

# MERCURIO

*LIGHTNESS IN MOTION*







# POLITECNICO MILANO 1863

POLITECNICO DI MILANO

SCUOLA DEL DESIGN

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
DESIGN & ENGINEERING  
A.A 2018/2019

ELABORATO DI TESI

ALUNNO:

DAVIDE MAGGIONI 811533

RELATTORE:

PROF. ARC.CLAUDIO BELLOTTI



Un particolare ringraziamento va a tutti coloro che mi hanno supportato nella realizzazione del progetto Mercurio e nella stesura di questo elaborato di Tesi, in particolare al Professor Claudio Bellotti, che mi ha permesso di sviluppare un tema a me caro, facendosi sempre trovare disponibile, fornendomi idee e consigli preziosi e guidandomi sapientemente attraverso la realizzazione di questo complesso progetto.

Un grazie doveroso va inoltre al Prof. Rodolfo Poleni, per la gentilezza, la disponibilità e la grande professionalità con le quali mi ha dato una mano durante la stesura dei disegni tecnici.

Alla mia famiglia, a mio padre e mia madre ed ai nonni (che da lassù mi seguono sempre ) che con il loro continuo amore e supporto mi hanno dato la carica per continuare anche nei momenti difficili di questa carriera universitaria , spronandomi a dare il massimo per poter costruire il futuro che io desidero.

Alla mia ragazza Alessia (o meglio Lele), mio supporto costante , con il suo amore dolce ed il suo sorriso gigante, è sempre stata al mio fianco sopportando tutti i miei scleri , dandomi forza durante i momenti bui, le nottate pre consegne o revisioni e ma sapendo anche gioire e festeggiare come non mai durante questi anni indimenticabili. Ti amo .

Ai miei amici, ai ragazzi e ragazze della Compagnia, gente conosco da quando ho 5-6 anni e che mi regalato momenti indimenticabili e supporto e consigli nonché ispirazioni utili per la mia vita universitaria e non.

Al mio amico Nicholas Macchi ( in arte Meguuu) per l'amicizia e il supporto fornitomi sempre, in qualsiasi momento ne abbia bisogno.

Alla G.P. di Giuseppe, a Oscar e Samuele , che sebbene io sia “ uno che ha studiato troppo”, mi hanno insegnato con pazienza e gentilezza il metodo, l'approccio e la passione per il mondo della progettazione motociclistica.

Al Technical Manager. Luca Carrara della “Persico Industrial” che con pazienza e grande professionalità mi ha dato preziosi consigli sulla fattibilità del Telaio Portante.

A tutti coloro che non ho menzionato ma che in qualche modo hanno contribuito o mi hanno supportato durante lo svolgimento di questa tesi.

... a tutti Voi vanno i miei più sentiti ringraziamenti.GRAZIE.

D.M.

---

## 1. ABSTRACT ( premessa)

---

## 2. RICERCA PROGETTUALE: LA MOTOCICLETTA.

- 2.1 Cenni storici
  - 2.2 Tipologie di motoveicoli esistenti
- 

## 3. IL CICLOMOTORE

- 3.1 Origini ciclomotore
  - 3.2 Dagli anni del boom economico alla consacrazione a mito di una generazione
  - 3.3 Ciclomotori oggi: sharing e rinascita elettrica
  - 3.4 Struttura di un ciclomotore
  - 3.5 Assetto e misure di un ciclomotore
  - 3.6 Normative e Codice della Strada
  - 3.7 Analisi utente di riferimento
  - 3.8 Analisi contesto di riferimento
  - 3.9 Analisi impatto ambientale dei ciclomotori e motocicli
  - 3.10 I ciclomotori di riferimento nel 2019
- 

## 4. BRIEFING

- 4.1 Sintesi della ricerca
- 

## 5. BRIEF - FONDAMENTA DEL PROGETTO

- 5.1 Concept
  - 5.2 Piaggio Ciao
  - 5.3 I competitors sul mercato
  - 5.4 L'uso delle materie plastiche
- 

## 6. PROGETTO MERCURIO

- 6.1 Descrizione generale
- 6.2 L'interazione con l'utente

---

## 7.ANALISI TECNICA

- 7.1 Telaio
- 7.2 Assetto e misure
- 7.3 Ammortizzatori
- 7.4 Forcella anteriore
- 7.5 Forcella posteriore
- 7.6 Pinze, dischi, pompa del freno, pastiglie
- 7.7 Cerchioni e pneumatici
- 7.8 Dotazioni

---

## 8.DISTRIBUZIONE DEI PESI

- 8.1 Calcoli

---

## 9.ANALISI FEM & FEA

---

## 10.VISTE E DETTAGLI

---

## 11. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA





“La bellezza di una moto non si ferma solo a ciò che si vede. Va oltre, scende in profondità e si nasconde sotto la pelle. Supera la forma esteriore arrivando a coinvolgere lo studio della funzionalità di ogni singolo componente, che sia un elemento di carrozzeria, un comando montato sul manubrio oppure un ben lubrificato ingranaggio di trasmissione.

La bellezza di una moto non è dunque una questione statica, ma una qualità che emerge dal ruolo che l'insieme - inteso come somma delle singole parti - è destinato a svolgere.” ( Massimo Clarke, Super Wheels, 2003)







شركة الإمارات  
للشعلة ميديا



## 1.ABSTRACT ( premessa)

L'intento progettuale di questa tesi di Laurea è quello di studiare le potenzialità strutturali ed estetiche di un processo produttivo largamente utilizzato nel mondo delle materie plastiche, lo stampaggio rotazionale e di giungere quindi, alla progettazione di un ciclomotore elettrico, versatile, comodo, economico ed erede ideologico del ciclomotore che è stato un mito per generazioni di giovani nonché rappresentante della cultura italiana degli anni '70-'90 del Novecento: il Ciao costruito della Piaggio. Lo svolgimento di questo percorso progettuale, ha permesso la realizzazione di Mercurio, un ciclomotore elettrico, molto leggero e dal design accattivante, adatto all'utilizzo in ambito cittadino, come valida soluzione al traffico sempre più congestionato delle grandi metropoli.

La scelta inoltre di puntare su una motricità elettrica, è giustificata dalla volontà di ridurre le emissioni inquinanti dei veicoli, in particolare nelle grandi città, contribuendo di fatto, a creare una mobilità più sostenibile e ed improntata ad un futuro più "green".

Rispetto all'attuale offerta sul mercato di scooter e ciclomotori, i punti di forza di Mercurio, ottenuti grazie al processo produttivo impiegato, sono l'estrema leggerezza del telaio portante e basso costo di produzione, elementi che possono renderlo estremamente interessante agli occhi di studenti universitari e comuni pendolari.

**LIVING**  
**FAST**  
**VISION**

**FUTURE**  
**SHARING**  
**ZERO EMISSIONS**  
**ELECTRIC**

**GREEN**  
**GREEN**  
**GREEN**  
**GREEN**

## 2. RICERCA PROGETTUALE: LA MOTOCICLETTA

“Motociclo dotato di motore a combustione interna a due o a quattro tempi; a seconda delle dimensioni e cilindrata si distingue in moto, scooter o ciclomotore” ( Dizionario della Lingua Italiana, 2019)

La motocicletta (spesse volte chiamata moto per comodità) è un veicolo avente due ruote in linea provvisto di un motore in grado di sviluppare una potenza determinata e di un cambio (solitamente a pedale), che, condotto da un guidatore, permette di muoversi autonomamente su strada o su altro terreno per il trasporto di uno o due passeggeri.

L'etimologia del termine "motocicletta" deriva dal marchio commerciale "Motocyclette" con il quale venne presentato il primo modello prodotto dall'azienda parigina Werner che, per prima, ideò l'applicazione di un motore ausiliario montato su una comune bicicletta, depositandone i relativi brevetto nel Gennaio 1897.

Il termine "Motocyclette" però, si diffuse talmente rapidamente che divenne talmente popolare in tutta Europa, che diventò un termine di pubblico dominio nel giro di pochi anni. Nel corso degli anni però sono stati coniatati diversi termini per indicare la motocicletta e i suoi derivati, che però spesse volte possono trarre in inganno se non usati correttamente. Un esempio su tutti sono termini motocicletta e motociclo che

sebbene vengano per lo più usati in maniera interscambiabile, essi non hanno lo stesso significato.

Facendo riferimento infatti al codice della strada italiano e la Convenzione di Vienna sul traffico stradale si può notare che forniscono una classificazione di motociclo (definendolo genericamente come un veicolo a motore con due ruote) mentre ciò non accade per il termine motocicletta. In assenza di una definizione legislativa ufficiale si può comunque affermare che il termine motocicletta designi più propriamente quei veicoli a motore a due ruote di grande diametro (generalmente 16, 17 o 18 pollici) ed aventi il serbatoio per il carburante compreso tra la sella e il canotto di sterzo, obbligando di fatto il motociclista ad assumere la “classica” posizione di seduta a cavalcioni del mezzo.

La motocicletta è parte della categoria dei motocicli e, secondo le norme di classificazione italiane e svizzere, della categoria dei motoveicoli.

E' importante notare, ai fini di una corretta nomenclatura delle diverse categorie, come questa definizione escluda dal novero delle motociclette veicoli come gli scooter (che generalmente sono dotati di ruote di diametro ridotto e in che si guidano con il busto eretto) che rientrano comunque nella categoria dei motocicli.



## 2.1 BREVI CENNI STORICI

L'invenzione della motocicletta viene fatta risalire all'ingegnere francese Louis-Guillaume Perreaux che depositò il relativo brevetto (n.83691) il 16 marzo 1869 e realizzò un veicolo a due ruote funzionante a vapore chiamata Vélocipede à Grande Vitesse.

Il primo prototipo di motocicletta con motore a combustione interna si deve a due inventori tedeschi, Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach, che lo realizzarono nel 1885, in una piccola officina di Cannstatt (nelle vicinanze di Stoccarda). Nel 1894 i primi esemplari funzionanti vennero messi in vendita dalla Hildebrand & Wolfmüller e da quel momento si assistette ad una continua evoluzione della motocicletta, grazie ad aziende di tutto il mondo, sia in Europa che negli USA.

Se i primi modelli costruiti non erano altro che biciclette a cui venivano applicati gli apparati di propulsione, l'evoluzione tecnica ed estetica è stata continua, così come il distanziamento progettuale con le due ruote a propulsione umana. Già nei primi decenni del XX secolo il tipo classico era quello delle moto sottocanna e si vedevano i primi esempi di sospensioni per migliorare il comfort di marcia. Fino agli anni sessanta la produzione era per la gran parte europea, con l'industria britannica, tedesca e italiana in particolare evidenza, mentre negli ultimi decenni la parte del leone viene fatta dalle industrie giapponesi.







## 2.2 TIPOLOGIE DI MOTOVEICOLI ESISTENTI:

1. **Le motociclette:** veicoli a motore a due ruote di grande diametro (generalmente 16, 17 o 18 pollici) ed aventi il serbatoio per il carburante compreso tra la sella e il canotto di sterzo, obbligando di fatto il motociclista ad assumere la “classica” posizione di seduta a cavalcioni del mezzo.

La categoria delle motociclette è talmente ampia che generalmente viene suddivisa a sua volta in due diverse tipologie in base agli intenti con cui sono state progettate : le moto stradali, le moto da sterrato e le moto di nicchia.

Nella categoria delle moto stradali possiamo a loro volta trovare le seguenti categorie :

- **Le *Naked***, con il significato di modello "nudo", privo quasi completamente di protezioni aerodinamiche. Puntano anche molto sui risparmi economici e di peso, privilegiando l'agilità e la semplicità d'uso.



- **Le *Cruiser e Grand Cruiser***, modelli imponenti, generalmente con motori di grossa cilindrata e accessoriati con tutto ciò che può rendere più piacevole un viaggio in ogni condizione di tempo, anche con bagagli grazie alla presenza di motovaligie. Dotate di protezioni aerodinamiche estese con funzione di riparo dagli eventi atmosferici avversi e spesso di accessori specifici per l'uso anche invernale.



- **Le Race Replica**, i modelli con le prestazioni più esasperate che riprendono le linee e le soluzioni tecniche dalle moto da competizione come la Superbike e il Motomondiale. Pressoché sempre dotate di ampie carenature, improntate in questo caso alla ricerca del raggiungimento di velocità elevate.



Nella categoria delle moto da sterrato possiamo a loro volta trovare le seguenti categorie :

- **Motard**, modelli le cui competizioni sono denominate di Supermotard e in cui le caratteristiche tecniche devono trovare il giusto compromesso per il contemporaneo utilizzo su percorsi stradali e da motocross.



- **Cross**, i modelli che prendono ispirazione da quelli delle gare di motocross, con soluzioni tecniche che permettono l'uso su percorsi sterrati, a velocità abbastanza sostenute e in presenza di salti o avvallamenti.
- **Enduro** (e in passato *Regolarità*), il cui progresso è andato di pari passo con lo sviluppo delle competizioni omonime, con soluzioni tecniche sempre adatte all'uso su percorsi non asfaltati, paragonabili a quelle da cross.
- **Tuttoterreno**, sono motociclette che possono percorrere tutti i tipi di terreno, che riprendono lo stile delle motociclette da enduro, ma con soluzioni più economiche e più adatte per l'utilizzo quotidiano.
- **Trial e Motoalpinismo**, modelli per i quali esistono anche competizioni apposite, che non necessitano di velocità elevate ma le cui caratteristiche di leggerezza e agilità consentono di superare quasi ogni tipo di ostacolo.



Nella categoria delle moto di nicchia possiamo a loro volta trovare le seguenti categorie :

- **Custom**, moto soggette a un radicale processo di personalizzazione, atto a ridurre il numero di componenti ritenuti inutili o non strettamente necessari.



- **Chopper**, nate negli USA ma con molti estimatori anche in Europa, sono moto aventi l'asse dello sterzo molto inclinato, in cui il guidatore si trova a guidare in una posizione quasi sdraiata, spesso avvalendosi di un appoggiaschiena posteriore. Sono moto caratterizzate anche da molte cromature e spesso da verniciature appariscenti.



- **Café racer e Triton**, moto artigianali che hanno rappresentato la massima esponente del motociclismo sportivo inglese degli anni sessanta.



- **Scrambler**, tra i primi tentativi per avere una motocicletta multiuso, utilizzabile su percorsi stradali e nel fuoristrada non impegnativo.



- **Dakar** e altri sinonimi richiamanti l'idea del [deserto](#), nate dall'esperienza maturata nelle competizioni [africane](#) di [Rally Dakar](#), con caratteristiche spesso in comune con i modelli da enduro.



2. **Gli Scooter:** Sebbene sia considerato un motociclo, diversamente dalla moto ha, però, un telaio aperto e una pedana inferiore, che serve a facilitare salita e discesa dei passeggeri e, all'occorrenza, trasportare qualche bagaglio. La presenza di una pedana consente di poggiare i piedi e di assumere una posizione eretta del busto per guidare. Lo scooter può avere ruote di grandi o piccole dimensioni. La differenza sostanziale con una moto è che generalmente non superano i 600 cc di cilindrata, offrendo quindi velocità e prestazioni inferiori a una moto.





3. I **Ciclomotori** è una particolare categoria di motoveicoli che non devono superare i 50 centimetri cubici di cilindrata, devono avere due o anche tre ruote, e su strada piana non può superare i 45 chilometri orari di velocità. Per guidarli è necessario aver compiuti i 14 anni di età e aver conseguito il cosiddetto patentino. Su un ciclomotore non è possibile trasportare un passeggero, se si hanno tra i 14 e i 18 anni, ma con la maggiore età e se si possiede la patente A, si può circolare su un ciclomotore con un'altra persona a bordo. Con un ciclomotore, in ogni caso, non è possibile avventurarsi su autostrade o strade a scorrimento veloce. C'è il rischio di una multa salata e del fermo del mezzo, oltre a mettere a rischio la propria incolumità.



4. **I motocicli leggeri**, diversamente dai ciclomotori, devono avere una potenza massima di 11 kW e una cilindrata che non superi i 125 centimetri cubici. Come i ciclomotori, non possono accedere all'autostrada. Come i ciclomotori, non possono accedere all'autostrada.

Con la definizione di motociclo, invece, ci allontaniamo dalla distinzione semplice di due o tre ruote ed entriamo in un mondo che prevede diverse soluzioni, sia per cilindrata, sia per potenza e sia per configurazione. E' un qualcosa di diverso, dunque, da una semplice due ruote, anche perché non deve superare una massa a vuoto di 400 chilogrammi.





**INTRODUZIONE AL CICLOMOTORE.**



### 3. IL CICLOMOTORE

Per definizione accennato nel capitolo precedente, i ciclomotori sono quella categoria di motoveicoli aventi 2 o 3 ruote, che sono caratterizzati da un motore con cilindrata di 50 cc al massimo e con velocità non superiore a 45 km/h. E' importante inoltre ricordare che sono abilitati al trasporto del solo conducente ( se minorenne).

Sono assimilati ai ciclomotori anche i quadricicli leggeri aventi le seguenti caratteristiche: massa a vuoto inferiore ai 350 kg, (esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici), velocità massima per costruzione 45 km/h, cilindrata del motore 50 cc per i motori ad accensione comandata o potenza massima netta 4 kW per gli altri di tipi di motore.

Per la Direttiva 2002/24/CE recepita nell'ordinamento nazionale con DM 31.1.2003 i propulsori dei ciclomotori devono avere le seguenti caratteristiche:

- ciclomotori a 2 ruote - categoria L1 e con velocità inferiore o uguale a 45 km/h e motore:
  - a combustione interna e cilindrata inferiore a 50 cc.
  - elettrico e potenza nominale continua max. inferiore a 4 kW.
  
- ciclomotori a 3 ruote - categoria L2 e con velocità inferiore o uguale a 45 km/h e motore ad accensione comandata e con cilindrata inferiore 50 cc:
  - di altro tipo a combustione interna, con potenza inferiore a 4 kW.
  - elettrico e con potenza nominale continua max. inferiore a 4 kW.
  
- ciclomotori a 4 ruote - quadricicli leggeri - categoria L6 e con velocità inferiore o uguale a 45 km/h e massa a vuoto inferiore o uguale a 350 kg esclusa la massa delle batterie per veicoli elettrici e motore:
  - ad accensione comandata e cilindrata inferiore a 50 cc.
  - di altro tipo, combustione interna potenza inferiore a 4 kW.
  - elettrico, potenza nominale continua max. inferiore a 4 kW.



### 3.1 LE ORIGINI DEL CICLOMOTORE

Il ciclomotore è stato un veicolo usato in tutto il mondo soprattutto dai giovani a cavallo degli anni 70 - 90 del '900, la cui invenzione viene fatta risalire all'azienda parigina Werner che ne depositò il brevetto il 7 gennaio 1897.

Il precursore del ciclomotore fu il "bicimotore", ovvero un veicolo a due ruote con ciclistica praticamente identica a quella di una bicicletta e dotato di un piccolo motore ausiliario.

Le prime biciclette a motore risalgono all'età pionieristica del motociclismo e conobbero una grande diffusione e popolarità in tutta Europa, nell'immediato secondo dopoguerra, allo scopo di soddisfare le esigenze di locomozione popolare, sopperendo di fatto alla carenza di mezzi finanziari e materie prime.

La necessità di fornire mezzi di locomozione personali, di semplice fabbricazione, particolarmente economici nell'utilizzo e dai contenuti prezzi d'acquisto, orientò molte aziende verso la costruzione di piccoli motori ausiliari, dotati di trasmissione a rullo, da applicare alle normali biciclette.

Nel tentativo di offrire un prodotto comunque economico, alcune case realizzarono dei "bicimotore" con telai leggermente irrobustiti e specificatamente progettato per ospitare comodamente sia il motore che il serbatoio del carburante mantenendo comunque, per ogni evenienza, la possibilità di essere messi in moto tramite utilizzo dei pedali.

# vespa

ciao



vespa of america corporation

PIAGGIO GROUP

355 Valley Drive • Brisbane, CA 94005



### 3.2 DAGLI ANNI DEL BOOM ECONOMICO ALLA CONSACRAZIONE A MITO DI UNA GENERAZIONE

Dal 1946 ai primi anni sessanta, il bicimotore rappresentò l'anello di congiunzione commerciale tra la bicicletta e il ciclomotore, che ne rappresenta ancor oggi la naturale evoluzione tecnica.

Il moderno ciclomotore è dunque nato come evoluzione del bicimotore ed è generalmente destinato a un impiego utilitario o ludico e negli spostamenti brevi soprattutto in ambito cittadino.

Negli anni '80 In Italia, così come nel resto dell'Occidente, venivano imposti stili di vita, voglia di ottimismo, i consumi di massa, l'edonismo e lo svago, dopo un decennio tra i più difficili e cupi della storia del nostro paese. Tra i simboli di libertà e di indipendenza più amati c'era sicuramente il ciclomotore: tutti, giovani o meno giovani, salivano in sella e percorrevano a tutta velocità le vie della città o del paese, possibilmente con dietro un amico o la fidanzata, con il vento tra i vestiti e i capelli.

Il ciclomotore divenne quindi un vero e proprio gesto di ribellione allo strapotere delle "sardomobili", nome con cui la pubblicità chiamava le

automobili, dipinte come opprimenti scatole per sardine.

Alcuni nomi come il Ciao della Piaggio, si sono legati in maniera indissolubile alla tradizione motociclistica italiana e non è così strano vederli in circolazione ancora oggi.

Una versione particolare di ciclomotori furono i cosiddetti "tuboni": ciclomotori dal caratteristico telaio tubolare, nella cui cavità si celava un piccolo serbatoio, di solito equipaggiati con un motore 50cc e quattro marce. Perfetti per l'uso cittadino i tuboni furono il mezzo di trasporto preferito da migliaia di ragazzi e ragazze in tutta Italia.

Il più famoso forse è il Malaguti Fifty, punta di diamante della casa bolognese, il "tubone" per eccellenza.

Questi modelli e molti altri come il Fantic Caballero o il Ciclone della Garelli, pur avendo fatto la storia del costume italiano, hanno dovuto lasciare spazio al fenomeno degli scooter dei primi anni '90 e purtroppo, molte delle case che li producevano nel corso degli anni sono scomparse o sono state assorbite da grandi gruppi internazionali.





### 3.3 I CICLOMOTORI OGGI: SHARING E LA RINASCITA ELETTRICA.

Dopo essere stati messi da parte per anni, a causa della straripante diffusione durante tutti gli anni '90 degli scooter, con modelli cult come Malaguti Phantom F12, il MBK Booster e Cagiva City, negli ultimi anni i ciclomotori sono tornati di moda.

