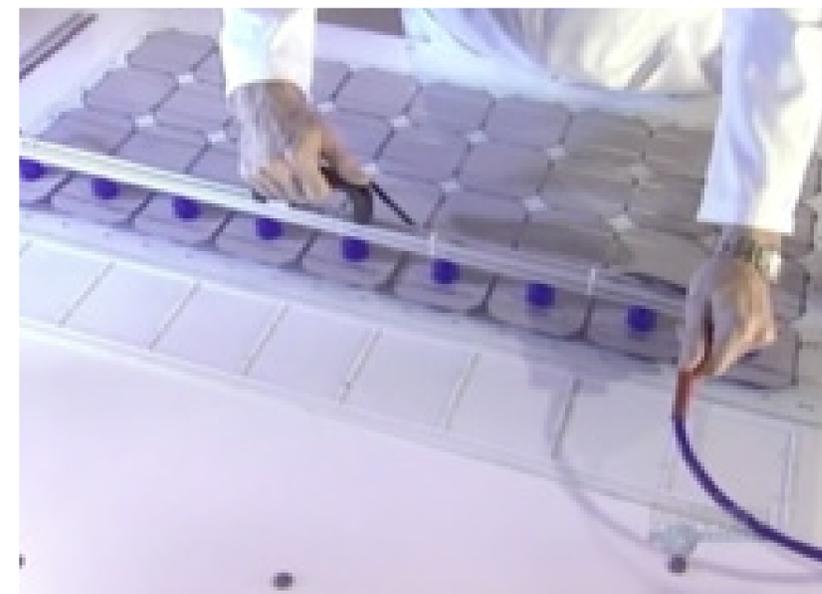
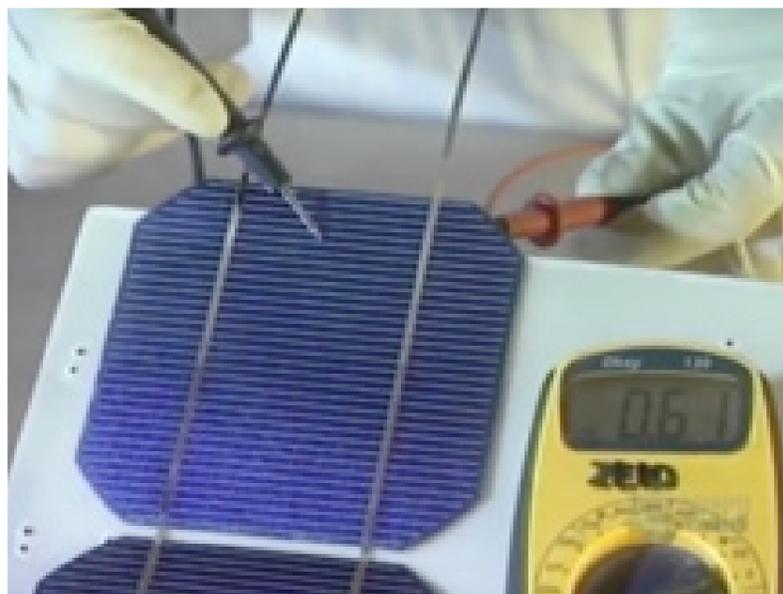
Questa viene scaldata e i moduli inseriti in un apposito supporto.

Una volta terminata la saldatura i moduli vengono puliti in acqua a 60°C.

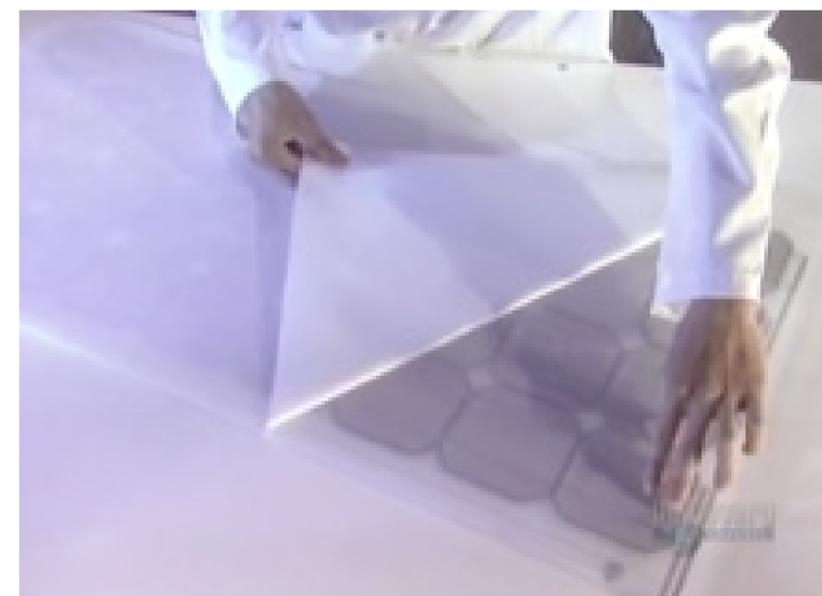
Successivamente si procede all'**assemblaggio** dei vari moduli, si applica un fondente per migliorare la qualità della saldatura.



Vengono assemblati 4 gruppi per volta, da 9 moduli ognuno. Vengono così saldati **36 moduli in serie**. Tramite un voltmetro si misura il voltaggio di ogni sezione. Se il voltaggio è corretto, attraverso delle ventose si sollevano i moduli, evitando di toccarli, e si installano sul pannello.



I moduli vengono posizionati, quindi viene inserita una **striscia metallica** che funge da conduttore. Una **lamina di vetro stratificato** viene utilizzata come supporto dei moduli, la rigidità del supporto è assicurata da un **foglio di laminato**. Infine viene inserita una **pellicola sigillante** come protezione.



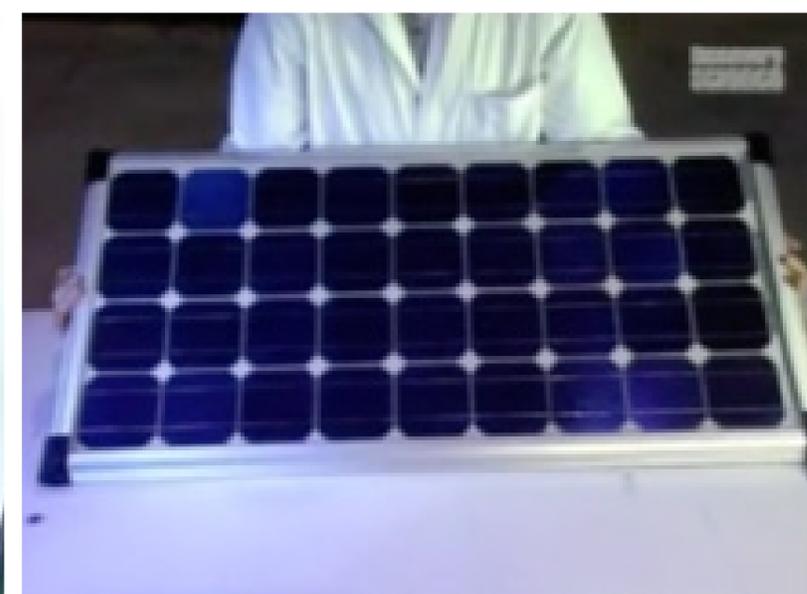
Per la **laminatura** il pannello solare viene inserito in un forno preriscaldato e chiuso ermeticamente, il pannello cuocerà ad una temperatura di 80°C per 15 min.



Terminata la cottura i moduli sono perfettamente sigillati. I **poli** positivi e negativi vengono collegati ad un voltmetro e si effettua la simulazione attraverso un apparecchio che ricrea la luce solare.



I poli positivi e negativi vengono collegati ad un voltmetro e si effettua la simulazione attraverso un apparecchio che ricrea la luce solare.



PROCESSO DI PRODUZIONE BATTERIE AGLI IONI DI LITIO (Li)

La lavorazione parte da un cilindro di litio, inserito in una pressa ad estrusione che trasformerà il cilindro in un **foglio di circa 250mc**, un altro laminatoio assottiglierà ulteriormente il foglio di litio fino a portarlo ad uno spessore di 40mc.