Anche questa volta il ciclomotore (in versione elettrica), si fa simbolo di una rivoluzione sociale voluta dai giovani: una mobilità green, condivisibile e sostenibile, lo smart sharing.

Nel 2018 le vendite di scooter elettrici sono più che raddoppiate, arrivando a quasi 3.000 unità (14% del totale dei ciclomotori), grazie anche alle flotte dedicate allo scooter sharing. Bene anche i ciclomotori, passati da 1.144 a 2.928 (+156% rispetto al 2017), mentre i motocicli venduti salgono da 504 a 648 unità (+29%).

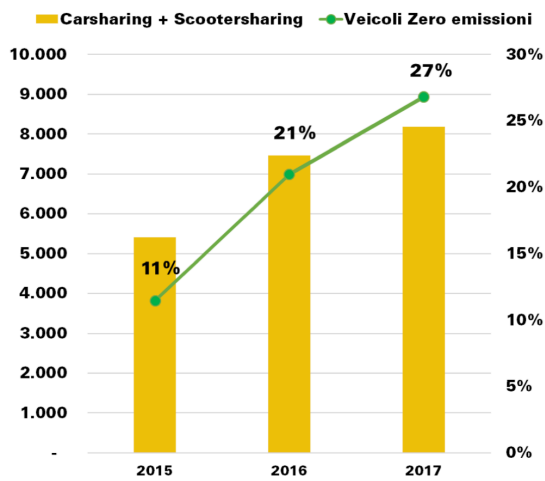
Infatti la Mobilità condivisa è in forte crescita in Italia, tanto da contare già su oltre 5 milioni di utilizzatori italiani. Secondo i dati forniti dall'Osservatorio

Nazionale sulla Sharing Mobility, nato da un'iniziativa del Ministero dell'Ambiente, del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti e della Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, i servizi di Sharing Mobility attivi tra auto, moto, bici e altri mezzi in condivisione risultano 363 (+14% rispetto al 2017).

Forte spinta arriva dal comparto elettrico, con un vero e proprio boom registrato dai ciclomotori sharing zero emission (+285% di noleggi nel 2018, circa il 90% del parco due ruote è elettrico).

Entrando più nel dettaglio dei dati è possibile notare che la condivisione di veicoli elettrici è passata, comprendendo sia auto che scooter, dal 27 al 43% dell'intera Sharing Mobility italiana. Meno veicoli a motore endotermico in circolazione, la cui presenza è diminuita del 17% tra il 2015 e il 2018, stanno portando sempre di più ad una "green mobility" sempre meno utopistica.

FIGURA 5 - QUOTA PERCENTUALE DEI VEICOLI A ZERO EMISSIONI SUL TOTALE DEI VEICOLI A MOTORE CONDIVISI DEI SERVIZI DI CARSHARING E SCOOTERSHARING (2015, 2016, 2017)



**Continua a salire in termini assoluti anche il numero di veicoli a zero emissioni**, soprattutto grazie ai servizi di carsharing e scootersharing 100% elettrici arrivati nelle città italiane. Il numero di veicoli elettrici è cresciuto di 3,5 volte in tre anni, passando dai circa 620 mezzi del 2015 ai 2.200 circa del 2017, rappresentando nel 2017 il 27% degli scooter e delle automobili in condivisione e circolanti sulle strade italiane

Fonte: Osservatorio Nazionale Sharing Mobility

“La Sharing mobility è uno degli strumenti attraverso cui stiamo attuando quella rivoluzione nei trasporti che ci siamo prefissati. La filosofia della mobilità condivisa si sposa con quella di trasporti a basso impatto ambientale, con la riduzione del traffico e dunque il miglioramento dell’aria delle nostre città. Oltre che con una piena intermodalità negli spostamenti, che permette a tutti i cittadini, nel rispetto dell’equità sociale, di scegliere mezzi diversi, poco inquinanti, per il tragitto casa-scuola-lavoro.

Perché riteniamo che la sharing mobility possa migliorare la qualità della vita dei cittadini, promuovere la crescita economica, soprattutto a livello locale, e ridurre gli effetti negativi dell’attività dell’uomo sull’ambiente, contestualmente incrementando l’efficienza dei servizi e abbassando i

costi per l’utenza”. (Ministro dei trasporti italiano, D.Tominelli)

Sharing mobility come rivoluzione silenziosa che sta attraversando l’Italia secondo Raimondo Orsini, coordinatore dell’Osservatorio Nazionale Sharing Mobility:

I dati incoraggianti che oggi ha presentato il nostro Osservatorio confermano che la rivoluzione silenziosa della Sharing mobility è in atto e l’Italia è in linea con i migliori trend mondiali.

La sharing mobility è il miglior alleato del trasporto pubblico e offre un ventaglio di soluzioni innovative: auto e scooter elettrici, monopattini condivisi, car pooling, car sharing “peer to peer”, che servono a vincere la battaglia per la vivibilità e la qualità dell’aria nelle nostre città, la vera sfida di ogni sindaco. Questa rivoluzione va quindi sostenuta e incoraggiata.



Provvede a sostenere pilota e passeggero e supporta il motore ( oltre a vari elementi della carrozzeria qualora siano presenti).

Il telaio è il vero scheletro di un qualsiasi ciclomotore ed è collegato alle ruote per mezzo delle sospensioni.

In generale i telai di motociclette e ciclomotori possono essere realizzati in diverse forme in acciaio o lega di alluminio a seconda della tipologia di moto che si vuole costruire.

Dalla tipologia del telaio dipendono fortemente la distribuzione del peso, la posizione del baricentro ed elementi fondamentali della geometria del veicolo quali l'inclinazione del canotto di sterzo e l'interasse del motociclo.

Al telaio dunque sono fortemente legate le caratteristiche di guida e a configurazione di un moto o di un ciclomotore. La tipologia più classica del telaio motociclistico, prevede una struttura che supporti o addirittura "incorpori" il motore e che sia collegata alle due sospensioni. Nell'estremità anteriore troviamo il canotto di sterzo (un corto tubo attraversato dall'asse di sterzo), in cui vi sono due cuscinetti nei quali viene inserito il perno della forcella.

All'estremità inferiore vi sono invece gli attacchi, ai quali viene fissato il forcellone oscillante posteriore, il cui asse lavora su dei cuscinetti a sfera presenti negli attacchi.

Il telaio viene poi completato dai punti di fissaggio del motore, quello per

l'ammortizzante e da un telaietto ausiliario triangolato che viene applicato posteriormente e che supporta la sella e il codino.

Un telaio non deve essere soltanto sufficientemente robusto da sopportare le sollecitazioni dinamiche durante l'impiego, ma deve avere anche un'elevata rigidità. La robustezza e la rigidità non devono essere ottenute però a spese della leggerezza complessiva della struttura.

Particolarmente sollecitate risultano le zone in corrispondenza del canotto di sterzo e del forcellone oscillante, che spesso infatti vengono irrigidite con fazzoletti di rinforzo in lamiera, triangolazioni o elementi scatolati.

Per molti anni lo schema ricorrente per i telai motociclistici è stato quello a culla, semplice o doppia culla, chiusa oppure aperta e completata inferiormente da basamento del motore.

I telai a culla sono di norma realizzati in tubi di acciaio, molto spesso integrati con elementi in lamiera scatolata. Un altro schema, molto vantaggioso in quanto assicura un'elevata rigidità è quello a traliccio: il motore viene "semplicemente" appeso inferiormente o viene letteralmente incastonato nel telaio completandone o irrigidendone la struttura.

Da diversi anni, sulle moto sportive e su quelle da competizione, si sono diffusi i telai a doppia trave portante superiore, realizzati il più delle volte in lega di alluminio. L'acciaio (resistenza a trazione 480÷1100 MPa // Lim. snervamento

205 ÷ 820 MPa) è dotato di caratteristiche meccaniche superiori rispetto all'alluminio (Resistenza a trazione 560 Mpa max / Lim.snervamento 475 Mpa max) quindi consente l'utilizzo di sezioni minori e di spessori di parete ridotti.

I telai vengono saldati in apposite dire di riscontro, analoghe a quelle che si

impegnano talvolta per effettuare controlli dopo cadute o incidenti.

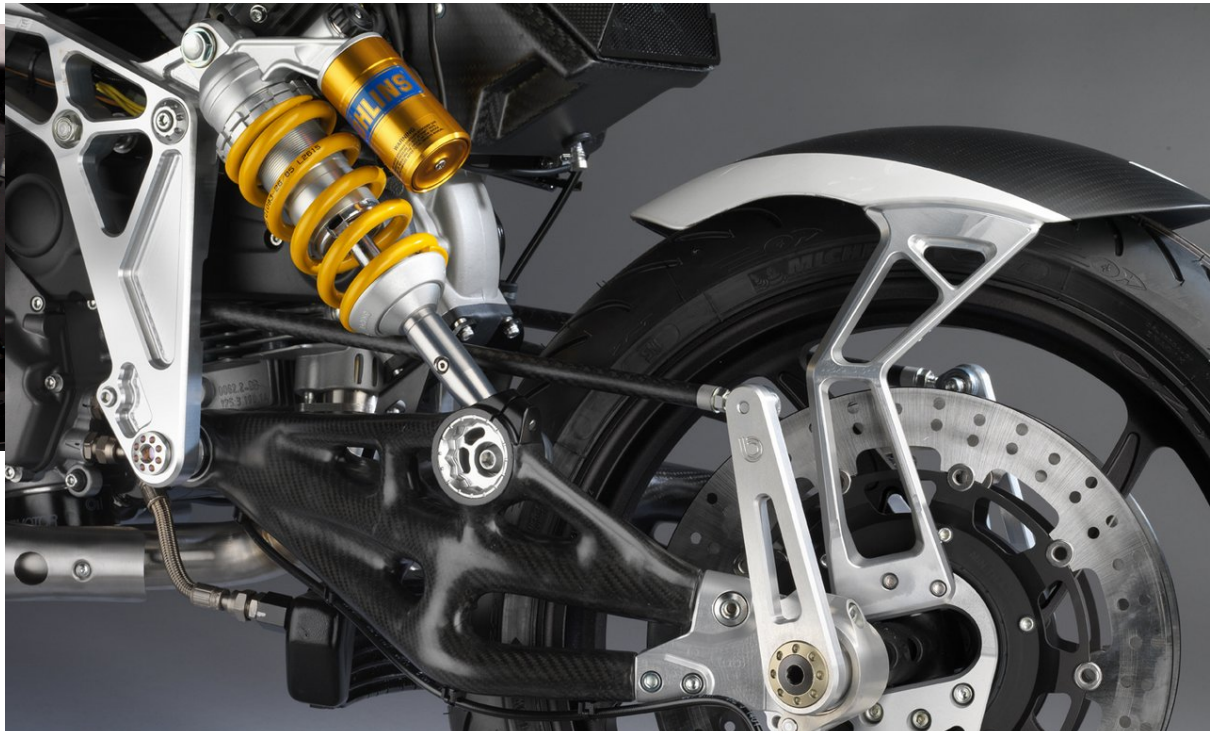
Nel canotto di sterzo sono ricavati appositi alloggiamenti nei quali vengono installati con interferenza, gli anelli esterni dei cuscinetti a sfera. I cuscinetti del canotto devono sopportare sia spinte assiali sia radiali.

- **La sella**, necessaria per permettere la seduta sulla moto, presente praticamente su tutte le motociclette, ad esclusione delle moderne moto da trial.

- **Le pedane** sono elementi fissati al telaio che permettono la giusta postura dei piedi/gambe;

- **Il cavalletto/stampella laterale**, elementi che permettono il posteggio della moto, presenti singolarmente o in accoppiata;





- **Gli ammortizzatori**, indispensabili per garantire tenuta di strada e comfort, servono di fatto il moto delle molle delle sospensioni, dato che altrimenti le oscillazioni tenderebbero a prolungarsi nel tempo. Quando la ruota incontra un'asperità durante la marcia, l'ammortizzatore si muove verticalmente comprimendo verso l'alto la molla della sospensione. L'energia incamerata dalla molla viene successivamente restituita e la sospensione torna ad essere estesa. La viscosità del fluido contenuto all'interno degli ammortizzatori è quindi di fondamentale importanza per la tipologia di risposta che si vuole ottenere. Un tipico ammortizzatore è costituito da un cilindro metallico all'interno del quale è collocato un pistone vincolato ad uno stelo ed immerso nell'olio.

Una volta montato su un qualsiasi motoveicolo, l'ammortizzatore si comprime e si estende seguendo l'andamento della sospensione: un'estremità è infatti vincolata al telaio e l'altra ad un elemento mobile non sospeso (forcellone, braccio oscillante).

In presenza di movimenti rapidi e frequenti della sospensione, l'olio tende a formare un'emulsione con l'aria (andando a creare la classica schiuma) con conseguenze deleterie per quanto riguarda l'efficienza

dell'ammortizzatore. Per ovviare a questo problema sono stati sviluppati e costantemente migliorati diversi schermi costruttivi, fino ad arrivare ai più importanti utilizzati al giorno d'oggi: il De Carbon e quello con serbatoio separato. Il De Carbon è un serbatoio dove il gas (azoto) è separato dall'olio da un pistone flottante, munito da elementi di tenuta: la miscelazione è assolutamente evitata. In questo schema però, in caso di utilizzo gravoso dell'ammortizzatore, vi è la tendenza di raggiungere facilmente alte temperature, il che determina un'aumento della pressione del gas e una diminuzione della viscosità dell'olio. Per ovviare a questa problematica è stato sviluppato lo schema in cui il gas è contenuto in un serbatoio separato dal cilindro di lavoro. In questo caso la quantità d'olio è maggiore e la superficie per lo scambio termico superiore, di

conseguenza la temperatura di lavoro, anche in condizioni gravose risulterà

-**La forcella** elemento chiave che ha il compito di indirizzare la ruota anteriore e di assorbire le asperità del fondo stradale. Le moderne motociclette o ciclomotori, sono dotate di una forcella telescopica idraulica, fulcrata nel canotto di sterzo, all'estremità inferiore della quale è fissato l'asse della ruota. E' tipicamente costituita due steli, ciascuno dei quali è formato da una canna di acciaio che si inserisce in un fodero in lega leggera. Internamente sono alloggiati gli elementi dell'ammortizzatore idraulico e la molla elicoidale che provvede alla funzione elastica. I due steli sono a loro

- **Il forcellone**, oscillante può essere realizzato in lega d'alluminio ( soluzione ormai da tempo standardizzata sulle moto sportive) o in acciaio ( sulle custom e alcune moto da turismo). In alcune moto però si impiega un forcellone a braccio singolo ( detto semplicemente "monobraccio", che svolge la medesima funzione del forcellone tradizionale, ma è caratterizzata dalla ruota posteriore montata a sbalzo sulla sua estremità.

- **La piastra** ( o le piastre) di sterzo, sono realizzate in lega d'alluminio ed in genere ottenute per pressofusione, anche se non mancano casi in cui sono ottenute per forgiatura ( al fine di ottenere una maggior rigidità a parità di dimensioni e peso) anche se con costo di produzione più elevato. Su alcune moto da competizione o di notevole livello tecnico, le piastre di sterzo vengono ricavate dal pieno, attraverso

inferiore, mantenendo eccellenti le prestazioni dell'olio.

volta sono vincolati superiormente alla piastra di sterzo, fissata a sua volta al perno di sterzo. Le forcelle possono essere convenzionali, oppure rovesciate. Le forcelle convenzionali sono quelle decisamente più diffuse sul mercato, in cui i foderi ( o gambali) scorrono lungo le canne durante l'escursione della sospensione. Poiché all'interno di ciascun stelo è contenuto dell'olio ad alta viscosità, che provvede a lubrificare le parti mobili e a fungere da "fluido di lavoro" dell'ammortizzatore idraulico, all'estremità del fodero dal lato d'ingresso è dotata di una para-olio che ne assicura la perfetta ermeticità.

Questa seconda soluzione agevola la sostituzione della ruota, senza dover intervenire sulla catena e di conseguenza sulla sua tensione.

Per resistere adeguatamente alle sollecitazioni di torsione e di flessione, il braccio oscillante deve avere una notevole sezione. I forcelloni a due bracci, però presentano il vantaggio di supportare la ruota da entrambe le estremità e questa concezione è quella che appare superiore per quanto riguarda la rigidità della struttura.

lavorazioni di macchine utensili. Le canne o i foderi vengono fissate alle piastre mediante sistema a morsetto con due viti opposte. E' importante precisare che la distanza perno di sterzo e il piano sul quale giacciono gli assi dei due steli della forcella costituisce l'avanzamento delle piastre e ciò è strettamente legata all'avancorsa della forcella.







**BRIDGESTONE**

**-Le ruote**, assieme solidale al forcellone e vincolate alla forcella (ant e post).Le ruote devono sorbire carichi radiali rotanti ed elevate sollecitazioni dinamiche derivanti da urti e forti sollecitazioni contro le asperità stradali

**-Il cerchione**, sorregge lo pneumatico, con parte del sistema frenante ruotante e/o del sistema di trasmissione. Esistono tipicamente due grandi categoria di cerchioni : quelli a raggi ( usati nelle moto da cross e da enduro) e quelli a razze ( usati sulla stragrande maggioranza dei motocicli e ciclomotori).

I cerchioni a raggi hanno la caratteristica che i raggi sono appunto disposti non in modo radiale ma tangenziale, poiché questi elementi lavorano solo a trazione ed il mozzo in questo caso è come se fosse “sospeso” sui raggi superiori che

e forti sollecitazioni tangenziali in frenata e accelerazione e contemporaneamente devono avere un peso contenuto. Le ruote sono quindi costituite dai cerchioni e dai pneumatici.

tendono a subire un certo allungamento elastico.Questo sforzo trasmesso dalla parte superiore del cerchio, tenderebbe ad ovalizzarlo, ma ciò viene impedito dai raggi orizzontali.I cerchioni a razze invece hanno i punti di forza nella rigidità strutturale, nella possibilità di ottenere minor ingombro nella zona del mozzo, e spezzo minor costo di produzione.Di norma sono ottenute per pressofusione e i materiali impiegati sono leghe di alluminio o nei modelli da competizione, in lega di magnesio.

La maggior rigidità è dovuta al fatto che il mozzo non è sospeso alle razze

superiori ma è supportato anche a quelle inferiori che lavorano a compressione e ciò spiega perché vengano utilizzate su moto a prestazioni elevate, garantendo un migliore feeling e comportamento nella guida al limite. È importante

**-Gli pneumatici**, sopportano (veicolo più pilota, più eventuale passeggero) e trasmettono al suolo le forze che consentono di accelerare, frenare e cambiare traiettoria. Contribuiscono inoltre al comfort di marcia, assorbendo gran parte degli urti, grazie all'aria contenuta al loro interno.

Un pneumatico ha una struttura composita formata da uno o più elementi in materiale tessile (che fungono da inserti resistenti) annegati in una matrice costituita da vari elastomeri, un addensante e alcuni additivi. Elemento principale della struttura è ovviamente la carcassa formata da una serie di tele sovrapposte (in genere quattro) costituite da fibre di materiali tessile quali rayon, nylon e fibra aramidica. Le estremità delle tele vengono poi avvolte attorno a cavi circolari spesso di acciaio e annegate nella gomma.

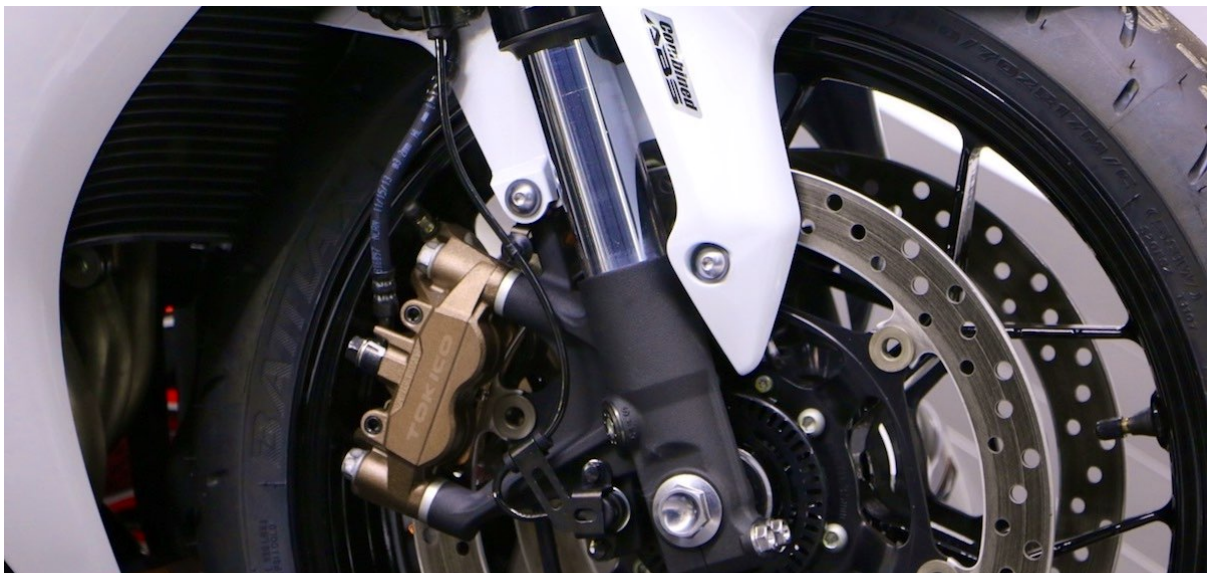
Della carcassa si possono distinguere diverse zone, tra le quali il battistrada, ovvero la parte che va a contatto con il suolo e che quindi deve garantire un'elevata aderenza e una notevole resistenza all'usura.

La scolpitura in esso praticata, può variare a seconda della tipologia di pneumatico voluto ed in generale serve al drenaggio dell'acqua.

considerare che, con un accurato disegno delle razze, è possibile ottenere un peso inferiore di quello dei cerchioni a raggi, ciò si va a ripercuotere sull'inerzia rotazionale della ruota, traducendosi in un miglioramento dell'agilità della moto.

Nei pneumatici destinati alle motoscafe fuoristrada il battistrada è costituito da una serie di tasselli per fare migliori "prese" sul fondo sterrato. Le motoscafe da competizione invece fanno utilizzo di come slick, ovvero con battistrada quasi del tutto priva di intagli per massimizzare l'impronta a terra della gomma. Un'altra zona importante del pneumatico sono le spalle e sono le zone di raccordo tra il battistrada e i fianchi. I pneumatici convenzionali hanno la carcassa a tele incrociate e sono privi di altri elementi in materiale tessile. In quelli cinturati invece, tra la carcassa e il battistrada sono inserite una o più tele circolari dette cinture con lo scopo di rinforzo e contribuiscono a stabilizzare la struttura nella zona di contatto con il suolo.

Negli ultimi anni sono stati introdotti per le moto sportive, i pneumatici con struttura radiale, nei quali la carcassa è formata da una o più tele i cui cord sono disposti a 90° rispetto al piano di mezzeria. Questa tipologia di pneumatici presenta svariati vantaggi rispetto a quelli tradizionali: l'impronta a terra risulta più ampia e con una miglior distribuzione delle pressioni, la deformazione nella zona di contatto è minore ed infine sono migliori sia la precisione di guida sia la durata stessa del pneumatico con un peso totale ridotto.



**-L'impianto frenante**, presenta sia una parte statica che una dinamica; entrambe permettono il rallentamento o l'arresto del mezzo, questo sistema è generalmente presente sia anteriormente che posteriormente. Da tempo ormai sulle moto e ciclomotori vengono montati i molto più performanti freni a disco, che hanno soppiantato quelli a tamburo ( usati in alcuni casi ancora oggi, ma solo su modelli a basse prestazioni). Per capire la differenza bisogna spiegare schematicamente come sono realizzate le due tipologie di freni. Quella a tamburo è costituita da una parte rotante ( tamburo) e da una parte fissa, il piatto, dotato di due ganasce riveste con materiale d'attrito. Le ganasce in fase di frenata vengono spinte verso il tamburo, ostacolandone la rotazione. Nei freni a disco invece, la parte che gira insieme alla ruota è il disco, che passa attraverso l'elemento fisso, vincolato alla forcella o al forcellone: la pinza del freno. La pinza è dotata di due pastiglie, che sotto l'azione dei pistoni al suo interno, vengono spinte verso il disco, ostacolandone la rotazione. In questo caso il sistema di comando è di tipo idraulico grazie ad una pompa, collegata alla pinza da una tubazione flessibile.

La pompa del freno è costituita da un corpo in lega leggera, di norma

ottenuta per pressofusione, al cui interno è ricavato un cilindretto, all'interno del quale viene posizionato un pistone. Il liquido all'interno del circuito non circola, ma ha il solo scopo di trasmettere la forza frenante, comandata dalla leva del freno. Durante una frenata all'interno del circuito si possono raggiungere pressioni che vanno da una decina di bar ( sufficienti a far staccare la posteriore da terra) a varie decine. Di importanza fondamentale è che nel circuito idraulico non vi siano tracce di gas o aria, ciò infatti comprometterebbe seriamente la funzionalità del sistema di comando e quindi l'efficienza del freno. Se ci fossero delle tracce di gas infatti, esse tenderebbero a comprimersi a differenza del liquido, di conseguenza il circuito non verrebbe messo in pressione correttamente ed il freno non funzionerebbe nella maniera richiesta.

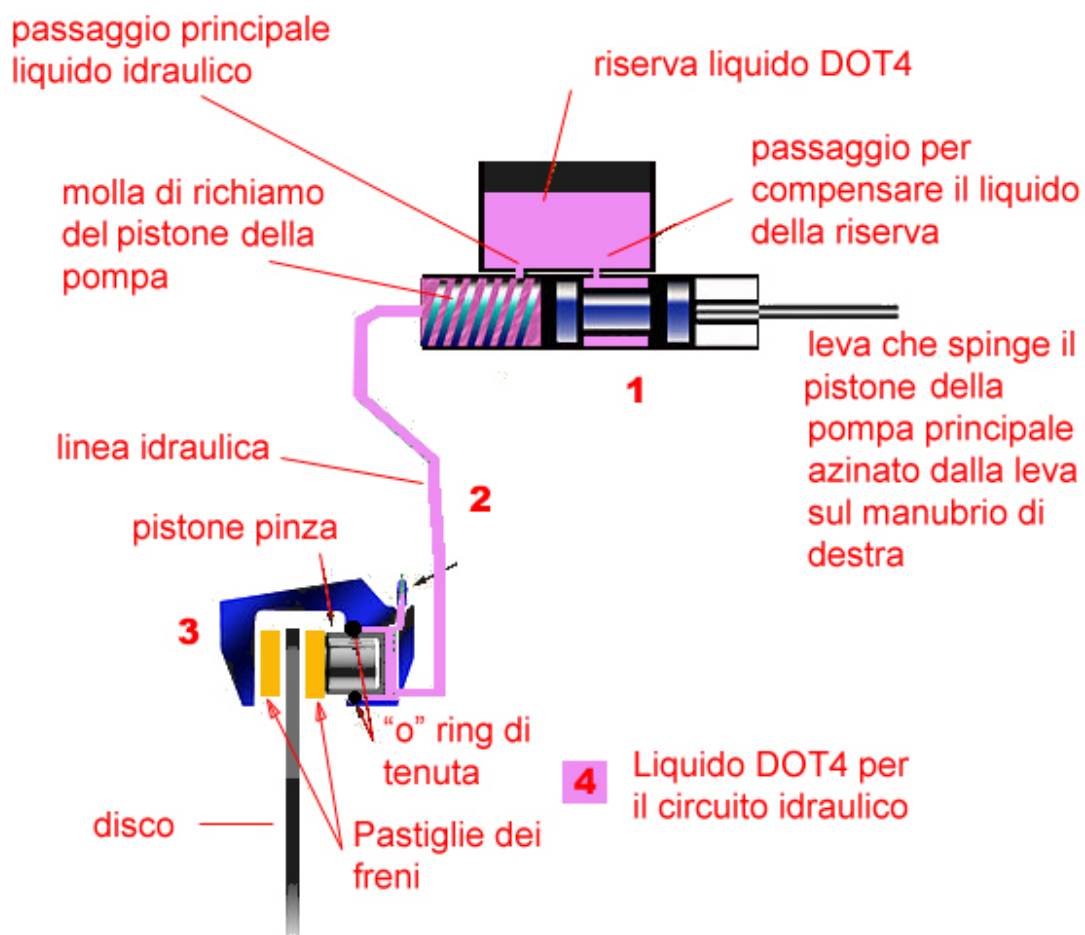
Le pinze flottante hanno una struttura asimmetrica: da un lato il corpo è dotato di uno o due cilindri mentre dall'altro ha l'alloggio della pastiglia. Quando il circuito idraulico viene messo in pressione, il pistone spinge a pastiglia esterna contro il disco, mentre la pinza ( montata su apposite guide) scorre in direzione opposta tirando con se la pastiglia interna, serrando con forza il disco. Le

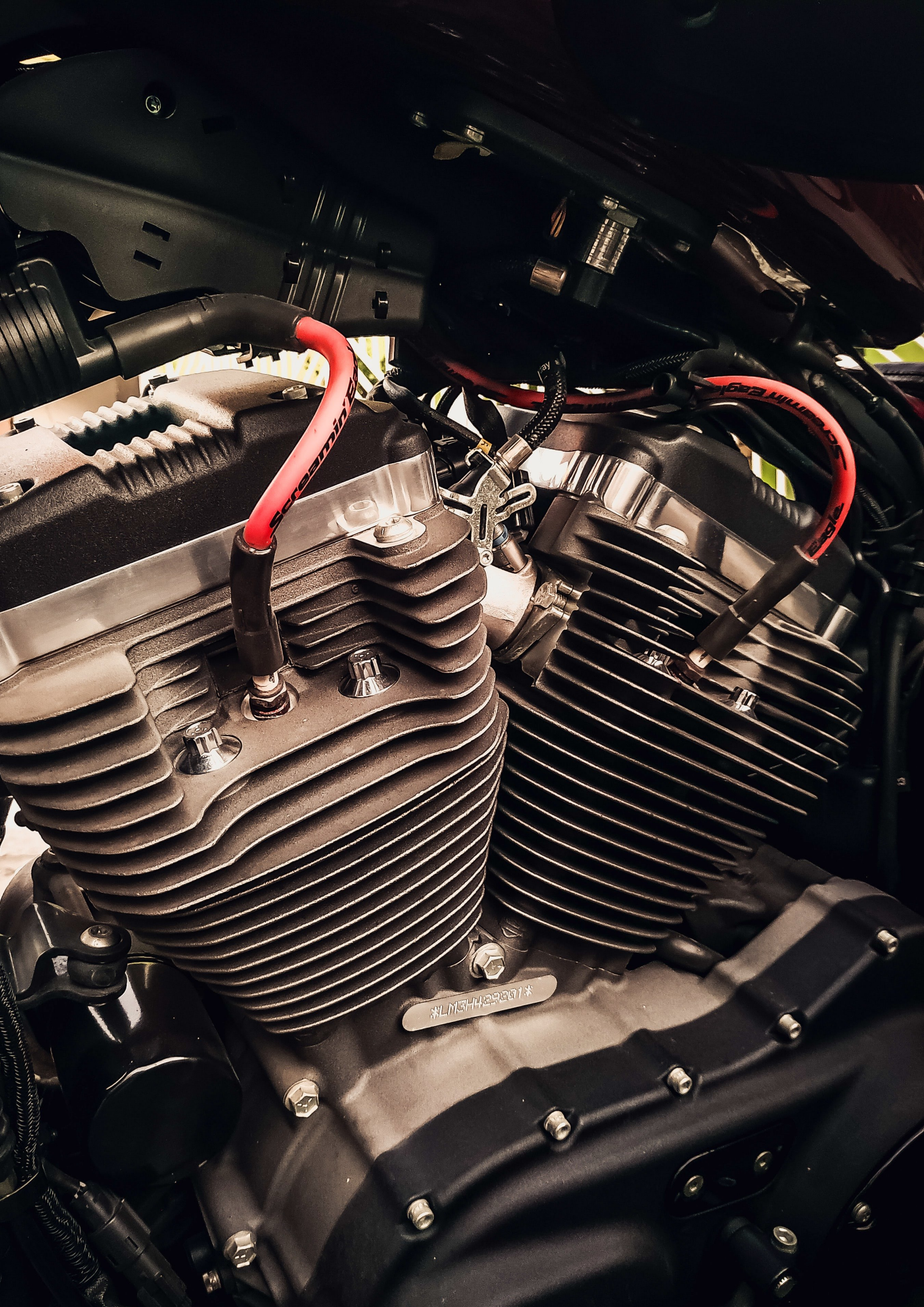
pinze flottanti hanno un minor ingombro e peso di quelle fisse.

Le pinze fisse invece sono simmetriche e quindi hanno da ciascuna parte un numero uguale di pistoni. Possono essere a due o a quattro pistoni opposti. Questa soluzione consente di ottenere una più vantaggiosa ripartizione della pressione sulla superficie di contatto del disco e quindi

una più uniforme usura del materiale d'attrito.

I dischi del freno invece sono realizzati in acciaio, e si possono ottenere con uno spessore di soli 4mm, e vengono ricavati da una lastra mediante trancitura. Sulle moto da competizione ovviamente vengono impiegati dischi in carbonio che sono in grado di fornire prestazioni ottimali.





## 2. MOTORE E POWERTRAIN

### MOTORE TERMICO

Elementi fondamentali per la propulsione del mezzo, possono essere di natura termica o elettrica. Partiremo ad analizzare il propulsore termico:

- **Il gruppo termico** di un motore a combustione interna è l'insieme delle parti meccaniche principali che compongono un motore, ed è composto da cilindro, pistone, testata.
- **L'impianto di raffreddamento** a liquido prevede che vi sia un liquido che passando dentro il cilindro e anche attraverso la testa, vada a un radiatore, il quale attraversato dall'aria raffreddi tale liquido. Con un sistema di raffreddamento ad aria invece si avranno delle semplici e più economiche alette sull'intera superficie del cilindro che provvedono a raffreddarlo durante l'utilizzo. Con il sistema a liquido si ha sicuramente maggiore potere dissipante rispetto al classico sistema ad aria, ma questo maggiore potenziale sarà apprezzabile solo se il mezzo è in stato di marcia a velocità media; nel caso contrario infatti risulta meno efficace dato il ridotto flusso d'aria nel radiatore.
- **Il carter**, anche detto **scatola**, è un contenitore, un involucro o uno scudo in materiale rigido che, applicato a un macchinario, racchiude e protegge gli organi meccanici in movimento e favorisce o mantiene la corretta lubrificazione. In relazione alle sue applicazioni e funzioni più comuni, può assumere varie denominazioni composte come,

ad esempio, *carter motore*, *carter trasmissione*, *carter secco* o *carter umido*.

Questi carter, che costituiscono il basamento del motore e su cui è presente la/e bancata (escluso in caso di monoblocco), possono essere di vari tipi:

- Il Carter secco (4T o 2T unidirezionali)
- Il Carter umido (4T o 2T unidirezionali)
- Il Carter pompa (2T,)
- **Il carter umido** è il tipo più semplice: infatti l'olio giace in fondo a una coppa di raccolta al centro del basamento e tramite una pompa di mandata dell'olio si riesce a lubrificare il motore nei suoi componenti.
- **Il carter secco**, rispetto al carter umido è più complesso: infatti per la lubrificazione non usa la coppa dell'olio, poiché esso viene recuperato dalla pompa di recupero in un serbatoio separato e da tale serbatoio, tramite la pompa di mandata, viene spruzzato all'interno del motore, per lubrificare i vari organi. Il vantaggio di questo sistema è di avere un motore più compatto, avendo un minore ingombro verticale. Viene utilizzato nelle moto di grossa cilindrata e nelle vetture sportive dove, mancando la coppa dell'olio, il propulsore può essere montato più in basso migliorando il baricentro.
- **Il cambio** è un componente meccanico che ha la funzione di modificare la caratteristica della coppia (e non della potenza) in uscita da un

motore, similmente ad un riduttore di velocità. Inoltre permette di selezionare di volta in volta un rapporto di

- **La frizione** è un organo meccanico che ha la funzione di connettere a comando due alberi per permettere o meno ed eventualmente modulare la trasmissione del moto rotatorio.

Le frizioni a seconda del tipo, hanno strutture differenti:

- **Frizione monodisco**, negli autoveicoli la frizione attualmente più usata è quella monodisco a secco. La coppia fornita dal motore viene trasmessa all'albero condotto sfruttando la resistenza d'attrito che si sviluppa tra le due superfici, una solidale all'albero motore e l'altra all'albero di entrata del cambio, premute tra loro grazie all'azione di molle.
  - **Frizione multidisco**, nella frizione a dischi multipli (in bagno d'olio o a secco) costituita da più dischi condotti, viene aumentata la coppia motrice in quanto risulta aumentata la superficie di contatto. Il comando delle due frizioni può essere sia meccanico che idraulico.
- **L'impianto d'accensione** necessario per la trasformazione chimica termica del combustibile;
  - **L'impianto d'alimentazione** permette la giusta alimentazione del motore;
  - **L'impianto di scarico** permette il corretto trattamento dei gas di scarico;
  - **L'impianto d'avviamento** per permettere il facile avviamento del propulsore;
  - **La batteria**, come in un qualsiasi veicolo elettrico costituisce

trasmissione differente, a seconda della gamma di cui il cambio è dotato.

l'elemento essenziale che determina gran parte delle prestazioni finali ed anche gran parte del costo.

Le batterie possono essere distinte in due tipologie : di tipo primario e di tipo secondario. Le primarie non possono essere ricaricate, e quindi possono essere utilizzate una sola volta ( fanno parte di questa categoria tutte le pile alcaline).

La tipologia invece più interessante per il nostro fine progettuale sono quelle di tipo secondario, ovvero quelle batterie che possono essere ricaricate. Le proprietà e caratteristiche di quest'ultima classe possono essere così riassunte:

- La tensione di una batteria di misura in Volt (V) ed è riferita alla tensione nominale ai capi degli elettrodi.
- La capacità, insieme alla tensione, è uno dei parametri fondamentali forniti dai costruttori. Rappresenta la quantità di carica elettrica che una batteria può far circolare durante il periodo di scarica completa e si misura in Ampere x ora (Ah)
- La ciclicità è il grado di scarica che può subire e viene espressa in valore percentuale .
- La durata di vita è il numero di volte che la batteria può essere ricaricata.
- Il tempo di ricarica è dato dal rapporto tra la capacità della batteria e la corrente fornita dal carica batteria e si misura.
- La centralina è di fondamentale importanza perché gestisce tutte le parti elettriche. il suo compito è quello di fornire al motore tutti i parametri corretti.







## MOTORE ELETTRICO

passiamo ora ad analizzare invece il propulsore di tipo elettrico:

*-I propulsori elettrici* generalmente impiegati sui ciclomotori sono, in corrente continua con tensioni da 12 a 48 V ed integrati sull'asse di una delle due ruote ( spesso su quella posteriore).

Si possono dividere in due categorie:

- Senza spazzole (brushless)
- Con spazzole (brushed)

I motori sincroni a magneti permanenti e a commutazione elettronica, detti brevemente brushless, sono diventati negli ultimi tempi, sempre più diffusi tra le macchine elettriche impiegate in tutti i settori dell'automazione, specialmente in ambito industriale ed in quello della robotica in azionamenti di piccola, media potenza.

La loro continua e crescente diffusione è dovuta agli innumerevoli vantaggi che esse comportano, rispetto ai tradizionali motori elettrici a corrente continua o ai motori ad induzione.

Tra tutti possiamo infatti evidenziare l'elevata densità di potenziali volumi ridotti e la facilità di controllo, caratteristiche che rendono i motori brushless particolarmente adatti in situazioni in cui siano richieste elevate prestazioni.

Il motore brushless sostanzialmente è costituito da uno statore, dove ha sede l'avvolgimento di eccitazione, tipicamente trifase connesso a stella, e da un rotore dotato di magneti permanenti.

Il termine "brushless" come specificato prima indica un motore in cui non vi sono spazzole, infatti in questa

tipologia di propulsore non è necessario il sistema di contatti striscianti su lamelle solidali al rotore ( spazzole collettore ), tipico dei motori a corrente continua.

Come in tutti i motori elettrici , il principio di funzionamento è quello dei sistemi elettrodinamici, che si basa sull'interazione fra conduttori percorsi da corrente e campi magnetici ( creati dai magneti permanenti ) con lo scopo ovviamente di generare una coppia di forze sul rotore tale da metterlo in rotazione e produrre lavoro.

Caratteristica principale dei motori brushless è il necessario sistema di alimentazione ed il controllo elettronico: essendo infatti privo del sistema spazzole -collettore, che garantiva la conversione meccanica della corrente è necessario quindi che essa avvenga elettronicamente.

Di seguito verranno identificati i principali vantaggi e svantaggi di motori brushless.

- Assenza di una costante manutenzione delle spazzole e del commutatore a causa dell'usura. Le spazzole inoltre possono creare scintille, in certi ambienti di lavoro possono essere decisamente pericolose.
- Sistema complessivamente più leggero, con minor inerzia, accelerazione e velocità superiori e miglior conduzione di calore.

Per contro, gli svantaggi sono principalmente dovuti ai costi, che possono risultare elevati a causa della presenza di magneti permanenti di pregio , nel rotore.

Tuttavia, con l'avvento di componenti elettronici di potenza e prestazioni sempre maggiori e con affidabilità sempre più crescenti, hanno in parte

limitato il problema dei costi, contribuendo e consolidando al successo di questi motori.

Questa tipologia di motori, nata per i servoazionamenti e robotica, si è recentemente affermata ed anche nel campo della trazione, ne sono esempio gli E-scooter e le E-bike, sempre più presenti nelle nostre città.

Il motore elettrico può essere posizionato nel mozzo delle ruote ( motoruota) secondo due filosofie di pensiero opposte: la prima, prevede il collocamento del motore nel mozzo della ruota anteriore con il vantaggio di una miglior ripartizione dei pesi ( specialmente se la batteria è messa nel sottosella ). Tutta via questa scelta potrebbe presentare delle criticità la perdita di trazione, qualora la partenza sia effettuata su fondi scivolosi o su salite ripide.

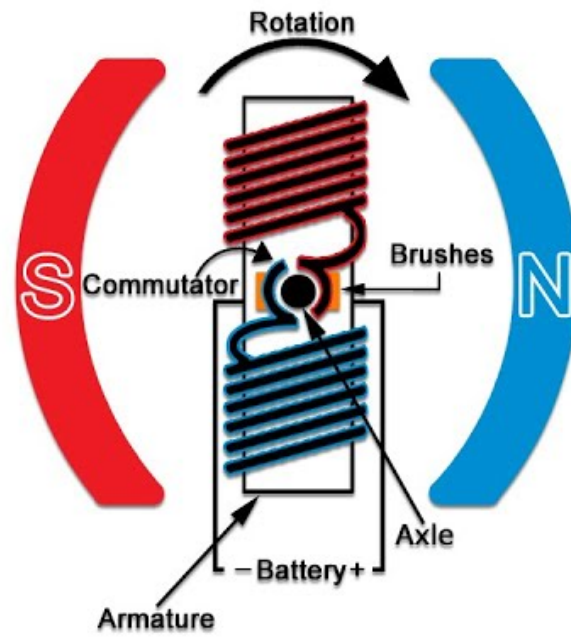
La seconda scuola di pensiero è quella che prevede il collocamento della motoruota al posteriore, con il conseguente vantaggio di una migliore trazione e di fatto una migliore stabilità e guidabilità del mezzo.

Bisogna poi sottolineare il fatto che esistono due tipologie di motoruote : i motori direct - drive e quelli geared-drive. I motori della prima tipologia sono a trazione diretta, forniscono alimentazione direttamente alla ruota e di solito hanno la caratteristica di rigenerare la batteria durante le frenate .