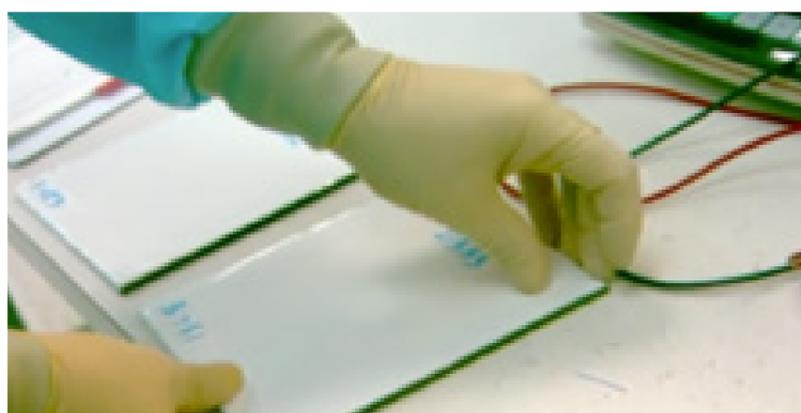
Il risultato è un foglio di litio che permette di fabbricare fino a 200 batterie.

Viene fissata una **pellicola di polipropilene** per evitare che il foglio si incolli su se stesso.

Per produrre una cella per batteria si avvolge il foglio con una **bobinatrice** automatizzata (26 giri).

Il foglio piegato viene posto in un forno ad 80°C per un'ora e mezza, affinché i vari strati aderiscano saldamente l'uno all'altro.

Si procede con un test e si controlla che la **batteria** produca 3.56V.

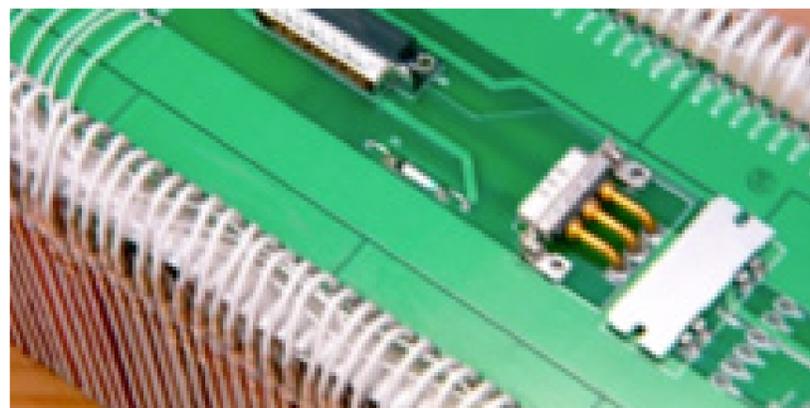
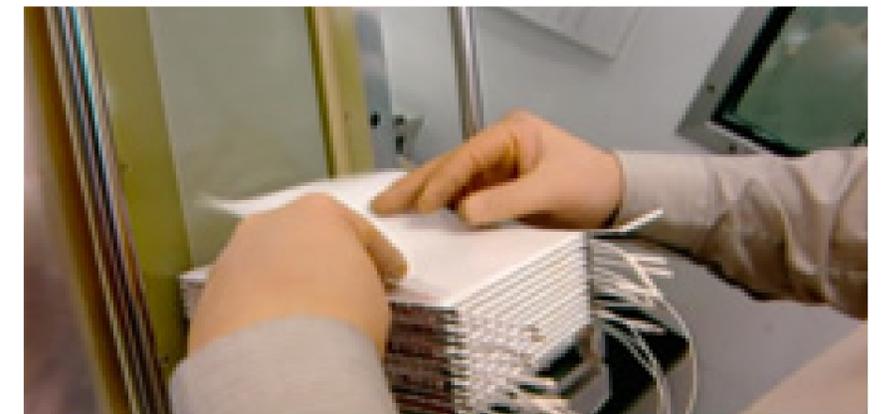
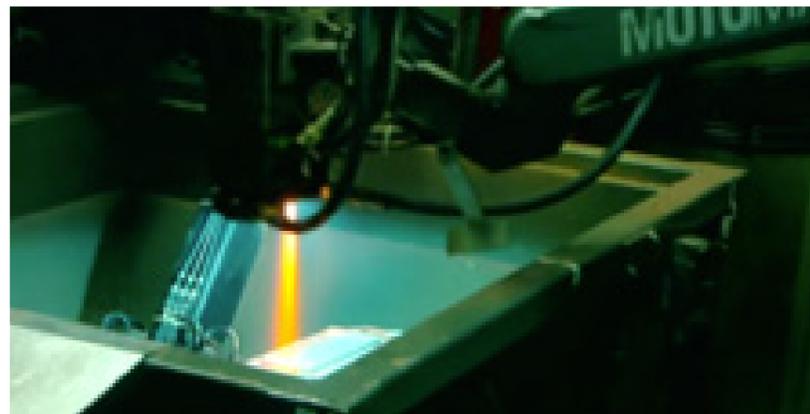
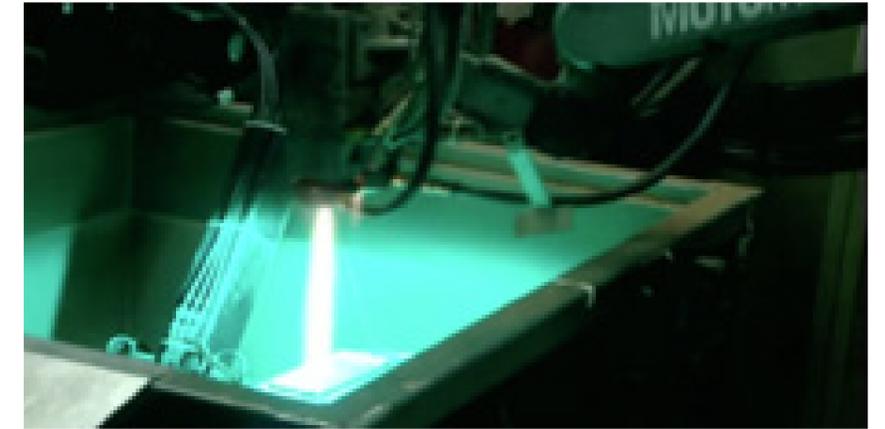