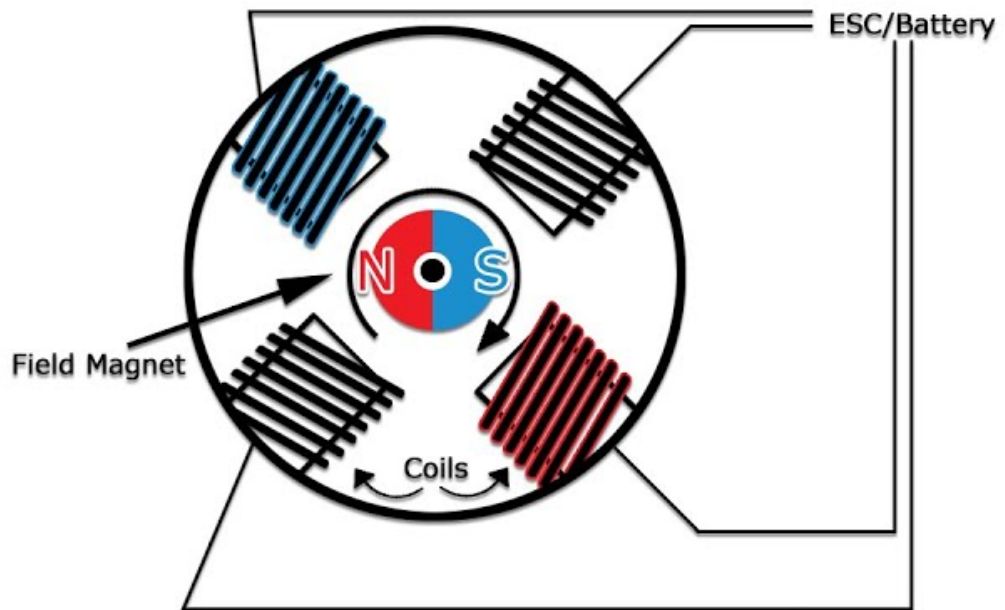
Di norma sono più pesanti e più grossi rispetto alla seconda tipologia ed hanno un picco massimo di coppia di 40Nm. I motori geared-drive invece sono a presa diretta e trasmettono potenza attraverso una serie di ingranaggi planetari. Questi ingranaggi però hanno il vantaggio di consentire una maggiore coppia e quindi una maggior efficacia del motore.



## Brushed DC Motor



## Brushless DC Motor





### 3. SOVRASTRUTTURE

Elementi non obbligatoriamente presenti o necessari per la conduzione di un mezzo:

- **La carenatura** elemento/i necessari per la copertura delle parti meccaniche esposte e per la protezione dall'aria, i parafanghi sono compresi in questa categoria;
- **L'impianto elettrico ausiliario** impianto elettrico non necessario per il funzionamento della moto, ma utile e/o obbligatorio per la circolazione;
- **L'impianto d'illuminazione** parte dell'impianto necessaria per l'illuminazione e la segnalazione della posizione;
- **L'avvisatore acustico**;
- **Gli indicatori direzionali** utile per soddisfare più facilmente l'obbligo stabilito dalla legge di segnalare i propri cambi di direzione, ancorati alla forcella o inseriti nell'eventuale carenatura;
- **Il blocchetto/ i comandi** elementi posizionati sul manubrio che contengono gli interruttori per il funzionamento dell'impianto elettrico e di avviamento;
- **La strumentazione** elementi di misurazione o avvertimento, atti a indicare determinate condizioni operative, posizionati nella parte anteriore del mezzo e generalmente vincolati alla piastra superiore della

forcella o al telaio della moto, più raramente viene vincolata al serbatoio;

- **Il contagiri** indica il regime operativo del motore;
- **Il contachilometri** indica la strada percorsa;
- **Il tachimetro** visualizza la velocità di percorrenza;
- **I termometri** possono indicare sia i dati di temperatura esterna che quelli specifici a organi del motore e al loro raffreddamento;
- **L'indicatore del livello del carburante**, ha sostituito l'uso del rubinetto della benzina con posizione della riserva;
- **Le spie di funzionamento** utili per la segnalazione della maggior parte delle avarie;
- **Gli specchietti retrovisori** utili per la visualizzazione dei mezzi sopraggiungenti alle spalle;
- **I portapacchi** sono elementi che permettono il trasporto di scatole o pacchi, una variante è il "portacasco";
- **Il sottosella** è un vano utilizzato per vari scopi, dall'alloggiamento della batteria, portadocumenti o portacasco (alcuni portacaschi sottosella sono espandibili).



### 3.5 ASSETTO E MISURA DELLA CICLISTICA.

Il comportamento su strada, ovvero la maneggevolezza, la stabilità ed il feeling di guida di un motoveicolo è legato ad un serie di parametri geometrici ben definiti.

Le moto in generale e di conseguenza anche i ciclomotori, sono sostanzialmente costituite da masse sospese collegate alle ruote non direttamente ( compito affidato alla forcella ed agli ammortizzatori) e da masse non sospese che si muovono verticalmente insieme alle ruote ( i freni, gli elementi mobili degli ammortizzatori e le ruote stesse).Riducendo queste

ultime al minimo, il vantaggio che se ne ricava è evidente: le sospensioni lavorano meglio e la guida risulta molto più agile.

Importanti ai fini del comportamento su strada ci sono anche le altezze d'assetto anteriore e posteriore, alle quali sono legate la posizione del baricentro e la distribuzione dei pesi. Come accennato precedentemente, i fattori che determinano il comportamento di un motoveicolo sono svariati, quelli di riferimento sono il peso totale,

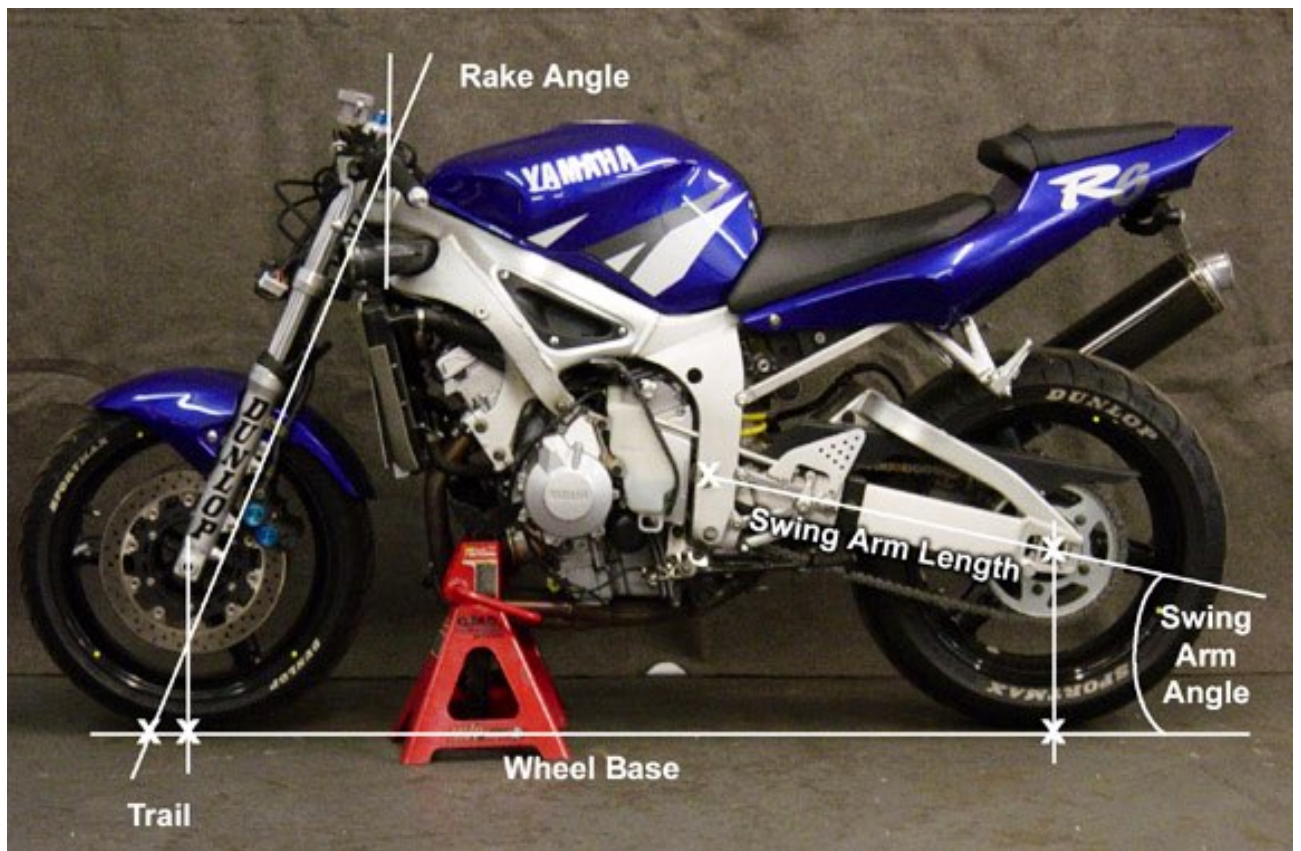


l'interasse, l'inclinazione del canotto e l'avancorsa.

L'inclinazione del canotto è determinata dal disegno del telaio: un ridotto angolo di inclinazione fa aumentare l'agilità della moto mentre l'avancorsa diventa più nervosa. Di contro un angolo elevato si traduce in un avantreno piuttosto pesante.

Un'altro parametro fondamentale è l'avancorsa, costituita dalla distanza al suolo tra la verticale passante per il centro della ruota e l'asse di sterzo. In generale un'avancorsa più elevata corrisponde ad una migliore stabilità, mentre una meno elevata si traduce in una miglior maneggevolezza.

In linea di massima, le moto da competizione e le ultrasportive hanno ridotte inclinazioni del canotto ( $25^{\circ}$ - $22^{\circ}$ ) e avancorsa limitata (80-100 mm). Nelle stradali invece questi parametri sono maggiori come valore numerico, mentre sulle moto da fuoristrada, le inclinazioni del canotto sono attorni i  $26^{\circ}$ - $29^{\circ}$  con un'escursione superiore a 110 mm.





### 3.6 NORMATIVE E CODICE STRADALE

Art. 52. Ciclomotori.

(1) Il comma deve essere integrato e modificato secondo quanto stabilito dall'art. 1, commi 2 e 3, del D.M. 31 gennaio 2003, in SOGU 29/5/2003, Recepimento della Direttiva n. 2002/24 del 18 marzo 2002, relativa all'omologazione dei veicoli a motore a due o tre ruote:

2. I veicoli di cui al precedente comma 1 sono classificati come segue:

a) ciclomotori, ossia veicoli a due ruote (categoria L1e) o veicoli a tre ruote (categoria L2e) aventi una velocità

2.1) la cui cilindrata è inferiore o uguale a 50 cm<sup>3</sup> se ad accensione comandata,

massima per costruzione non superiore a 45 km/h e caratterizzati:

1) nel caso dei veicoli a due ruote, da un motore:

1.1) la cui cilindrata è inferiore o uguale a 50 cm<sup>3</sup> se a combustione interna, oppure

1.2) la cui potenza nominale continua massima è inferiore o uguale a 4 kW per i motori elettrici;

2) nel caso dei veicoli a tre ruote, da un motore:  
oppure

2.2) la cui potenza massima netta è inferiore a uguale a 4 kW per gli altri motori a combustione interna, oppure

2.3) la cui potenza nominale continua massima è inferiore o uguale a 4 kW per i motori elettrici;

b) motocicli, ossia veicoli a due ruote, senza carrozzetta (categoria L3e) o con carrozzetta (categoria L4e), muniti di un motore con cilindrata superiore a 50 cm<sup>3</sup> se a combustione interna e/o aventi una velocità massima per costruzione superiore a 45 km/h;

c) tricicli, ossia veicoli a tre ruote simmetriche (categoria L5e) muniti di un motore con cilindrata superiore a 50 cm<sup>3</sup> se a combustione interna e/o aventi una velocità massima per costruzione superiore a 45 km/h.

3. Il presente decreto si applica anche ai quadricicli, ossia ai veicoli a motore a quattro ruote aventi le seguenti caratteristiche:

a) i quadricicli leggeri, la cui massa a vuoto è inferiore o pari a 350 kg (categoria L6e), esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici, la cui velocità massima per costruzione è inferiore o uguale a 45 km/h e

1) la cui cilindrata del motore è inferiore o pari a 50 cm<sup>3</sup> per i motori ad accensione comandata; o

2) la cui potenza massima netta è inferiore o uguale a 4 kW per gli altri motori a combustione interna; o

3) la cui potenza nominale continua massima è inferiore o uguale a 4 kW

per i motori elettrici. Tali veicoli sono conformi alle prescrizioni tecniche applicabili ai ciclomotori a tre ruote della categoria L2e salvo altrimenti disposto da una direttiva CE particolare.

b) i quadricicli diversi da quelli di cui alla lettera a), la cui massa a vuoto è inferiore o pari a 400 kg (categoria L7e) (550 kg per i veicoli destinati al trasporto di merci), esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici, e la cui potenza massima netta del motore è inferiore a 15 kW. Tali veicoli sono considerati come tricicli e sono conformi alle prescrizioni tecniche applicabili ai tricicli della categoria L5e salvo altrimenti disposto da una direttiva CE particolare.

(2) Il comma deve essere integrato e modificato secondo quanto stabilito dal D.M. 3 novembre 1194, in SOGU 5/12/1994 n. 284, Attuazione della Direttiva 93/93/Cee del Consiglio, del 29 ottobre 1993, relativa alle masse ed alle dimensioni dei veicoli a motore a due o a tre ruote, a seguito del quale:

Le dimensioni massime autorizzate dei veicoli a motore a due o tre ruote sono le seguenti:

- lunghezza: 4,00 m;

- larghezza: 1,00 m per i ciclomotori a due ruote;

- larghezza: 2,00 m per gli altri veicoli;

- altezza: 2,50 m.

La massa massima dei veicoli a motore a due ruote è la massa tecnicamente ammissibile dichiarata dal costruttore.

Le masse massime a vuoto dei veicoli a motore a tre o quattro ruote sono le seguenti:

veicoli a motore a tre ruote:

- 270 kg per i ciclomotori;
- 1000 kg per i tricicli (non sono prese in considerazione le masse delle batterie di propulsione dei veicoli elettrici);

veicoli a motore a quattro ruote:

- 350 kg per i quadricicli leggeri;
- 400 kg per i quadricicli diversi da quelli leggeri, destinati al trasporto di persone;
- 550 kg per i quadricicli diversi da quelli leggeri, destinati al trasporto di merci

Il carico utile dichiarato del costruttore per i veicoli a motore a tre o quattro ruote non deve essere superiore:

- a 300 kg per i ciclomotori a tre ruote;
- a 200 kg per i quadricicli leggeri;
- a 1500 kg per i tricicli destinati al trasporto di merci;
- a 300 kg per i tricicli destinati al trasporto di persone;
- a 1000 kg per i quadricicli diversi da quelli leggeri destinati al trasporto di merci;
- a 200 kg per i quadricicli diversi da quelli leggeri destinati al trasporto di persone;

I veicoli a motore a due, tre o quattro ruote possono essere autorizzati a rimorchiare una massa dichiarata dal costruttore che non deve essere superiore al 50 % della massa a vuoto del veicolo.



## 1. TARGA E DOCUMENTI

Attualmente per i ciclomotori e' prevista una targa personale ed un certificato di circolazione. Su quest'ultimo sono riportati i dati del proprietario, la targa, le caratteristiche tecniche del mezzo e l'eventuale omologazione al trasporto di un passeggero. Ambedue sono rilasciati contestualmente alla richiesta dell'interessato dall'Ufficio

Motorizzazione Civile del Dipartimento trasporti terrestri o un'agenzia di pratiche automobilistiche. Chi guida, invece, dev'essere munito del certificato di idoneita' alla guida del ciclomotore (il cosiddetto patentino) o della nuova patente AM rilasciata al posto del patentino dal 19/1/2013.



## 2. LE PRINCIPALI REGOLE

- il conducente e l'eventuale passeggero devono indossare e tenere saldamente allacciato un casco conforme alle normative comunitarie (sono escluse da questo obbligo le minicar e tutti i ciclomotori dotati di

carrozzeria chiusa o di cellula di sicurezza a prova di crash).

- il conducente deve avere libero uso delle braccia, delle mani e delle gambe, deve sedere in posizione corretta e deve reggere il manubrio con ambedue

le mani (con una mano solo se e' - l'eventuale passeggero deve essere seduto in modo stabile ed equilibrato, nella posizione determinata dalle apposite attrezzature del veicolo.

- e' vietato procedere sollevando la ruota anteriore;

- e' vietato farsi trainare da altri veicoli;

- e' vietato trasportare oggetti che non siano solidamente assicurati, che sporgano lateralmente rispetto all'asse del veicolo o longitudinalmente rispetto alla sagoma di esso oltre i cinquanta centimetri, ovvero impediscano o limitino la visibilità al conducente.

- se prescritto dalla patente o dal certificato di idoneità alla guida - per chi trucca un ciclomotore (o una minicar): sanzione da € 828 a € 3.313.

- per chi circola con un ciclomotore (o minicar) truccato: sanzione da € 413 a € 1.656.

- per chi circola con un ciclomotore (o minicar) privo di certificato di circolazione: da € 155 a € 621.

- per chi circola con un ciclomotore (o minicar) privo di targa: da 76 a 308 euro; con targa non propria: da € 1.833 a € 7.334; con targa illeggibile: da € 83 a € 331.

(importo sanzioni aggiornato al 1/1/2015)

In alcuni casi e' applicabile la sanzione accessoria del fermo amministrativo del ciclomotore:

necessario fare segnalazioni); (patentino), e' obbligatorio l'uso degli occhiali (o lenti a contatto) alla guida di un ciclomotore o di una minicar;

- sulle minicar, dal 30/7/2010, e' previsto l'obbligo di uso delle cinture di sicurezza e dei sistemi di ritenuta per bambini.

In tutti questi casi la sanzione pecuniaria applicabile varia da € 81 a € 326.

Inoltre:

- su ciclomotori e motocicli non possono essere trasportati bambini di età inferiore ai 5 anni (sanzione applicabile: da € 161 a € 646).

- per 60 giorni per chi guida senza libero uso delle braccia, delle mani o delle gambe, per chi guida sedendo in posizione scorretta o senza reggere il manubrio con le due mani, nonché per chi guida con la ruota anteriore sollevata;

- per 60 giorni per chi circola con un mezzo truccato;

- per 60 giorni per chi circola senza casco;

- per 60 giorni per il minorenne che trasporta altre persone;

- per 30 giorni per chi circola con un mezzo privo di targa o con targa non propria.



### 3.7 ANALISI UTENTE DI RIFERIMENTO

L'utente medio è giovane, il 60 per cento ha meno di 34 anni e l'80 per cento è sotto i 44 ed è tendenzialmente uno studente universitario o un libero professionista che fa della mobilità elettrica ed intelligente il suo punto di forza.

Le fasce orarie di maggior utilizzo tendenzialmente sono quelle che coincidono con i viaggi verso le università o i luoghi di lavoro, vanno dalle ore 6 alle 8 della mattina e dalle 16 alle 19.

La lunghezza media dei tragitti fatti è incirca 6.5 km - per una durata media in sella superiore ai 20-40 minuti.

Ovviamente questa tipologia di utenti, non è solo attenta al risparmio sul costo del carburante (per la ricarica della batteria da 0 a 100% si spendono circa 45 centesimi - calcolato sul costo medio di una ricarica notturna), ma sono alla ricerca di un mezzo affidabile e leggero e con una buona autonomia, per muoversi velocemente nel traffico cittadino.

Con un peso generali medio di soli 80 kg è molto utilizzato anche dal pubblico femminile confermando come il ciclomotore sia un mezzo potenzialmente utilizzabile da chiunque.





### 3.8 ANALISI CONTESTO DI RIFERIMENTO

Spostarsi in macchina a Milano e hinterland non è il massimo. Non lo è mai stato e mai lo sarà, al di là della frase fatta. La certezza di rimanere congestionati in colonne è quasi scientifica nelle ore di punta, dai raccordi delle tangenziali alle provinciali.

Per il TomTom traffic Index, Milano è 59esima al mondo, come posto "terribile" per il traffico (in testa, ovviamente, ci sono megalopoli come Città del Messico, Bangkok, Rio). Terza in Italia dopo Roma e Napoli (che peggiora), ma davanti a Torino (anch'essa peggiorata).

La formazione dell'indice è semplice: gli studi misurano, in percentuale, il tempo in più che si impiega nei percorsi cittadini rispetto a una situazione di carreggiate sgombre e scorrevoli. Nella città della Madonnina siamo in generale attorno al 29%, in piccolo ma significativo miglioramento dell'1% rispetto all'anno passato. Di notevole importanza invece sono i picchi di traffico alla mattina, dove si impiega fino al 59% del tempo in più mentre alla sera, il 52%.

"I dati di TomTom Index riconoscono comunque il grande miglioramento di Milano e rivoluzione in atto avvenuti negli ultimi 5 anni in termini di mobilità. Se nel 2010 era undicesima tra le città europee più congestionate, oggi è scesa in quarantesima posizione, dopo città virtuose come Colonia e Amburgo - commenta Pier Maran, assessore milanese alla Mobilità.

L'analisi dell'Inrix è impietosa, nonostante i piccoli passi in avanti fatti dalla città meneghina: Milano è nelle 10 città europee dove si perde più tempo all'anno nel traffico, quasi 52 ore. Un'eternità. Non solo: tra i corridoi europei più intasati, oltre all'area intorno

ad Amsterdam, ci sono gli snodi autostradali milanesi. 12 delle 20 strade più congestionate dello Stivale sono nei pressi di Milano.

Tra viale Certosa (allacciamento A8) e la Tangenziale Nord si perdono, al venerdì sera, 38 ore all'anno; tra la Brianza e l'allacciamento A8, al lunedì mattina, quasi 30 ore.

La media annuale del PM10 nel 2018 a Milano, è stata di 33 microgrammi/mc, ampiamente sotto la soglia dei 50 microgrammi/mc, superata solo nei mesi di gennaio, febbraio, ottobre e dicembre.

Osservando i quadrienni la progressione è stata continua: 52,5 (media anni 2003, 2004, 2005, 2006), 45 (media anni 2007, 2008, 2009, 2010), 40,7 (media anni 2011, 2012, 2013, 2014), 37,5 (media anni 2015, 2016, 2017, 2018).

Nel 2018 le giornate di superamento del limite giornaliero di 50 microgrammi/mc di PM10 sono state 79, quando il numero limite fissato dall'Europa è pari a 35 giornate annue di superamento. Il dato del 2018 è minore rispetto all'anno 2017 (97) e il terzo migliore dal 2002. Ma la progressione è ancora lenta e distante dall'obiettivo, che procedendo di questo passo raggiungeremo solamente fra 20 anni, nel 2038.

Per quanto riguarda il biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>) si stanno registrando miglioramenti. La massima media annuale sulle 5 stazioni di rilevamento di Milano di biossido d'azoto nel 2018 è risultata pari a 59 microgrammi/mc, il valore più basso rilevato dal 2002 ma ancora al di sopra del valore limite di 40 microgrammi/mc indicato dall'Europa.



### 3.9 L'IMPATTO AMBIENTALE DEI CICLOMOTORI E MOTOCICLI

I ciclomotori e i motocicli hanno una responsabilità non trascurabile nell'inquinamento atmosferico e acustico delle nostre città.

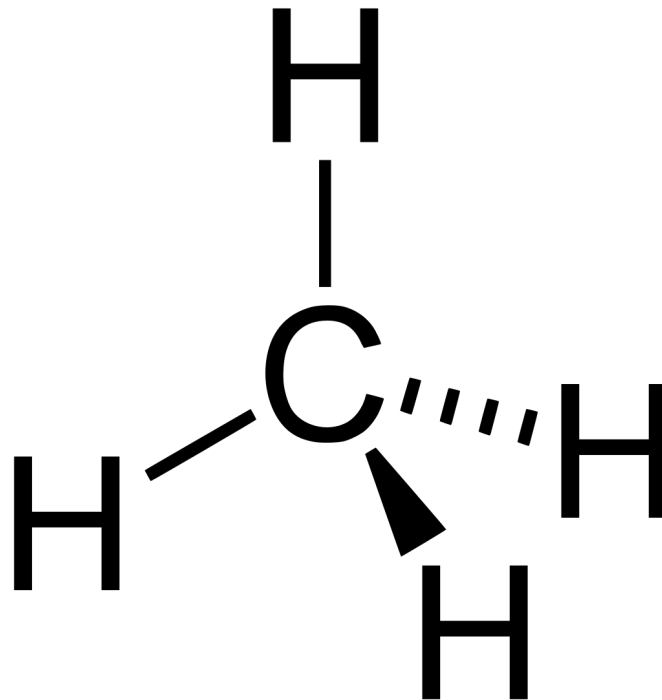
I principali inquinanti emessi dai veicoli a due ruote sono quindi il monossido di carbonio, CO e gli idrocarburi, HC (o composti organici volatili, COV), che vengono emessi dalle combustioni incomplete. Queste emissioni sono superiori a quelle di certe automobili

con motori certificati di ultima generazione (i diesel euro 6.2), a causa della bassa efficienza dei motori a due tempi e dell'assenza di dispositivi per la riduzione degli scarichi.

In particolare nel 1995, secondo uno studio dell'ENEA, i ciclomotori e i motocicli sono stati responsabili del 17,8% delle emissioni di COV in Italia (con previsione del 30% nel 2010).

#### 1 MONOSSIDO DI CARBONIO

È un gas invisibile e senza odore dovuto al 90% alla combustione negli autoveicoli. È un inquinante locale la cui presenza può variare in modo molto sensibile da luogo a luogo della città a seconda delle condizioni del traffico, di quelle meteorologiche e dalla distanza da fonti di emissione. Esso si combina con l'emoglobina nel sangue disturbando l'ossigenazione dei tessuti, dei muscoli e del cervello. A concentrazioni di 20-40 mg/m<sup>3</sup> può causare disturbi nelle funzioni del sistema nervoso centrale (capacità visiva, cognizione del tempo), riduzione della prestanza fisica e, per i malati cardiovascolari, il rischio di disturbi (attacchi cardiaci e disturbi circolatori) aumenta in modo inequivocabile.



## 2 GLI IDROCARBURI

Si tratta di composti di idrogeno e carbonio, incombusti, alcuni dei quali sono conosciuti per i loro effetti tossici e cancerogeni. Per il loro potenziale cancerogeno, destano particolare allarme gli idrocarburi aromatici (come il benzene, ufficialmente riconosciuto come cancerogeno per l'uomo dallo

IARC, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) e i policiclici aromatici (come il benzopirene). I dati dell'ITN (Istituto Tossicologico Nazionale) rivelano che su 1.000 casi di leucemia riscontrati in Italia, da 3 a 50 sono attribuibili ad alti livelli di benzene.

## 3 INQUINAMENTO ACUSTICO

Gli effetti del rumore sull'uomo sono molteplici e dipendono dall'intensità e dalle modalità dell'esposizione. Un rumore inferiore a 35 dBA non produce effetti di disturbo.

Se il livello sonoro è compreso tra 36 e 65dBA, si è in presenza di un rumore che disturba e affatica, capace di provocare reazioni di allarme ed effetti di tipo psichico e neurovegetativo. Se il rumore è compreso nella fascia 86 e 115 dBA produce disturbo psichico e psicosomatico, nonché effetti dannosi a carico dell'organo dell'udito. Oltre 116 dBA è da considerarsi sempre molto pericoloso.

In Italia, a differenza di molti altri Paesi europei, non è in vigore alcuna normativa per il controllo dell'inquinamento atmosferico prodotto dai veicoli a due ruote, ma solo alcuni limiti validi al momento dell'omologazione.

## 4 ELETTRICO VS TERMICO

Recenti studi sul campo della mobilità elettrica, realizzati dall'Università norvegese di Trondheim (NTNU) dimostrano che già oggi i veicoli elettrici, rispetto ai veicoli con motore endotermico, possono contribuire a ridurre l'impatto ambientale dovuto alle emissioni di gas serra in atmosfera.

Lo studio norvegese ha preso come base di studio un veicolo elettrico che percorre in media nella sua vita 150.000 chilometri e ne ha dedotto che l'impatto sull'emissione di gas serra, se ricaricato con energia elettrica prodotta con l'attuale mix di fonti primarie europeo, è minore del 20-24% rispetto alle emissioni di tipo climalterante prodotte da un'auto a benzina e del 14-10% rispetto alle emissioni dello stesso tipo prodotte da un motore diesel.

Lo studio prosegue inoltre andando a confrontare un ipotetico veicolo elettrico con uno a benzina e diesel ( di uguali caratteristiche).

Le profonde differenze tecniche tra un veicolo elettrico ed uno con motore a scoppio influiscono, e di molto, sui i costi dei due tipi di veicoli.

In un veicolo tradizionale, il costo dell'intero powertrain costituisce circa il 20 - 25% del costo dell'intero veicolo. Il costo del solo powertrain viene così

ripartito: motore 35-40%; trasmissione 20-25%; organi ausiliari circa 20%; costo dell'impianto di scarico circa 10% ed il restante 10% circa per altro.

In un veicolo elettrico, il costo dell'intero powertrain costituisce circa il 10-20% del costo dell'intero veicolo (in termini percentuali il 50% in meno rispetto al veicolo tradizionale), così ripartito: costo del motore 30-40%, inverter 40-50%; trasmissione 10% ed il restante 10% circa per unità di controllo, convertitore di ricarica e impianto di raffreddamento. Il pacco batteria, il "serbatoio" di un veicolo elettrico, ha un costo che incide tra il 35 e il 50% ,ovvero circa 3 volte il costo dell'intero powertrain, circa 6 volte il costo del motore". In sostanza: in un'auto elettrica il motore costa poco, mentre il serbatoio è costosissimo. Anche da smaltire.

E' pero importante sottolineare che un veicolo elettrico, proprio grazie alla semplicità del powertrain, abbatte i costi di manutenzione. Niente olii da cambiare e smaltire, niente filtri che si sporcano, né organi meccanici da registrare (tipo gioco valvole), minore usura dei freni grazie alla frenatura a recupero.



### 3.10 I CICLOMOTORI DI RIFERIMENTO NEL 2019

Di seguito verranno presentati i modelli di riferimento e più popolari del 2019.

#### **ASKOLL ES2**

Questo modello è ideale per la città, tollera bene le distanze medie e fa comodamente più di 5 km al giorno. Il motorino è leggero e ha una velocità massima di 45 km/h con un'autonomia anche superiore agli 80 km, grazie alle due batterie agli ioni di litio che

possono essere ricaricate a qualunque presa elettrica o estratte dal vano e caricate al caricabatterie. Il peso di ogni batteria è di circa 8 kg e la ricarica completa richiede circa 3 ore. Il prezzo è di 2.990 euro.

#### **YAMAHA EC-03**

Non sono molte le case di prima fascia che hanno deciso di puntare sugli scooter elettrici. Tra queste però c'è Yamaha, che con EC-03 porta in strada un motorino leggero e dal design minimale sostenuto da una batteria da

50 V agli ioni di litio ad alta densità e un motore elettrico brushless che consentono di andare in modalità standard ad una velocità massima di 32 km/h e in modalità Power fino a 45 km/h. Il prezzo è di 2.490 euro.

## PEUGEOT 2.0 GenZe

Una delle novità del 2018 è il motorino costruito da Peugeot in collaborazione con GenZe. Come un normale 50 cc, ha una velocità massima di 45 km/h, e una autonomia da 50 km circa. Anche questo modello pesa meno di 100 kg e ha una batteria estraibile da poter

ricaricare a casa in 4 ore. Il cruscotto è interamente digitale, e tramite una app si può scegliere la modalità di guida. Il mezzo è stato pensato per uso professionale in città o per equipaggiare flotte di scooter sharing. Il prezzo è di 4.200 euro.

## UJET

Ultraleggero e pieghevole, telaio in leghe leggere e fibra di carbonio con tecnologia aerospaziale, nanotubi di carbonio a rinforzare i pneumatici, connettività a 360 gradi, batterie

estraibili che diventano un trolley. Sarà in vendita entro l'anno ad un prezzo di 8.700 euro per la versione con autonomia di 70 km e 9.900 per quella da 150 km.



Askoll  
I am electric





U  
UJET



PEUGEOT  
SCOOTERS





Target



0.00.0

0,

100



## 4. BRIEFING

Dopo aver accumulato tutto il materiale tramite la ricerca effettuata in diversi campi, è finalmente arrivato il momento di chiudere il cerchio, analizzando i fattori chiave, da tenere in stretta considerazione durante la fase di progettazione.

Questo tipo di approccio, è di vitale importanza per avere un'idea chiara di quale sarà il percorso da intraprendere durante la fase progettuale, riuscendo

così a valorizzare tutte le idee, gli spunti o solo le ispirazioni che stanno iniziando a nascere.

Dopo la fase di mappatura ed analisi delle informazioni raccolte, esse verranno rielaborate al fine di ottenere un brief di progetto chiaro ed utilizzabile durante la fase di concept, per arrivare ad ottenere un progetto in linea con le aspettative e coerente con i dati raccolti.

### 4.1 SINTESI DELLA RICERCA

E' giunto il momento di tirare le somme e ricapitolare brevemente i risultati della ricerca effettuata.

Per far ciò, ho deciso di suddividere la ricerca in 6 componenti principali:

1. Utente

2. Contesto

3. Utilizzo

4. Stile

5. Materiali

6. Prezzo



## 1 UTENTE

La prima cosa da fare è sicuramente quella di andare a definire l'utenza per la quale si andrà a progettare: L'utente scelto è un pendolare ( studente o lavoratore ) che utilizza il ciclomotore per spostarsi e che ovviamente, punta ad avere la massima performance ( inteso non come prestazione assoluta ma come rapporto tra le sue necessità e le caratteristiche del mezzo), senza scendere a compromessi sulla qualità e sulla funzionalità del prodotto.

Ovviamente è un utente molto attento al prezzo, costi di gestione ed al mantenimento del veicolo, ragione per cui particolare attenzione andrà presta in termini di ottimizzazione dei costi in fase di progettazione.

Questo orienterà lo sviluppo in una direzione precisa, e permetterà senza dubbio di osare di più su alcune scelte progettuali.



## 2 CONTESTO

Il contesto è sicuramente quello cittadino (durante la ricerca progettuale è stato preso come riferimento la città di Milano), da tenere in massima considerazione sarà l'obiettivo di contribuire ad una mobilità sostenibile, limitando i consumi, senza però andare ad intaccare l'autonomia del prodotto.

Dei fattori chiave su cui puntare saranno inoltre l'agilità e la maneggevolezza nel traffico, come valida soluzione per spostamenti veloci ed economici, senza rimanere bloccato nelle interminabili code milanesi di fine ed inizio giornata.



### 3 UTILIZZO

Il ciclomotore verrà sicuramente utilizzato come mezzo di spostamento verso e da università e posti di lavoro e ciò sicuramente influenzerà la progettazione che dovrà tenere conto di una discreta versatilità del mezzo per rispondere alle esigenze degli utenti.

Per rispettare le attese degli utenti dovrà essere anche molto leggero, dotato di autonomia sufficiente a coprire l'andata e il ritorno presso il luogo desiderato e la ricarica della batteria dovrà avvenire comodamente ed in tempi brevi.



#### 4 STILE

Ago della bilancia che decreta il successo o meno di un progetto è la sua estetica. In questo caso l'estetica dovrà essere accattivante, in linea con quanto il mercato propone nel 2019, ma sufficientemente caratterizzante in modo tale da poterlo rendere ben identificabile e riconoscibile. Fattore

chiave sarà inoltre mantenere il progetto, fedele alle sue origini: un veicolo leggero, facile da utilizzare, adatto a tutti ed estremamente versatile ed affidabile ma soprattutto strutturalmente semplice quanto una bicicletta.



## 5 MATERIALI

Durante la progettazione, si dovrà tenere conto dell'utilizzo cittadino del mezzo, questo andrà ad sicuramente ad inficiare sulla scelta dei materiali, che dovranno essere facilmente sostituibili, resistenti all'usura ed alle intemperie ed anche customizzabili per soddisfare al meglio le esigenze dei consumatori. I materiali scelti dovranno dare un vantaggio " tecnico" sulla concorrenza in termini in prezzo e di

leggerezza, rispettando ovviamente le caratteristiche volute dallo stile e dai vincoli strutturali.

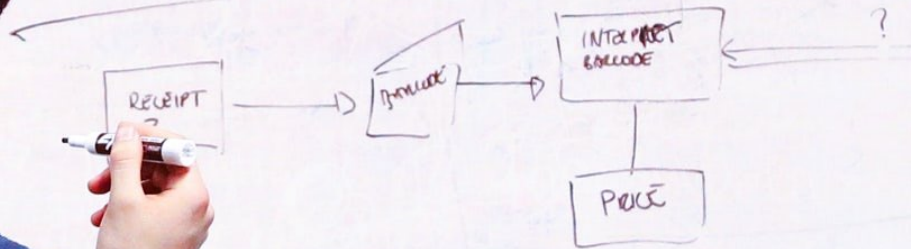
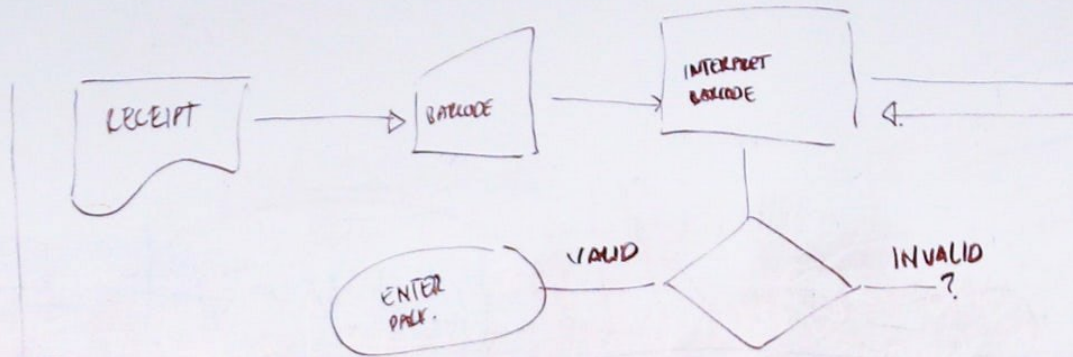
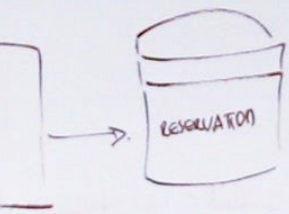
Questa scelta dovrà inoltre tenere conto delle problematiche ambientali, attraverso l'utilizzo di materiali altamente riciclabili e con basso impatto ambientale.



## 6 PREZZO

Il prezzo è il punto chiave del progetto. Strettamente correlato all'utilizzo di materiali adatti, dovrà garantire un vantaggio sulla concorrenza tale per cui, il progetto non verra solo scelto per

il suo design accattivante e le caratteristiche tecniche, ma per l' sua offerta, pari o superiore di tutti gli altri ciclomotori presenti sul mercato, ma ad un prezzo decisamente inferiore.





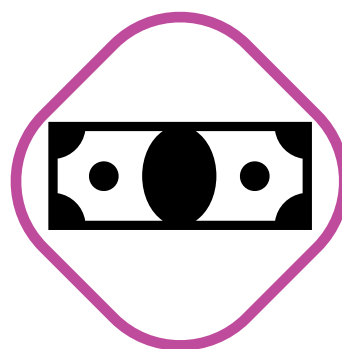
## 5. BRIEF - LE FONDAMENTA DEL PROGETTO

Per la formulazione del brief di progetto, andranno tenute in considerazione tutti gli spunti sintetizzati nelle pagine precedenti formulando idee e possibili soluzioni. Il brief indicherà un progetto orientato verso un utente giovane e pendolare, che utilizza il ciclomotore per spostamenti privati e da e verso le università o i posti di lavoro. Per essere un ciclomotore veramente competitivo sul mercato, nonché veicolo di una rivoluzione della mobilità sostenibile sempre più concreta, non dovrà superare i 700 euro di costo.

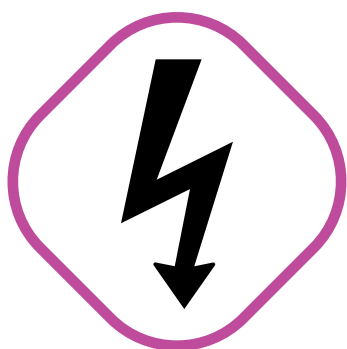
Estremamente leggero e maneggevole, dovrà garantire un'autonomia in linea o superiore alla concorrenza e dovrà essere adatto non solo all'utenza di riferimento ma a chiunque ne voglia usufruire.



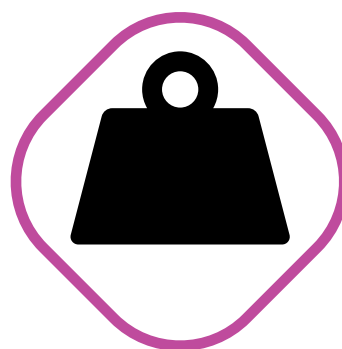
VEICOLO AGILE



BASSO COSTO DI VENDITA



VEICOLO ELETTRICO



BASSO PESO



## 5.1 CONCEPT

La fase di concept è stata particolarmente incentrata su tre aspetti principali: il primo è stato capire l'idea e gli intenti progettuali dietro il ciclomotore per definizione, il Ciao della Piaggio, per poter sviluppare un progetto attuale ma che non snaturi la sua stessa definizione.

Il secondo aspetto principale su cui si è lavorato, è stato capire il mercato di riferimento, analizzando dimensioni di massima, dotazioni e proporzioni dei

principali modelli più venduti nel mercato di ciclomotori e scooter elettrici nel 2019. Il terzo ed ultimo cruciale aspetto su cui è stata focalizzata l'attenzione "progettuale" è stata l'intuizione di puntare sull'utilizzo di materie plastiche per la realizzazione del telaio portante ed ovviamente sul metodo di produzione adeguato allo scopo, in modo tale da ottenere quel vantaggio in termini di peso e costo, nei confronti della diretta concorrenza.



## 5.2 IL PIAGGIO CIAO

Il Piaggio Ciao è stato uno dei ciclomotori più venduti in Italia. Fu prodotto dalla Piaggio dal 1967 al 2006.

Progettato da un'equipe capeggiata dall'ingegner Bruno Gaddi, sin dalla sua presentazione si è particolarmente distinto per la semplicità meccanica.

L'avviamento avveniva tramite pedali dapprima molto simili a quelli di una bicicletta, in seguito fatti di metallo ricoperto di ABS nero. Dotato di un telaio semplice in lamiera d'acciaio, le cui forme richiamavano le biciclette da

donna del tempo e al cui interno era ricavato anche il serbatoio del carburante (2,8 litri di capacità), era dotato di impianto frenante a tamburo e divenne in breve tempo un veicolo di successo al pari dell'altra famosa creazione della casa, la Vespa. Nella progettazione, si era cercato di ridurre al minimo i costi e di contenere il peso (inferiore a 40 kg, a secco); tutto era improntato alla massima semplicità, a partire dall'impianto delle sospensioni anteriori a biscottino.

Per quanto riguarda il posteriore, la sospensione era addirittura inesistente e il comfort per il guidatore era affidato a delle molle sottostanti al sellino.

Queste scelte tecniche resero possibile, in data 11 ottobre 1967, presentarlo al pubblico al prezzo di listino di sole 54.000 lire (Versioni C7N e C9N), 59.000 lire (versioni C7E e C9E) e 61.000 lire (versioni C7V e C9V). Per fare un paragone, una Vespa 50 Special nel 1969 costava 132.000 lire, più del doppio della versione più accessoriata del Ciao·Uno dei suoi punti di forza era certamente il peso irrisorio, oltre al ridotto consumo di carburante pari a circa 50 km/l, che gli permettevano una percorrenza di oltre 140 km con un pieno; Altre caratteristiche di successo furono il gancio porta-borsa, il portapacchi posteriore, l'antifurto di tipo bloccasterzo e la possibilità d'essere impiegato anche come bicicletta semplicemente sbloccando il mozzo posteriore premendo un perno.

Durante i quasi 40 anni di produzione, con 3 milioni e mezzo di esemplari, il Ciao è stato il ciclomotore italiano più

venduto nel mondo conservando fino all'ultimo giorno, la sua classica linea.

Sardomobile era il termine metaforico con il quale, negli anni settanta, veniva definita l'automobile in una campagna pubblicitaria della Piaggio.

In quegli anni, molti erano ancora i sostenitori della supremazia del mezzo a due ruote per la mobilità autonoma urbana ed extraurbana che, con il termine "sardomobili", intendevano sottolineare il grande senso di libertà della moto, in rapporto al viaggiare in auto tra anguste pareti di lamiera, quasi come sardine in scatola.

Tale definizione venne introdotta in una fortunata e martellante campagna pubblicitaria della Piaggio che, tra i diversi slogan, recitava: "Le sardomobili hanno cieli di latta. Liberi chi Ciao".

Il termine ebbe grande diffusione, soprattutto tra i giovani motociclisti, e rimase in uso fino agli anni ottanta, quando le maggiori dimensioni interne delle automobili utilitarie prodotte in quel decennio resero meno significativa la condizione di "inscatolamento" degli occupanti.



### 5.3 I COMPETITORS SUL MERCATO

La tabella qui riportata, sviluppata durante lo stage effettuato presso la G.P.di Giuseppe Ghezzi, prende in esame 14 modelli differenti di scooter e ciclomotori.