Le celle per batteria vengono messe dentro una scatola di metallo e inviate ad un reparto specializzato.

In questo reparto si procede alla **metallizzazione** dei contatti spruzzando metallo fuso.

La batteria è completata, composta da 4 elementi: **litio che agisce come anodo**, un **ossido di metallo come catodo**, un **polimero elettrolita solido e asciutto** e un **collettore di corrente metallico**.

Le celle vengono assemblate in un modulo **impilandole** una sull'altra, tenute separate da del materiale isolante.



11. ASPETTI INNOVATIVI DEL PRODOTTO

STERZATA

L'innovazione principale di questo prodotto riguarda il sistema di **propulsione** e **sterzata** dell'autoveicolo.

Il sistema è composto da quattro ruote di forma **sferica tronca**, contenenti ciascuna un **motore elettrico** che, al contrario dei motori elettrici normali, ruota **intorno al mozzo** (e non viceversa) in modo da garantire una completa possibilità di sterzata e la completa assenza di assi e componenti meccanici per la trasmissione di moto.

L'assenza di questi meccanismi garantisce all'autovettura una notevole **leggerezza**, manovrabilità e facilità di fabbricazione e assemblaggio.

La sterzata è gestita da dei **motori passo-passo** sovrastanti la forcella, in questo modo ogni ruota è in grado di girare in qualsiasi direzione, indipendentemente, fino a **360°**; grazie a questo sistema l'autovettura può muoversi in ogni direzione e ruotare su se stessa.

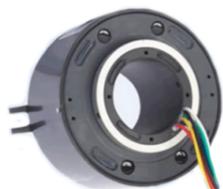
MOTORE PASSO-PASSO

Utilizzando un motore elettrico passo-passo riusciamo ad ottenere un minor ingombro e allo stesso tempo una maggiore accuratezza nella sterzata.