Lo studio effettuato è stato focalizzato su 6 macro categorie caratteristiche (Informazioni generali, parametri del veicolo, parametri sulla trasmissione, parametri sulle performance, parametri elettrici e requisiti particolari), con lo scopo di analizzare i punti di forza e le principali dotazioni tecniche e strutturali dei competitors, con lo scopo di allineare il progetto alle performance medie richieste attualmente sul mercato.

Analizzando i dati, possiamo notare alcuni aspetti interessanti quali: la maggioranza dei modelli presi in esame, montano un propulsore elettrico integrato nella ruota posteriore ( dicitura *“em on wheel”* ), detta tipicamente motoruota.


Le dimensioni di massima invece si aggirano nel range tra i 2200 -1500 mm per la lunghezza, tra gli 880 e i 600 mm per la larghezza e tra i 1300 e i 1000 mm per l'altezza da terra.

L'altezza della sella da terra invece si aggira tra gli 840 -720 mm da terra.

Il peso invece ha un range molto più alto che comunque non supera i 150 kg fino ad arrivare ai 56 kg di peso a secco del Yamaha ec-03 ( valore da tenere in notevole considerazione in fase di progettazione).

In generale se non in pochi casi, le batterie non sono estraibili per la ricarica, ciò *“costringe”* a cercare colonnine di ricarica o a ricaricare le proprie batterie in box, qualora ne fosse provvisto. Per aumentare l'ergonomia del mezzo, questa problematica sarà considerata attentamente in fase di progettazione.

Analizzando invece l'autonomia, ad una velocità di 40 km/h, si può notare come i casi presi in esame siano più o meno tutti allineati attorno ai 150-80 km (qui è importante considerare che in alcuni casi tale autonomia è stata raggiunta tramite l'utilizzo di due batterie).

	VEHICLE COMPARISON SHEET					
	Nuova Proposta	Cargo Scooter update 28-05-2018 (3W)	Cargo Scooter update 25-05-2018	Askoll Es3	Govecs GO! T2.4+	Vmoto E-Max V-120LD
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
retail price		tbd	tbd	2,7K - 3,5K	6K ca.	7K ca.
sales market		Europe / Asia	Europe / Asia	Europe	Europe / US / AU	Europe / AU
approval		UE 168/2013	UE 168/2013	UE 168/2013		
frame layout		flat platform	semi flat platform	flat platform	tunnel	tunnel
powertrain layout	em on wheel	QS motor swingarm	QS motor swingarm	brushless em	brushless em	em on wheel
battery swappable	removable					
charger on board	no, portable battery charger					
<b>VEHICLE PARAMETER</b>						
Body dimensions (mm) L W H						2020 - 720 - 1280
weight (Kg) total / front / rear		110 50/60	130	88 (78 ES1)	120	150
weight (Kg) WD total / front / rear		185 73/112				
sag (mm) WD front / rear		25 /25	25 /25			
wheelbase (mm)	1280	1400	1400	1245	1330	1385
caster angle (°)			22			
offset (mm)			30			
trail (mm)		45	71			
swingarm length (mm)		485	485			
front wheels stroke (mm)		110	90			
rear wheel stroke (mm)		110	120			
front tyre dimension		110/90 - 13 (d.510)	110/70 - 14 (d. 510)	80/80 - 36"	130/60 - 13	130/60 - 13
rear tyre dimension	90/80 r 16	130/70 - 12 (d.487 r=243)	130/70 - 12 (d.487 r=243)	90/80 - 36"	130/60 - 13	130/60 - 13
front wheel size	16		3 x 12			
rear wheel size	16		3,5 x 12			
tyre pressure front / rear (bar)			2,4 / 2,8			2,8
front brake, diameter (mm)			260	220		
rear brake, diameter (mm)			220	140 (tamburo)		
driver seats height (mm)		780	760	760	790	
driver seats height WD (mm)		755	745			
battery box dimension						
battery weight				7,5 x 2	32	54
minimum ground clearance		165	150			
minimum ground clearance WD		140	135			
<b>TRANSMISSION PARAMETER</b>						
transmission system		belt single stadium	belt single stadium	cinghia	cinghia	
final gear reduction		4,7:1	4,7:1			
total gear reduction						
sprocket						
wheel sprocket						
belt type			gates GT3 1224 8MGF22			
<b>PERFORMANCE PARAMETER</b>						
nominal engine power (KW) @ rpm		2	2 / 3	3,3	1,8	
nominal engine torque (Nm) @ rpm				130	54	
peak engine power (kW) @ rpm					4	4
peak engine torque (Nm) @ rpm						
battery capacity (kWh)			2 / 4	2,8 (2 pacchi) 20 Ah	2,88	4,9
range (km) @ V 40 Km/h				96 UE	60 - 100	120 - 150
ciclo misto SAE J2982 (89 km/h) (km)						
max speed (km/h)			45 / 75	67 ca.	62	65
acceleration 0 - 50 Km/h (sec)				5,8	12 ca. (45km/h)	
acceleration 0 - 100 Km/h (sec)				10,73		
hill climb ability, 10%=6° (km/h)						
hill climb ability, 20%=11° (km/h)						
hill climb ability, 30%=17° (km/h)						
climbing starting (< %)						
curb climbing (mm)						
<b>ELECTRIC PARAMETER</b>						
nominal voltage (V)		72	72	54	72	48
battery specification				2 pacchi 54V 20Ah		2 pacchi 48V 52Ah
<b>SPECIAL REQUIREMENT</b>						
front cargo ability (kg)		45	35			
rear cargo ability (kg)		120	100		180	160
total cargo ability (kg) driver + cargo		240	210	160	150 + 180	247

Gogoro 1	Gogoro 2	Niu N series	Niu M series pro	ME I1	Torrot Muvi (2018-19)	Yamaha EC-03	Honda SH 125i TERMICO
		2,8K	2K	4,7K	3,8K	2,9K	3,4K
Taiwan	Taiwan	Europe / Asia	Europe / Asia	Europe	Europe	Europe / Asia	Europe / Asia
flat platform	flat platform	flat platform em on wheel	flat platform em on wheel	(made in SMC) brushless em removable	tubular brushless em removable		tubular 4T Thermic Motor //
1730 - 690 - 1215	1880 - 670 - 1090	1800 - 700 - 1130	1640 - 657 - 1099	1800 - 665- 1310	1855 - 680 - 1025	1565 - 600 - 990	2034 - 740 - 1158
112	122	95	59	90 (w/ battery) - 79 (w/o)	85	56	136,9
1230	1306	1280	1150	1300	1290	1080	1340 26
					96		
100/60 - 12	100/80 - 14	90/90 - 12		120/70 - 12	90/80	60/100	100/80
110/60 - 12	110/70 - 13	120/70 - 12		120/70 - 12	90/80	60/100	100/80
		2,15 x 12		12"	16" x2.15	12"	16 x 2.5
		3,50 x 12		12"	16" x2.15	12"	16x2.5
2,2 / 2,5	2,3 / 2,75						
205	220	220		180	220	95 tamburo	240
162	180	180		190	190	150 tamburo	240
790	770	740	718	790	810	745	799
		308 - 183 - 144	255 - 176 - 158				
9	9	10	8,3	12	//	//	//
		145	126				
cinghia Gates GT carbon	catena				belt HTD 1:5		CTV
6,4 @ 3250	6,4 @ 3000	1,5	1,2	1,5	2,5	1,4 @ 2550 rpm	9 @ 8500 rpm
25/161 Nm @ 0-2250 rpm	20/205 Nm @ 0-2500 rpm	2,4	2	2,5	35	9,6 - 280 rpm	11.5 @ 7500 rpm
		25/120 Nm	110				
approx 100Km	approx 110 Km	80 (@20 km/h)	58 BU (100 @20 km/h)				
95	90	45	45	45	45 -60	//	//
4,2	4,3 sec			3 ( 0-30 km/h)	nd	//	//
70 km/h (S)	60 km/h						
50 Km/h (S)	40 Km/h						
40 Km/h (S)	30 Km/h						
		15	15				
		60	48	48	2x 48	50	//
		60V 29Ah	48V 32Ah - caricatore: 181-84-42,5		25 Ah	15 Ah	//
		155	100	200	//	//	

## 5.4 L'USO DELLE MATERIE PLASTICHE

L'ipotesi di considerare l'utilizzo di materie plastiche per la realizzazione del progetto, è nata dalla volontà di coniugare un prezzo sul mercato estremamente competitivo e notevolmente più basso della concorrenza con un peso veramente ridotto, in modo tale da ottenere performance superiori (maneggevolezza del veicolo e autonomia) a parità di powertrain.

Dalla la ricerca progettuale svolta, sono emersi casi interessanti di scocche di veicoli realizzati in materiali polimerici e principalmente realizzati mediante la tecnica dello stampaggio rotazionale (o anche detto Rotostampaggio).

Il caso più interessante riguarda il prototipo presentato dal gruppo Total, una macchina elettrica, il cui telaio è stato realizzato in materiale polimerico.

il telaio principale rotostampato, è stato concepito con la filosofia del "pezzo unico" sui cui saranno costruiti tutti gli altri elementi (ad esempio batterie, porte, ruote, ecc.). Il design della vettura si basa su due posti con tre ruote (una visione sempre più diffusa tra i gradi costruttori di auto, sul tema della mobilità sostenibile) ed è stata presentata durante la fiera IAA. Questa concept car non prefigura un'auto di produzione "Total". Non è di

questo che si tratta. L'obiettivo è quello di fungere da vetrina tecnologica per il gruppo e allargare i limiti delle materie plastiche.

La parte rotostampata ottimizzata con l'assistenza della Queens University di Belfast, è prodotta con un'esclusiva struttura a sandwich a tre strati composta da una combinazione di schiume poliuretaniche e PLA. Lo strato di schiuma può essere adattato a spessori che vanno da 10 mm a 100 mm.

L'esclusiva struttura a sandwich consente l'equilibrio e la combinazione ottimizzati di proprietà leggere e meccaniche.

Il peso complessivo delle parti rotostampate è di soli 85 kg, mentre in una costruzione con telaio metallico questo peso sarebbe di circa 300 kg.

Sono stati inoltre sviluppati test specifici per determinare la resistenza meccanica delle parti rotostampate con una prova di carico ciclico utilizzando 2000 kg di calcestruzzo. Il carico è stato applicato cinque volte a bassa velocità e sono state osservate pochissime deformazioni e non sono state rilevate fratture.

Il ciclo di rotomolding è di circa 1 ora e mezza.











## 6. PROGETTO MERCURIO

Nelle pagine seguenti verranno illustrati i risultati della progettazione di un ciclomotore innovativo, che vuole farsi strumento per una mobilità sostenibile sempre più concreta, recuperando quel concetto di “veicolo come chiave di una rivoluzione sociale”, di cui si fece ambasciatore il Ciao, durante gli anni '70-'80 del Novecento. In questo capitolo affronteremo la descrizione generale del progetto, concentrandoci sulla spiegazione degli aspetti funzionali del progetto.

### 6.1 DESCRIZIONE GENERALE

Mercurio è un ciclomotore elettrico. Nato dalla volontà di promuovere il mondo della mobilità ecosostenibile, Mercurio trae ispirazione dal ciclomotore che fu emblema di una generazione, e che ancora oggi, continua ad essere un riferimento per design e soluzioni tecniche in campo motociclistico. La vision dietro alla quale questo progetto è stato sviluppato è stata quella di realizzare un ciclomotore estremamente leggero ed economico, adatto ad un ambiente cittadino e per ciò anche estremamente versatile. Con un ingombro generale tra i più bassi della categoria (L 1875 mm / P 920 mm / H 1188 mm ), Mercurio si pone come valida soluzione al traffico selvaggio nelle grandi città.

La scelta di puntare sull'utilizzo del P.E. ad alta densità per la produzione del telaio principale, conferma la volontà di realizzare un mezzo che abbia l'agilità, il peso e il prezzo di una bicicletta ma che allo stesso tempo, non rinunci alla

Saranno inoltre illustrati i componenti principali tra i quali il telaio in P.E. ad alta densità rotostampato ,e verranno forniti dettagli sui metodi produttivi impiegati.

Mercurio, figlio di Zeus, messaggero degli dei spesso rappresentato con le ali ai piedi . Simbolo di velocità e agilità nella mitologia Classica, non poteva che essere l'ispirazione perfetta per questo progetto.

comodità, stile e potenza di un ciclomotore.

Il look del ciclomotore è stato voluto decisamente aggressivo e dinamico, in accordo con i canoni estetici dettati dal mercato attuale.

La linea decisa e pulita di Mercurio, contribuisce a creare un nuova idea di ciclomotore, creando uno strappo con il passato.

Distante dal concetto di “una banale bicicletta motorizzata”, Mercurio infatti strizza l'occhio alle categorie superiori, come si può ben notare dal codino altro e molto rastremato e dal frontale decisamente accattivante ed aerodinamico.

La Comodità dei suoi utenti, è stata messa al centro del progetto Mercurio, sviluppando soluzioni altamente ergonomiche: ad esempio, la batteria è singola e facilmente estraibile, in modo tale da poter essere ricaricata in università o sul posto di lavoro, senza limitare in nessun modo chi guida.

## 6.2 INTERAZIONI CON L'UTENTE

In questo paragrafo si vuole spiegare il funzionamento del progetto Mercurio, enfatizzando quelle che sono gli aspetti di usabilità del ciclomotore.

Nello specifico mediante l'utilizzo di uno storyboard, verranno visualizzati gli step

principali dell'interazione utente - Mercurio.

Lo scopo dello storyboard è quello di illustrare una giornata tipo dell'utente nel traffico milanese.

### Step 1

Il primo step è quello in cui, l'utente inserisce la batteria nel suo Mercurio parcheggiato, prima di partire.

Prima di tutto attraverso la chiave in dotazione, sblocca la serratura dell'apposito sportellino, ed una volta aperto inserisce la batteria.

Una volta chiuso lo sportellino e bloccato in posizione di sicurezza con la chiave, l'utente è pronto a mettere in moto il ciclomotore ed a partire ( una volta sollevato il cavalletto).

### Step 2

Le prestazioni di Mercurio, unite al suo ridotto peso (60kg) e ingombro, permettono di passare agilmente tra le code chilometriche del traffico meneghino mattutino e serale.

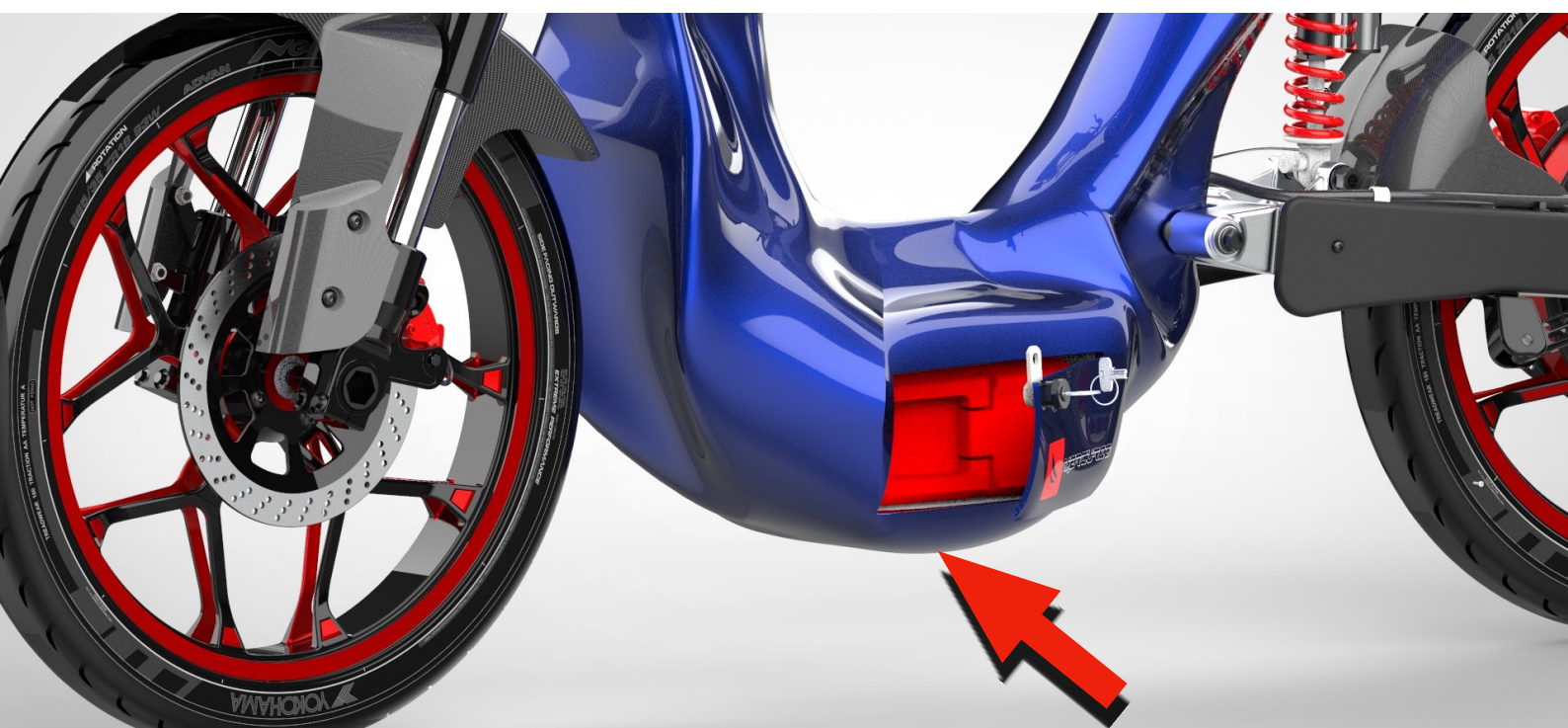
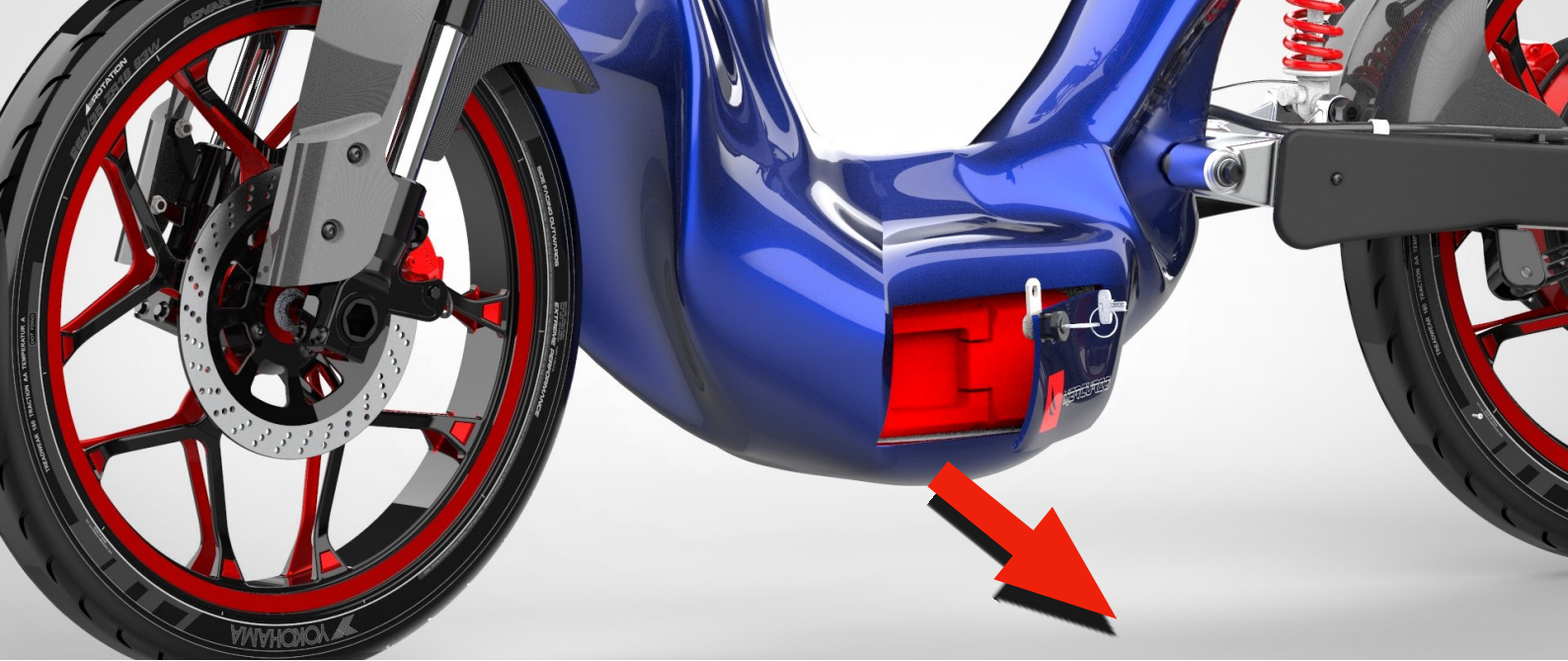
Il powertrain elettrico posto direttamente nella ruota posteriore che conta sulla

potenza di 4Kw, permettono a Mercurio di sfrecciare velocemente verso il luogo di destinazione con il comfort più assoluto e senza emettere rumore o emissioni inquinanti.

### Step 3

Una volta giunto a destinazione e spento il ciclomotore, l'utente estrae la batteria che può essere comodamente ricaricata in un qualsiasi ufficio o università.

Il cavalletto è posto direttamente sul forcellone posteriore, per limitare al minimo il suo ingombro e facilitare le operazioni di "parcheggio" del ciclomotore.





Neova

ADVAN

AD97

ROTATION  
250/25 25/18 23W

SIDE FACING OUTWARDS

EXTREME PERFORMANCE

YOKOHAMA

AA  
72

WEAR 180 TRACTION AA TEMPE



## 7. ANALISI TECNICA

### CARATTERISTICHE TECNICHE

<b>GAMMA COLORI</b>	ARTIC BLUE // SILVERSTONE GREY // RACING RED
<b>AUTONOMIA</b>	Modalità SPORT: <b>50</b> Km // modalità ECO: <b>80</b> Km
<b>PREZZO</b>	<b>700</b> euro
<b>MODALITA' DI GUIDA</b>	<b>2</b> Modalità di guida ( SPORT & ECO)
<b>MOTORE</b>	BLDC con magneti permanenti
<b>POTENZA MAX</b>	<b>4</b> kW
<b>VELOCITA' MAX</b>	<b>45</b> Km/h
<b>FRENO ANT</b>	Disco Ø <b>220</b> mm, with <b>4</b> -piston caliper
<b>FRENO POST</b>	Disco Ø <b>220</b> mm, with <b>4</b> -piston caliper
<b>SOSPENSIONE ANT</b>	Convenzionale // Avancorsa 90 mm // Stelo Ø <b>30</b> mm
<b>SOSPENSIONE POST</b>	Monoammortizzatore centrale // <b>130</b> mm di corsa // Stelo Ø <b>12</b> mm
<b>BATTERIA</b>	Capacità 1.3kWh /Batteria ad alta durabilità ad Ioni di Litio / voltaggio: 58.8V
<b>CARICATORE</b>	Esterno da 8A / Peso: 1.5kg / Tempo di ricarica: 3 ore
<b>TELAIO</b>	Portante in <b>P.E.</b> ad alta densità rotostampato
<b>RUOTA ANTERIORE</b>	Pneumatico Pirelli Angel City <b>90 / 80-R17</b>
<b>RUOTA POSTERIORE</b>	Pneumatico Pirelli Angel City <b>90 / 80-R17</b>
<b>H MANUBRIO</b>	<b>1108</b> mm
<b>PESO</b>	<b>55</b> kg
<b>INTERASSE</b>	<b>1280</b> mm
<b>CONNETTIVITA'</b>	Applicazione sul cellulare
<b>DISPLAY</b>	Display TFT a colori con indicatore di carica residua e velocità.



## TELAIO

### ISPIRAZIONE

Stabiliti precedentemente i componenti buy, del ciclomotore, si è passati alla progettazione di un telaio in grado di raggrupparli e contenerli.

L'idea è nata dalla volontà di ottenere uno stile che fosse distante dai canoni estetici tradizionali dei ciclomotori, senza ovviamente stravolgerne i concetti basilari.

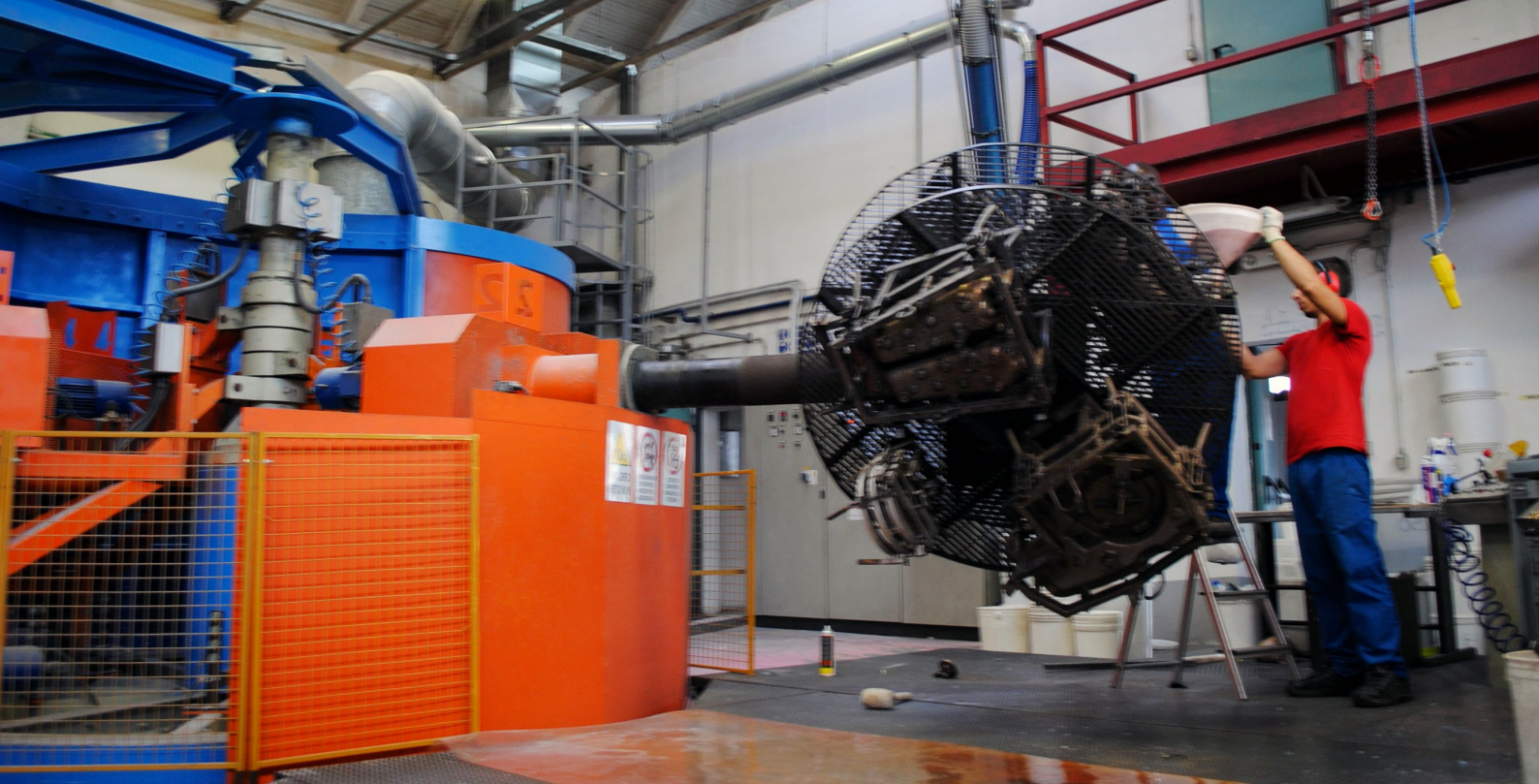
Per questo motivo, è stato pensato un telaio che fosse in grado di contenere e proteggere la batteria e tutta la componentistica elettrica dagli impatti o urti possibili durante il suo utilizzo.

Il telaio inoltre deve avere delle caratteristiche tali da garantire un facile montaggio / smontaggio delle componenti sia in caso di rottura che di semplice manutenzione.

L'ispirazione è nata traendo spunto dai più attuali telai da e-bike da downhill e motociclette presenti sul mercato.

In particolare, la Bultaco Albero è stata fonte di ispirazione per stile e configurazione del telaio.

Realizzato come una mono-scocca in alluminio, permette di ospitare la batteria nella parte inferiore del telaio, contribuendo così ad una migliore ripartizione dei pesi e abbassando il baricentro notevolmente. La mono-scocca in alluminio, unito ad un ingombro molto limitato (1.848 mm per 760 mm e con un interasse di 1.200 mm) ne fanno una e-bike molto agile e scattante perfetta per l'ambiente cittadino.



## MATERIALI E LAVORAZIONI

Per quanto riguarda la scelta dei materiali, l'ispirazione è venuta dalla volontà di realizzare un telaio decisamente leggero e dal prezzo molto contenuto.

Durante la ricerca progettuale ho avuto modo di imbattermi nei giocattoli che usano, solitamente delle macchine, che sono di norma in P.E. ad alta densità ed ottenute mediante stampaggio rotazionale.

L'intuizione di realizzare un telaio monoscocca in P.E. ad alta densità, ha sicuramente permesso di ottenere un notevole risparmio sul numero di componenti ( andando notevolmente ad influire sul prezzo finale ) e anche sul peso complessivo della struttura e sul tempo di produzione e lavorazioni richieste per la sua realizzazione. Questa scelta di fatto consente una grande libertà di forme , sfruttando i vantaggi che il vantaggio rotazionale offre banche ovviamente sia necessaria un attenta progettazione.



## **LO STAMPAGGIO ROTAZIONALE**

Lo stampaggio rotazionale, o rotostampaggio, è un metodo di produzione a bassa pressione e temperatura elevata per la fabbricazione di manufatti cavi, che non richiedono fasi successive di saldatura e montaggio, pressoché privi di tensioni.

Il processo può essere utilizzato per realizzare corpi di forme semplici (contenitori cilindrici o serbatoi) o più complesse (complementi d'arredo o componenti automobilistici) con pareti di spessore variabile tra 2 e 15 millimetri.

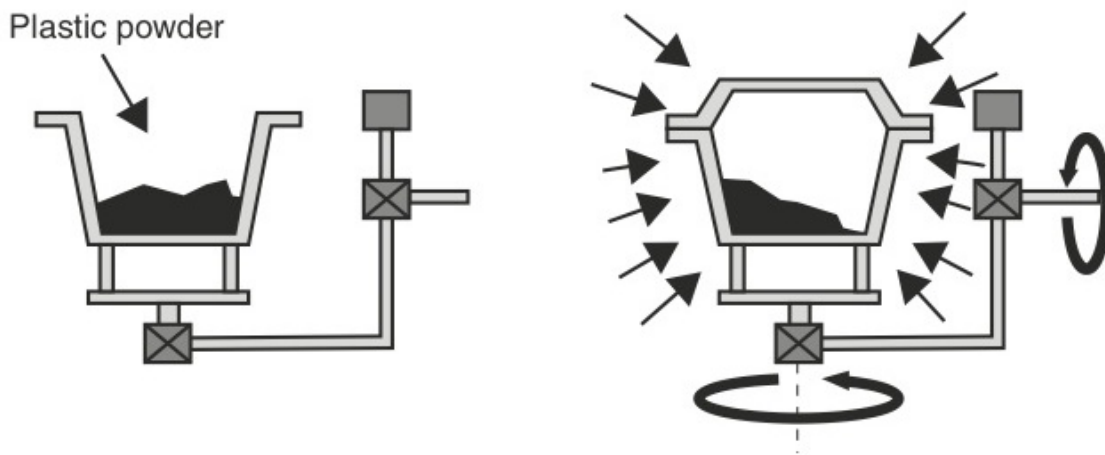
In questo tipo di applicazioni la tecnologia è una valida alternativa a soffiaggio, termoformatura e stampaggio a iniezione (tabella 1), che permette di realizzare, a costi contenuti, oggetti in piccole e medie serie (circa 2.500 pezzi l'anno per singolo stampo) anche di dimensioni molto elevate.

Le moderne macchine dotate di bracci multipli, che consentono di installare contemporaneamente stampi di forme e dimensioni differenti, rendono possibile la produzione simultanea di articoli diversi e quindi di ottimizzare la produttività.

## **LE DIVERSE SEQUENZE**

La tecnologia di stampaggio rotazionale prevede quattro fasi: caricamento dello stampo, riscaldamento dello stampo, raffreddamento dello stampo ed estrazione del pezzo. Durante la prima (figura in basso a sinistra), uno stampo cavo in metallo (a temperatura ambiente) viene caricato con una quantità predefinita di materiale plastico in polvere (o fluidificato), equivalente al peso del prodotto che si desidera ottenere. La polvere può essere pre-

miscelata con i pigmenti del colore desiderato. L'entità della carica viene determinata in base alla superficie dello stampo, allo spessore previsto per le pareti del componente finale e alla densità del polimero impiegato. Un importante vantaggio dello stampaggio rotazionale è l'assenza di sprechi di materiale: tutta la plastica caricata nello stampo viene utilizzata per fabbricare il manufatto, un aspetto molto importante per un prodotto con finalità "green".



Prima e seconda fase dello stampaggio rotazionale: carica del polimero in polvere (a sinistra) e riscaldamento (a destra)

Nella seconda fase, dopo la chiusura, lo stampo inizia a ruotare in un ambiente riscaldato. Spesso si tratta di un forno a convezione o conduzione, ma è possibile utilizzare una varietà di metodi che spaziano dall'elettricità ai raggi infrarossi. È importante sottolineare che lo stampo ruota a velocità relativamente bassa, generalmente inferiore a 20 giri/min; il processo non va confuso quindi con la colata per centrifugazione, che prevede la rotazione dello stampo ad alta velocità, in modo da spingere il materiale plastico contro le pareti dello stampo.

Sebbene l'idea di accelerare la rotazione dello stampo per incrementare la produttività possa sembrare allettante, lo sbilanciamento delle forze coinvolte derivante dalla geometria complessa e dalle dimensioni degli stampi non consente di procedere in questo modo.

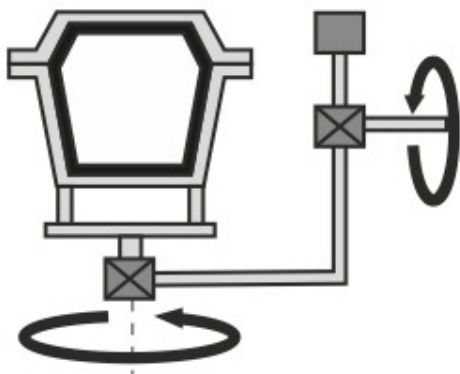
All'inizio del processo il polimero si trova sul fondo dello stampo, ma quando viene avviata la rotazione l'intera superficie dello stampo riscaldato entra in contatto con la polvere e si riveste di fuso plastico. Modificando la velocità dei due assi di rotazione, perpendicolari fra loro, è possibile regolare lo spessore delle pareti del manufatto: le aree in cui si desidera ottenere uno spessore maggiore dovranno entrare in contatto con la polvere più spesso rispetto alle altre parti della superficie dello stampo. Quando la temperatura della superficie interna dello stampo risulta sufficientemente elevata, il materiale plastico inizia ad aderirvi. Con la rotazione, l'impronta entra quindi ripetutamente in contatto con il materiale, fino a quando il polimero non si deposita interamente sulla sua superficie interna.

Il rapporto tra le velocità di rotazione attorno ai due assi può essere impostato a valori differenti in base alla geometria del manufatto da realizzare.

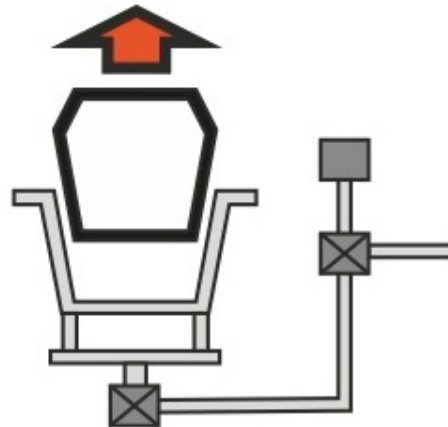
Tale rapporto è dato dalla divisione della velocità dell'asse maggiore (braccio) per la velocità dell'asse minore (piano portastampo). Solitamente, per ottenere

pareti di spessore uniforme viene impiegato un rapporto tra le velocità pari a 4:1.

Se si desidera realizzare un manufatto con pareti di spessore uniforme, un metodo pratico per determinare il rapporto corretto tra le velocità consiste



nel caricare nello stampo soltanto una quantità di polvere sufficiente a formare un sottile strato che ricopra l'intera superficie dello stampo. Il passo successivo è testare diversi rapporti tra le velocità, fino a riuscire a garantire una copertura adeguata della superficie dello stampo in ogni sua area.



Terza e quarta fase dello stampaggio rotazionale: raffreddamento (a sinistra) e rimozione del pezzo dallo stampo (a destra)

Durante la terza fase, lo stampo caldo viene estratto dal forno e ha inizio il ciclo di raffreddamento. Lo stampo continua a ruotare anche in questa fase, nel corso della quale viene solitamente esposto a getti d'aria ad alta velocità e, in alcuni casi, di acqua nebulizzata.

Qualora però il raffreddamento venga effettuato troppo velocemente, il

manufatto potrebbe subire dei danni o deformarsi. Quando il materiale plastico si raffredda, passa da uno stato liquido viscoso a uno semi-solido, trasformandosi infine in un manufatto solido.

Una volta sufficientemente raffreddato, lo stampo può essere aperto e il manufatto rimosso (ultima fase). A questo punto, la polvere può nuovamente essere posizionata nello stampo e il ciclo ripetuto.

## **I VANTAGGI**

Lo stampaggio rotazionale si svolge a pressione atmosferica e utilizza polimeri in polvere fine.

Prerequisito fondamentale è che il materiale plastico sia in grado di resistere a temperature elevate per tempi relativamente lunghi.

Dal momento che, durante la formatura del polimero, non viene applicata alcuna pressione, gli stampi rotazionali presentano generalmente pareti sottili e, pertanto, la loro realizzazione risulta relativamente economica perché, al contrario dello stampaggio a iniezione, non richiede costose leghe metalliche.

Con uno stampo progettato in modo idoneo è possibile realizzare componenti complessi, difficili se non impossibili con qualsiasi altra

tecnologia. Uno stampo e un controllo di processo adeguati consentono di eliminare linee di giunzione e saldature, e anche di ottenere uno spessore delle pareti più uniforme rispetto ad altre tecnologie, spessore che può essere modificato senza apportare modifiche allo stampo.

La tecnologia è adeguata anche per realizzare componenti complessi con sottosquadri e contorni elaborati senza particolari difficoltà, oltre che articoli con pareti doppie. E come accennato precedentemente, il processo genera scarti relativamente ridotti se non del tutto assenti, dal momento che nello stampo viene introdotta una quantità di materiale corrispondente al peso del manufatto finito.

## **GLI SVANTAGGI**

Sebbene il rotostampaggio presenta numerosi vantaggi, ha anche qualche inconveniente. Il più significativo consiste nel numero limitato di materiali disponibili – che hanno spesso anche un costo più elevato – rispetto ad altri metodi di lavorazione delle materie plastiche. Altri possibili svantaggi sono i tempi di ciclo relativamente lunghi, che non lo rendono adeguato alla produzione di massa, e l'elevata incidenza della manodopera nelle

operazioni di carico e scarico. Dato lo scarso livello di riempimento dell'impronta durante la rotazione e il riscaldamento, inoltre, è difficoltoso stampare articoli con aggetti e nervature, che peraltro comportano una serie di ostacoli anche in sede di estrazione dallo stampo.

Confronto tra le caratteristiche dei differenti processi che possono essere usati per la fabbricazione di prodotti plastici cavi.



<b>Parametro</b>	<b>Soffiaggio</b>	<b>Termoformatura</b>	<b>Stampaggio rotazionale</b>
Campo tipico volume prodotto (cm <sup>3</sup> )	<b>10<sup>1</sup>-10<sup>6</sup></b>	<b>5-100</b>	<b>10<sup>1</sup>-10<sup>8</sup></b>
Disponibilità polimero	limitata	vasta	limitata
Materiale sotto forma di	pellet	lastre	polvere/liquido
Costo preparazione materia prima	nessuno	fino a +100%	fino a +100%
Fibre di rinforzo	si	si	si, molto difficile
Materiale stampo	acciaio/alluminio	alluminio	acciaio/alluminio
Pressione stampo	<1 MN/m <sup>2</sup>	<0,3 MN/m <sup>2</sup>	<0,1 MN/m <sup>2</sup>
Costo stampo	elevato	moderato	moderato
Tolleranza spessore parete	10%-20%	10%-20%	10%-20%
Uniformità spessore parete	tende a non essere uniforme	tende a non essere uniforme	uniformità possibile
Inseriti	fattibile	no	si
Orientazione molecolare nel pezzo	alta	molto alta	nessuna
Tensione residua	moderata	elevata	bassa
Riproduzione dettagli superficiali	molto buona	buona, sotto pressione	adeguata
Grafica incorporata nello stampo	si	possibile	si
Tempo ciclo	veloce	veloce	lento
Intensità di manodopera	no	moderata	elevata



## I PRODOTTI OTTENIBILI

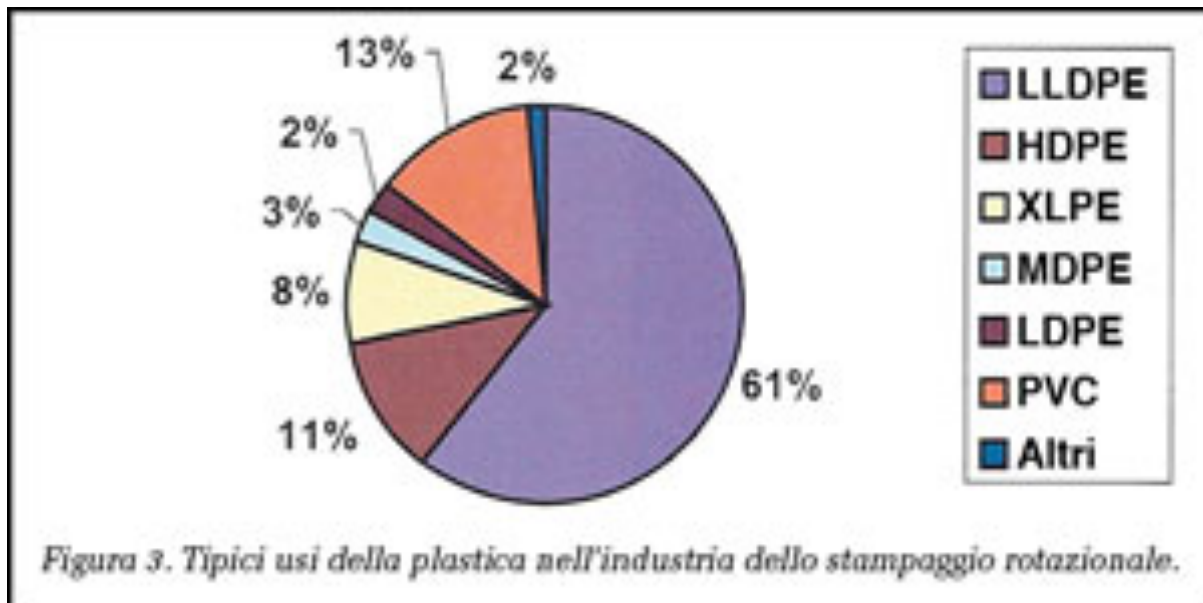
I prodotti rotostampati si possono oggi trovare praticamente in tutti i settori di mercato in cui ci sono articoli di plastica, inclusi settori di alta tecnologia quali l'industria aeronautica.

Il processo è particolarmente adatto per la fabbricazione di parti cave a pezzo unico o di serbatoi aperti a parete doppia. Ma lavorazioni complementari, come la scissione del pezzo o il ritaglio di pannelli, consentono di ottenere qualsiasi tipo di prodotto o serbatoio aperto a parete singola. Le parti che devono essere rimosse possono essere schermate dal calore durante lo stampaggio in modo da minimizzare lo sfrido e gli scarti a seguito delle operazioni di taglio/sbavatura.

La Tabella 2 riporta alcuni esempi tipici di articoli rotostampati. Come si può vedere, la varietà dei prodotti è impressionante, e, sebbene nella maggior parte dei casi la materia prima sia il polietilene, è possibile ottenere parti strutturali di alte prestazioni mediante l'uso strategico di strutture particolare come i "kiss-off" interni tra le doppie pareti di un pezzo cavo.

Nella maggior parte dei casi, questi articoli si distinguono per finiture di alta qualità e tolleranze minime. Un aspetto chiave di questi articoli consiste nel fatto che sono tutte geometrie tridimensionali complesse, e sono tutte fatte in un unico pezzo.