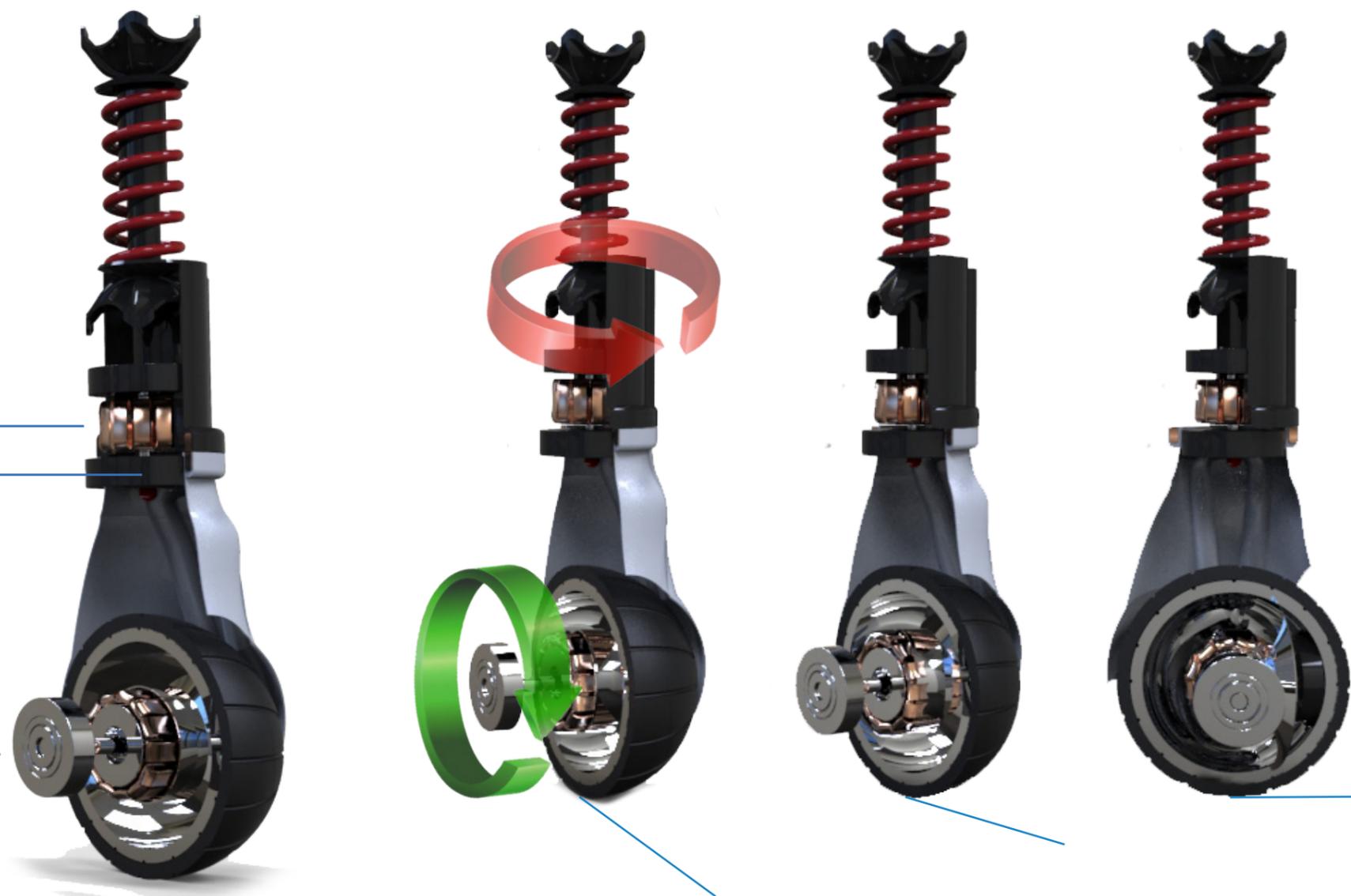
GIUNTO A SPAZZOLE

Questo giunto permette il passaggio di corrente anche con sterzate di 360°.



MOTORE ELETTRICO

Sostituendo il classico motore a combustibile con quattro motori elettrici di bassa potenza riusciamo ad ottenere un movimento completamente indipendente e un impatto ambientale minimo.



RICARICA

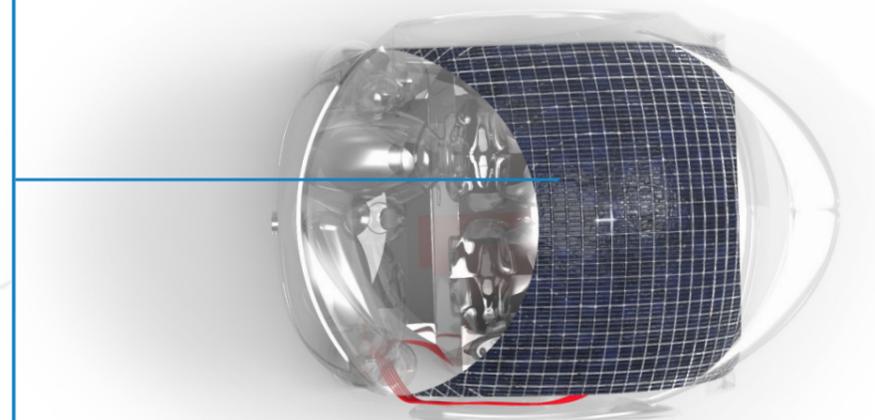
Altra innovazione apportata riguarda l'installazione di un **pannello fotovoltaico amorfo flessibile** in grado di potersi adattare perfettamente alla curvatura del tetto della citycar.

L'energia ricavata dal pannello solare verrà principalmente destinata alla ricarica della **strumentazione interna** dell'auto e, in mancanza di stazioni di ricarica, anche ai motori delle ruote.

STRUMENTAZIONE INTERNA



- Miglior rendimento, dovuto a:
 - maggiore sensibilità all'irraggiamento (luce diffusa)
 - miglior tolleranza agli ombreggiamenti e all'eventuale difettosità di una cella (diodi di by-pass)
 - ridotta sensibilità ad elevate temperature, a 70°C riduzione della potenza in uscita solo del 9%
- Resistenza agli agenti atmosferici
- Manutenzione facilitata grazie alla calpestabilità
- Minor peso/metro quadro rispetto ai tradizionali sistemi fotovoltaici
- Facilità di posa e relativi costi ridotti
- Competitività in termini di costo per kWh di energia prodotta
- Assenza di riverbero rispetto ai tradizionali sistemi fotovoltaici in Si-C

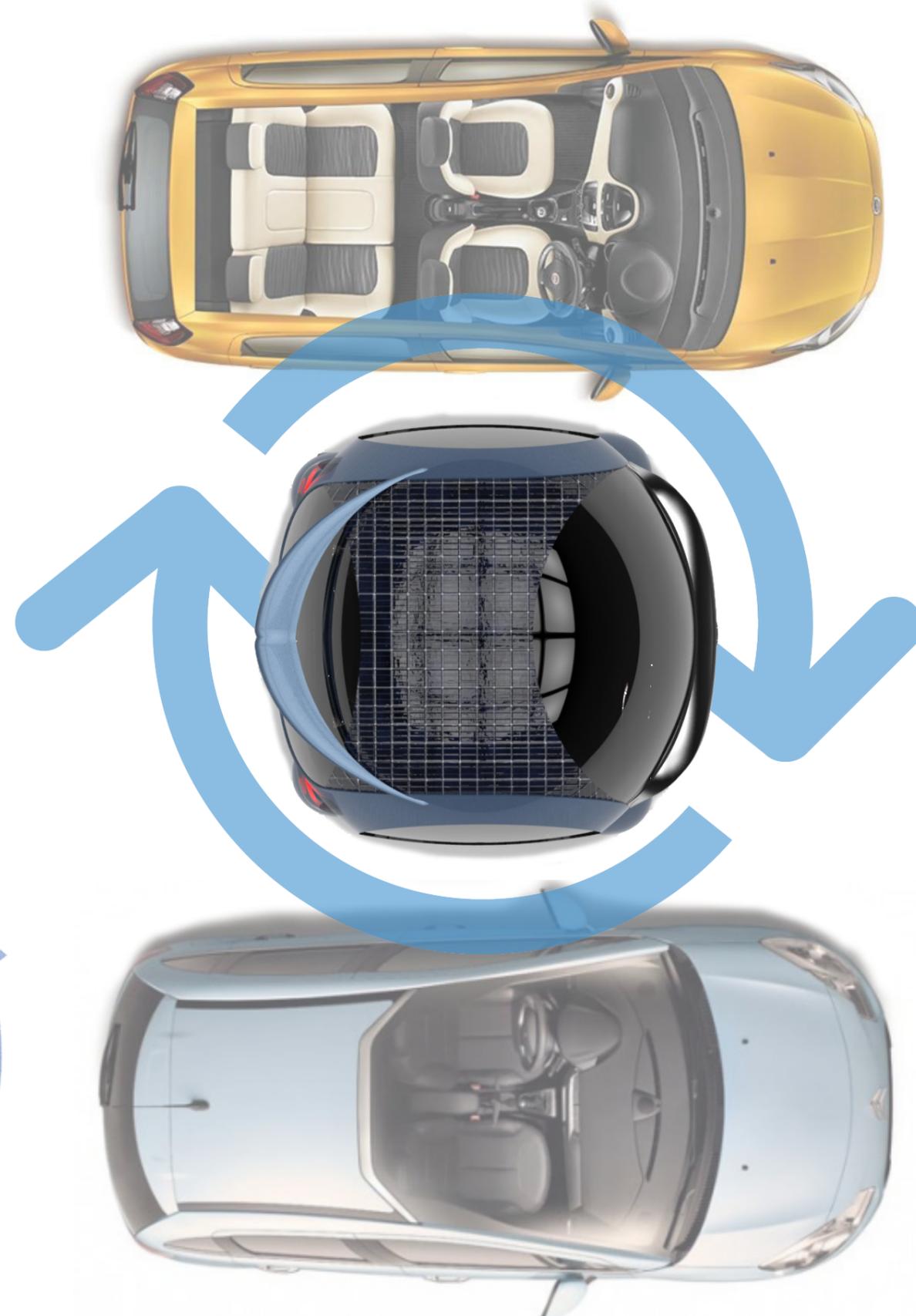
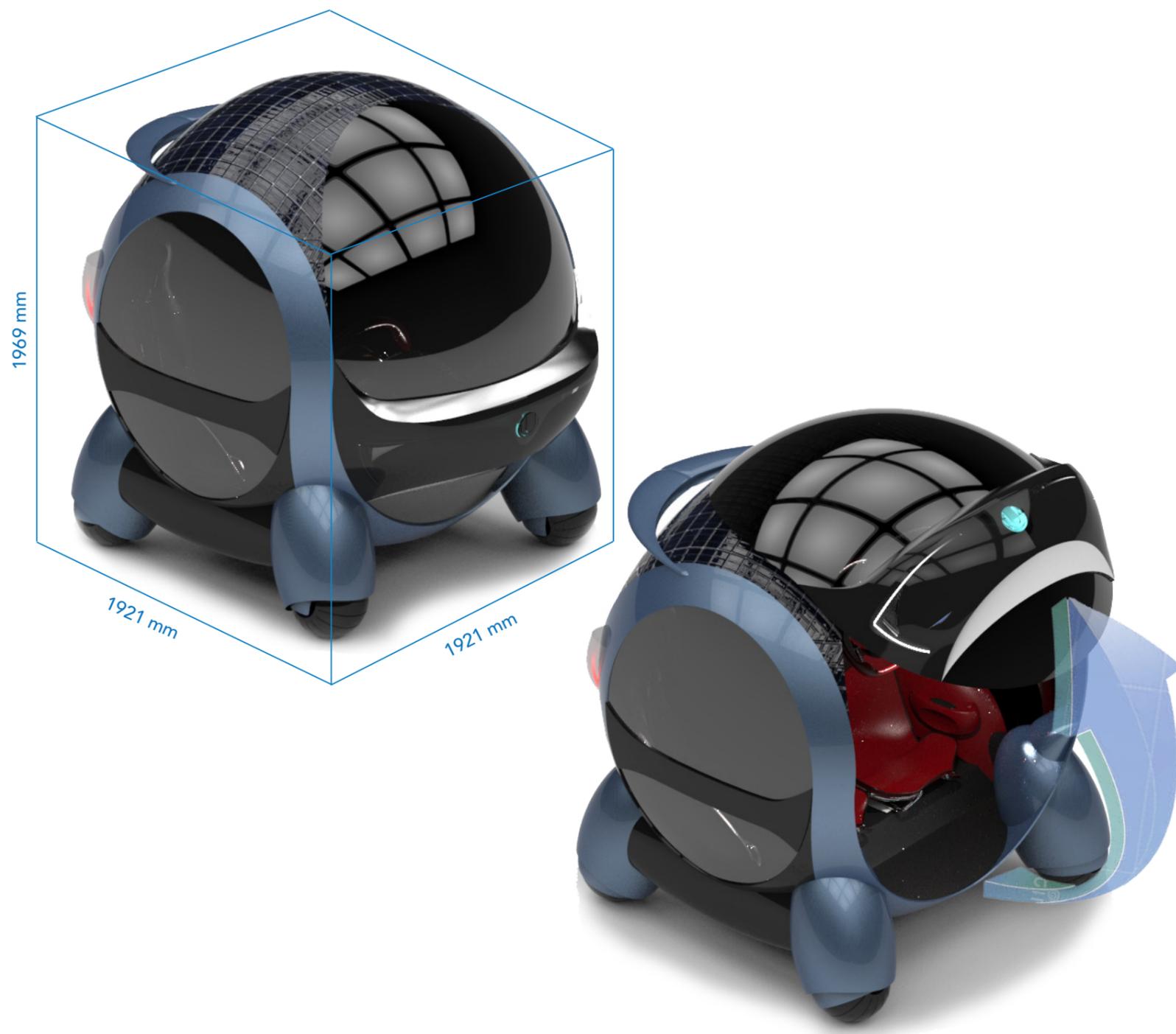


DIMENSIONI

Avendo le misure di **larghezza e lunghezza uguali** (1921mm) questa auto può tranquillamente entrare in un parcheggio e uscirne senza l'utilizzo della retromarcia.

Occorre semplicemente girare su se stessi e uscire frontalmente.

Il problema delle portiere, che sarebbero state un eccessivo ingombro se fossero state installate lateralmente, è stato risolto pensando ad un unico **portellone frontale**.



12. NORME DI OMOLOGAZIONE

Art. 61

Sagoma limite

- a) larghezza massima non eccedente 2,55 m; nel computo di tale larghezza non sono comprese le sporgenze dovute ai retrovisori, purché mobili;
- b) altezza massima non eccedente 4 m;
- c) lunghezza totale, compresi organi di traino, non eccedente 12 m. Nel computo della suddetta lunghezza non sono considerati i retrovisori purché mobili.

Art. 63

Massa limite

- a) La massa limite complessiva a pieno carico di un veicolo costituita dalla massa del veicolo stesso in ordine di marcia e da quella del suo carico, non può eccedere 5t per i veicoli ad un asse, 8t per quelli a due assi e 10t per quelli a 3 o più assi.
- b) Per i veicoli a motore isolati mulini di pneumatici, tali che carico unitario medio trasmesso all'area di impronta sulla strada non sia superiore a 8 daN/cm² e quando, se trattasi di veicoli a 3 o più assi, la distanza fra due assi contigui non sia inferiore ad 1m, la massa complessiva a pieno carico del veicolo isolato non può eccedere 18t se si tratta di veicoli a due assi e 25t se si tratta di veicoli a tre o più assi;
- c) Qualunque sia il tipo di veicolo, la massa gravante sull'asse non deve eccedere 12t.

Art. 72

Dispositivi di equipaggiamento dei veicoli a motore e loro rimorchi

- a) Dispositivi di segnalazione visiva e di illuminazione;
- b) dispositivi silenziatori e di scarico se hanno il motore termico;
- c) dispositivi di segnalazione acustica;
- d) dispositivi retrovisori;
- e) pneumatici o sistemi equivalenti;

Gli autoveicoli e i motoveicoli di massa a vuoto superiore a 0,35t devono essere muniti nel dispositivo per la retromarcia.

Art. 74

Dati di identificazione

- a) una targhetta di identificazione, solidamente fissata al veicolo stesso;
- b) un numero di identificazione impresso sul telaio, anche se realizzato con una struttura portante o equivalente, riprodotto in modo tale da non poter essere cancellato o alterato;

La targhetta e il numero di identificazione devono essere collocati in punti visibili, su una parte del veicolo che normalmente non sia suscettibile di sostituzione durante l'utilizzazione del veicolo stesso.

Fonte: Codice della strada - TITOLO III - Dei veicoli

13. CONCLUSIONI

In questo lavoro di tesi sono state descritte alcune delle principali citycar odierne, sono state prese in considerazione le loro caratteristiche fondamentali, i loro punti di forza e debolezza, cercando di ispirarsi ai primi e limitare gli ultimi.

Attraverso una ricerca di anteriorità sono state individuate le principali tecnologie che potessero permettere uno sviuppo più coerente e funzionale possibile per il progetto intrapreso.

Grazie allo studio dei materiali si è riusciti ad utilizzare questi ultimi nelle applicazioni più adatte in modo da ottenere il minor numero di sprechi e il massimo di prestazioni.

Con l'installazione di un motore elettrico per la marcia e uno per la sterzata per ogni ruota il risultato raggiunto è quello di una completa possibilità di movimento e grazie all'utilizzo di un pannello fotovoltaico amorfo sul tettuccio si riesce ad ottenere una parziale autonomia di ricarica.

Lo scopo raggiunto è stato quello di ottenere una citycar totalmente elettrica, a zero emissioni, leggera, poco ingombrante, totalmente libera nei movimenti e con il minor numero di componenti possibile.