<b>Serbatoi</b>	
Fosse settiche Cisterne petrolio Vasche depurazione acque	Serbatoi stoccaggio sostanze chimiche Serbatoi carburante Serbatoi per spedizioni
<b>Trasporti</b>	
Poggia gomiti Segnaletica/barriere stradali Serbatoi carburante Bull-bar Unità alloggiamento apparecchiature audio	Pannelli strumentazione Condotti Arco giro ruota Veicoli destinati alla mobilità delle persone disabili Carrelli supermarket
<b>Container</b>	
Container per spedizione riutilizzabili Container trasporto liquidi o materiale sfuso (IBC) Barili	Contenitori per piante Container per linee aeree Container refrigerati
<b>Giocattoli e tempo libero</b>	
Case giocattolo Palle Giocattoli da cavalcare/guidare	Arredi esterni Cavalli a dondolo Teste e parti del corpo per bambole
<b>Movimentazione materiali</b>	
Bancali Pattumiere	Cassette per trasporto pesce Imballaggi
<b>Industria marittima</b>	
Galleggianti banchina Rivestimento piscina Parabordi ormeggio	Imbarcazioni/barche da diporto Kayak Cinture di salvataggio
<b>Prodotti medicali</b>	
Maschere facciali ossigeno Cassette di pronto soccorso per personale paramedico	Barelle Cassette per campioni medicali
<b>Prodotti industriali</b>	
Lucidatrici pavimenti Unità di filtrazione acqua	Alloggiamenti ventole Unità per il riciclaggio
<b>Altro</b>	
Coperchi di tombino Alloggiamenti per pulitrici Pubblicità punti vendita	Cassette attrezzi Poltrone studi dentistici Attrezzatura per agricoltura-giardinaggio



## I MATERIALI IMPIEGATI

Quasi tutti i prodotti commerciali fabbricati mediante stampaggio rotazionale sono fatti di materiale termoplastico, ma sono usati anche materiali termoindurenti.

A dominare il mercato degli articoli rotostampati sono le poliolefine (principalmente polietilene), ciò è dovuto al fatto che il P.E. può essere facilmente convertito da granuli in polvere come richiesto dalla tecnica di stampaggio rotazionale ed inoltre rimane più stabile della maggior parte degli altri polimeri durante la relativamente lunga fase di riscaldamento.

Oggi, il polietilene, nelle sue molte forme, costituisce circa l'85% – 95% di tutti i polimeri usati per lo stampaggio rotazionale.

In figura 3 sono riportate le quote di utilizzo di questi vari materiali. Materiali ad alte prestazioni quali nylon caricato fibra e PEEK (Polietere etere chetone) hanno buone potenzialità per un loro utilizzo nella tecnologia dello stampaggio rotazionale, ma costituiscono ancora solo una piccola quota della produzione industriale.



## GLI STAMPI

Gli stampi utilizzati nello stampaggio rotazionale sono strutture a forma di guscio. Sono generalmente costituiti da due semigusci, ma pezzi di una certa complessità possono richiedere stampi costituiti da tre o più parti. Lungo la linea di accoppiamento delle parti, gli stampi vengono chiusi mediante morsetti.

Lo stampo è sempre fornito di uno sfiato ("breather") in modo da bilanciare la pressione all'interno del pezzo stampato con la pressione dell'ambiente esterno, il posizionamento dello sfiato dipende dalla natura del pezzo plastico.

Gli stampi vengono più comunemente realizzati in fusione di alluminio o in lamiera d'acciaio. Quest'ultimo è il materiale preferito per pezzi di grandi dimensioni quali i serbatoi, mentre la fusione d'alluminio viene usata per pezzi più piccoli che presentano dettagli più complessi, o nei casi in cui è richiesta la fabbricazione di una serie di stampi identici.

Gli stampi sono sottoposti a tensioni termiche molto elevate durante i passaggi ciclici da temperatura ambiente a temperature che superano i 300°C (600°F).



## 7.1 IL TELAIO PRINCIPALE

Partendo da queste considerazioni sono stati quindi scelti sia il processo produttivo che il materiale adatto, l'HDPE.

Il telaio di Mercurio infatti è stato concepito e progettato come una monoscocca interamente realizzata mediante stampaggio rotazionale in HDPE con spessore di 7 mm e che presenta nelle zone di massima criticità ( canotto di sterzo, attacchi del forcellone posteriore e attacco dell'ammortizzatore ) degli inserti in acciaio co-stampati come elementi di rinforzo strutturale.

Nella parte destra del telaio è presente il vano per ospitare l'alloggio della batteria, pensato in modo tale da essere poi assemblato con il relativo sportello, per proteggere da intemperie ed umidità tutta la componentistica elettrica contenuta all'interno.

Lo stampaggio rotazionale permette di ottenere l'intero telaio finito e pronto per essere assemblato insieme alle altre componenti, senza ulteriori lavorazioni se no lo stampaggio stesso. È possibile

realizzare come citato prima, il co-stampaggio di inserti metallici filettati o particolari in acciaio che, alla fine del processo, risulteranno saldamente inglobati al manufatto.

Ciò si traduce in risparmio economico e di tempo sulla lavorazioni successive, sebbene vada ricordato che lo stampaggio rotazionale ha un tempo ciclo più lungo degli altri metodi di stampaggio di materie plastiche .La scelta di questo particolare materiale dipende dal fatto che rispetto a quello a bassa densità, l'HDPE presenta una trazione più elevata, una maggiore temperatura di fusione ed una maggiore resistenza chimica.

Durante progettazione del telaio è stato inoltre possibile verificarne la fattibilità degli ipotetici stampi, grazie al contributo tecnico di Persico Group, leader e playing internazionale nel settore dello stampaggio di materie plastiche, analizzando le singole parti e consigliando le correzioni del caso.



## 7.2 ASSETTO E MISURE

Come spiegato durante la prefazione, l'assetto influenza il comportamento del ciclomotore sulla strada, ovvero la sua maneggevolezza, la sua stabilità e il feeling con il veicolo.

I valori di riferimento sono il peso totale, l'interasse, inclinazione del canotto di sterzo e l'avancorsa.

Il peso molto contenuto di soli 16 kg, unito ad un interasse di 1280 mm, contribuiscono a realizzare un veicolo leggero, agile e scattante.

L'anima scattante di mercurio è rispecchiata anche dalla scelta con cui

è stata progettata l'inclinazione del canotto di sterzo (  $24^\circ$ ). Angoli di inclinazione ridotti, tra i  $25^\circ$  e i  $22^\circ$ , fanno aumentare l'agilità della moto, soprattutto se abbinata ad un interasse del veicolo molto contenuto. Un'altro parametro fondamentale è l'avancorsa progettata per essere di 90 mm, pensata per garantire una guida agile e scattante senza rinunciare al comfort durante la marcia.



### 7.3 GLI AMMORTIZZATORI

Su Mercurio, è stato scelto l'utilizzo di un mono-ammortizzatore centrale con serbatoio separato. Questa scelta è stata presa, considerando il peso molto ridotto del ciclomotore e la necessità di avere una corsa abbastanza ridotta, per poter mantenere una guida precisa ed abbastanza confortevole anche in situazioni di guida impegnative.

L'ammortizzatore è fissato all'estremo inferiore al forcellone posteriore,

mediante perno ( diametro ...) e due cuscinetti a sfera. L'estremità superiore è invece fissata direttamente al telaio portante mediante anche in questo caso, perno e cuscinetti a sfera.

E' importante ricordare che, essendo l'attacco dell'ammortizzatore uno dei punti critici del telaio, vi è presente un inserto in acciaio, come rinforzo strutturale.





#### 7.4 FORCELLA ANTERIORE

La forcella in dotazione su Mercurio trae ispirazione dal quella del Sym 300 ed è di tipo convenzionale, ovvero la tipologia più diffusa sul mercato, dove i foderi ( gambali) ad essere mobili assieme alla ruota ( a cui sono vincolati) ,mentre le canne sono saldamente fissate alla piastra di sterzo.

La piastra di sterzo, realizzata in lega di alluminio Al7020, è stata progettata per essere leggera ma allo stesso tempo resistente, in grado di sopportare gli stress causati dagli urti e dagli impatti lungo durante l'utilizzo.

Vincolata ad essa, ci sono le due canne, il cui fissaggio avviene mediante sistema a morsetto con 2 viti M8 per parte. Il metodo di produzione scelto per la realizzazione della piastra di sterzo è di norma la pressofusione.

Questo particolare processo di fonderia consiste in una serie di fasi, in cui metallo fuso viene iniettato ad alta pressione in uno stampo metallico.

La pressione di iniezione del metallo fuso può variare dai 2 ai 150 MPa a seconda dei casi. Una volta solidificato e raffreddato il pezzo, le presse aprono i due stampi in modo che esso possa essere prelevato. La pressofusione è fortemente automatizzabile, e dunque ha un'elevata produttività. Inoltre per via della natura degli stampi, i pezzi prodotti con la pressofusione avranno tolleranze dimensionali e finitura superficiale mediamente migliori di altri processi di fonderia; tuttavia i costi di impianto iniziali sono decisamente alti e recuperabili solo per grandi produzioni.

Il diametro degli steli invece è stato scelto di 30 mm considerato il ridotto peso del veicolo e come accennato nel paragrafo sulla assetto del ciclomotore, l'avancorsa è di 90 mm.



## 7.5 FORCELLONE POSTERIORE

Il forcellone posteriore in dotazione su Mercurio è di tipo a due bracci e trae ispirazione da quella del Suzuki gsx-r 600 del 1991.

Sebbene siano tipologie di motocicli nettamente di diverse, la scelta è stata fatta per donare al ciclomotore quell'aspetto scattante e vagamente racing, che era negli intenti progettuali.

Sul forcellone ovviamente sono state apportate delle modifiche strutturali, che hanno comportato una diversa

configurazione di quest'ultima rispetto a quella di derivazione. Nello specifico sono stati cambiati posizione ed attacchi della pinza del freno, di dimensioni notevolmente inferiori a quelle originali ( dovuto alla diversa finalità di utilizzo del ciclomotore).

Così come la piastra di sterzo, il metodo di produzione utilizzato per realizzare il forcellone è la pressofusione di una lega di alluminio ( lega Al7020).



## 7.6 PINZE - DISCHI - POMPA - PASTIGLIE

L'impianto frenante in dotazione su Mercurio è stato dimensionato in linea con i principali competitori, senza però dimenticare il vantaggio di peso ottenuto grazie telaio rotostampato in HDPE.

Il particolare metodo di produzione del telaio, ha permesso infatti un peso contenuto e di conseguenza un'inerzia del veicolo ridotta rispetto alla media sul mercato. Ciò si traduce nella possibilità di impiegare pinze dei freni più piccole ed economiche, considerata la minor necessità di potenza richiesta all'impianto frenante.

La scelta è quindi ricaduta sulle pinze Brembo Supersport.

Ricavate dal pieno tramite CNC, son pinze in alluminio con due pistoncini del

diametro di 34 mm, un'altezza della fascia frenante di 35 mm e un'interasse di 84 mm. La protezione superficiale è data da uno strato di anodizzazione dura.

Le pinze andranno ad agire, mediante le pastiglie sinterizzate montate, su due dischi del freno forati Brembo del diametro di 220 mm ciascuno ed inoltre, l'intero impianto frenante potrà fare affidamento su due pompe del freno (anteriore e posteriore) identiche a quelle montate sul Sym citycom 300.

La frenata quindi risulterà potente ma non brutale, adatta ad un veicolo per uso cittadino.



## 7.7 CERCHIONI E PNEUMATICI

Le ruote sono una delle parti fondamentali di un ciclomotore, solidali al forcellone posteriore e vincolate alla forcella, trasmettono il moto e assorbono in parte, le asperità del terreno.

Il design dei cerchioni è stato improntato sul trasmettere l'idea di dinamismo e leggerezza, anche quando il ciclomotore è parcheggiato in strada. La scelta di utilizzare un disegno delle razze così "aperto", è stato voluto per alleggerire il peso dei cerchioni e contribuire a contenere il peso totale del ciclomotore.

Le misure dei cerchioni sono 2,5 pollici di canale e raggio 17, realizzate in lega di Alluminio e Silicio g-ALSi7.

Questa lega si presta molto bene al trattamento termico che migliora del 20% le prestazioni meccaniche e che la rende attualmente la lega di fonderia migliore e più usata.

Ovviamente come su tutti i motoveicoli, il cerchione anteriore e posteriore presentano delle differenze. Nel caso di Mercurio, il cerchione posteriore presenterà l'alloggio per la motoruota.

I Pneumatici montanti su entrambi i cerchioni sono di misura 90/80 R17 e sono i Pirelli Angel City - pneumatici per uso turismo - urbano, particolarmente adatti quindi al nostro utilizzo.



## 7.8 DOTAZIONI

Le dotazioni supplementari di cui Mercurio è dotato sono state pensate per poter competere alla pari con gli altri modelli attualmente presenti sul mercato.

Per poter migliorare il comfort a bordo, Mercurio è stato equipaggiato con un display TFT a colori con indicatore di carica residua e velocità.

Il display, posizionato per garantire una ottima leggibilità diurna, prevede diverse modalità di visualizzazione, ciascuna pensata per mostrare le informazioni adatte alle diverse situazioni di utilizzo.

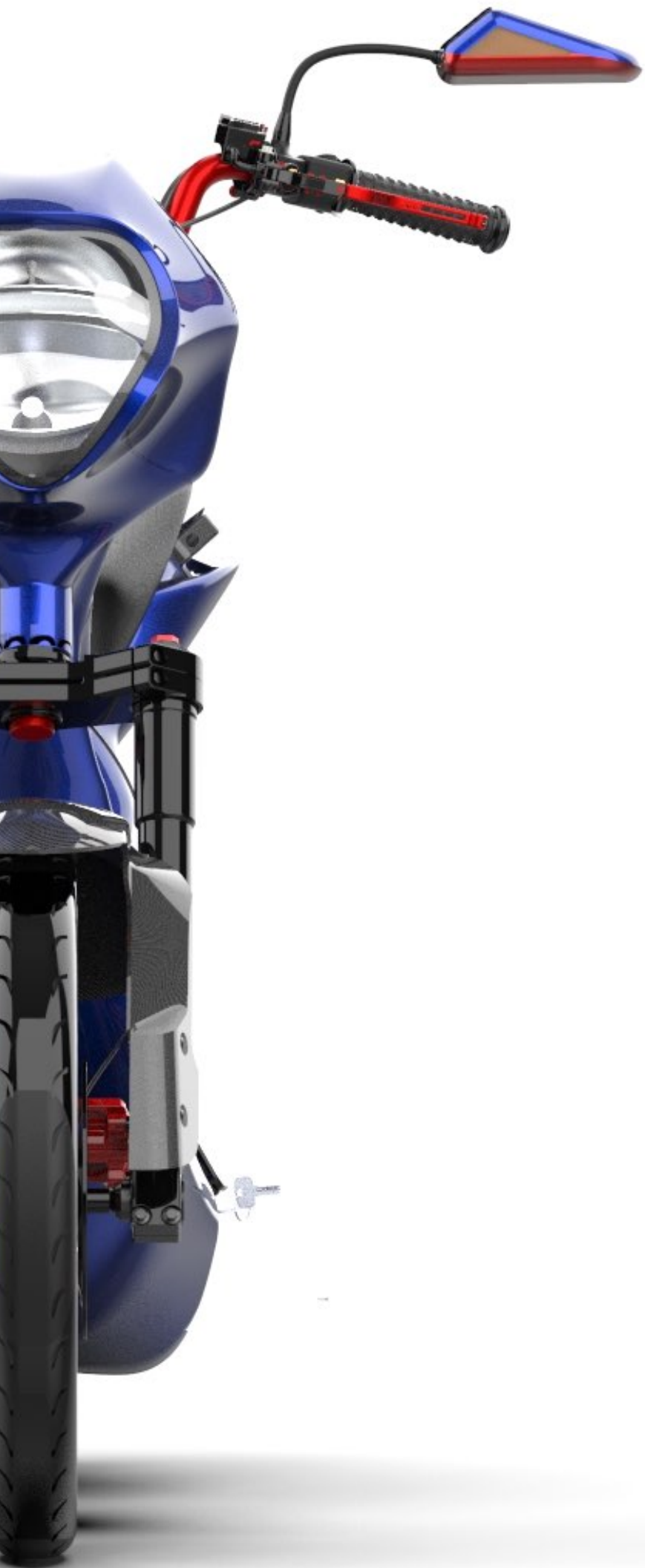
Mercurio è sempre connesso al proprio utente tramite App, attraverso la quale

si può sempre tenere d'occhio il livello di carica e la manutenzione generale del veicolo.

Per quanto riguarda i fari, Mercurio è dotato di un faro anteriore LED dalle elevate prestazioni della ditta americana CREE e con un'illuminazione "bianca puro" (temperatura colore 5500 K).

La diffusione della luce avviene tramite 2 proiettori lenticolari nonché tramite diffusori laterali per eliminare qualsiasi zona d'ombra.

Il suo consumo elettrico è inferiore a quello di una lampadina alogena ma con prestazioni nettamente superiori e preserva la batteria.



## 8. DISTRIBUZIONE DEI PESI

La distribuzione dei pesi su una moto, un ciclomotore o un semplicemente bicicletta è un aspetto di fondamentale importanza e fattore che influisce strettamente sul feeling trasmesso dal veicolo al rider.

Interagendo con questo parametro è quindi possibile dare al ciclomotore delle caratteristiche di guida differenti, privilegiando la maneggevolezza piuttosto che la stabilità sul dritto o altre tipologie di comportamento del mezzo.

### 8.1 CALCOLI

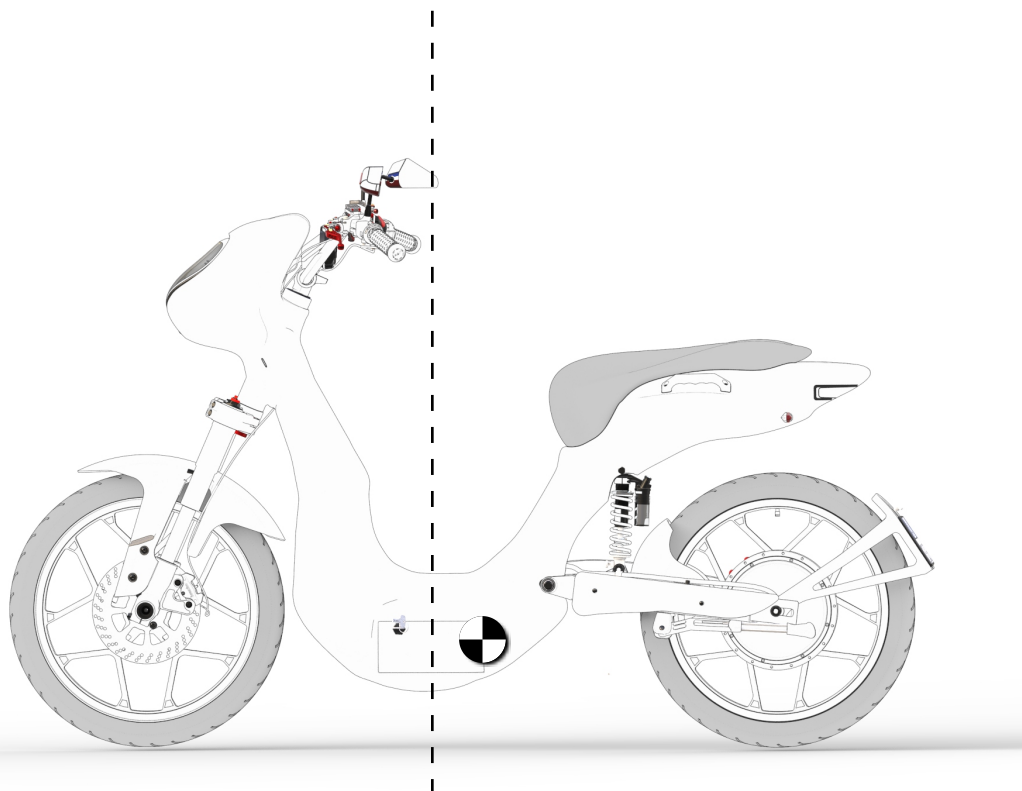
Per verificare il comportamento di Mercurio, si è partiti dai valori della ripartizione dei pesi della Bultaco Albero, il cui peso è di 48 kg compresa di batteria, a cui va sommato il peso del conducente di 75 kg ( con un altezza di 185 cm), per un totale di 123 kg.

Per quanto riguarda Mercurio, invece il peso del telaio è di soli 16 kg, che

Come accennato precedentemente, il telaio di Mercurio trae ispirazione della Bultaco Albero, riconducibile quindi ad una ripartizione dei pesi tipica delle biciclette da Downhill elettriche.

In questa tipologia di configurazione, è prevista una ripartizione standard del peso della bicicletta e quel conducente ripartita al 40-45% sull'anteriore e al 55-60% al posteriore.

sommata al peso della "meccanica" e della batteria ( di 8 kg) danno un peso complessivo del ciclomotore di 55 kg, ovvero 24,7 kg caricati sull'anteriore e 30,3 kg caricati sul posteriore. Il peso complessivo con conducente invece è di 130kg.



## 9. ANALISI FEM & FEA





## 9. VISTE E DETTAGLI

Lo stile di Mercurio, è stato ideato per rispecchiare a pieno la personalità e le esigenze dell'utente tipo scelto come riferimento. Trattasi di una persona giovane, tra i 20 ed i 40 anni, tendenzialmente uno studente universitario o un libero professionista che fa della mobilità elettrica ed intelligente il suo punto di forza.

Dinamico, sportivo ma anche amante dell'ambiente e della praticità è attirato da un mezzo con un look aggressivo tipico di una moto ma con i consumi di una e-bike.

L'animo dinamico e scattante di Mercurio lo si può intuire anche dal design dei cerchi realizzati con un disegno molto "aperto" per contribuire a ridurre il peso complessivo del ciclomotore.

L'idea alla base del progetto Mercurio è stata quella di realizzare un ciclomotore

leggero, elettrico e dal costo basso ma senza rinunciare ad un look dinamico, scattante ed accattivante nelle forme così come nei colori.

Mercurio presenta un telaio con linee ricercate e pulite e con particolari rastremati tipici delle moto da competizione.

Il vano batteria è stato posizionato sul fondo, per abbassare ulteriormente il baricentro ed ottenere così una guida più stabile e precisa, oltre che essere facilmente apribile e richiudibile.

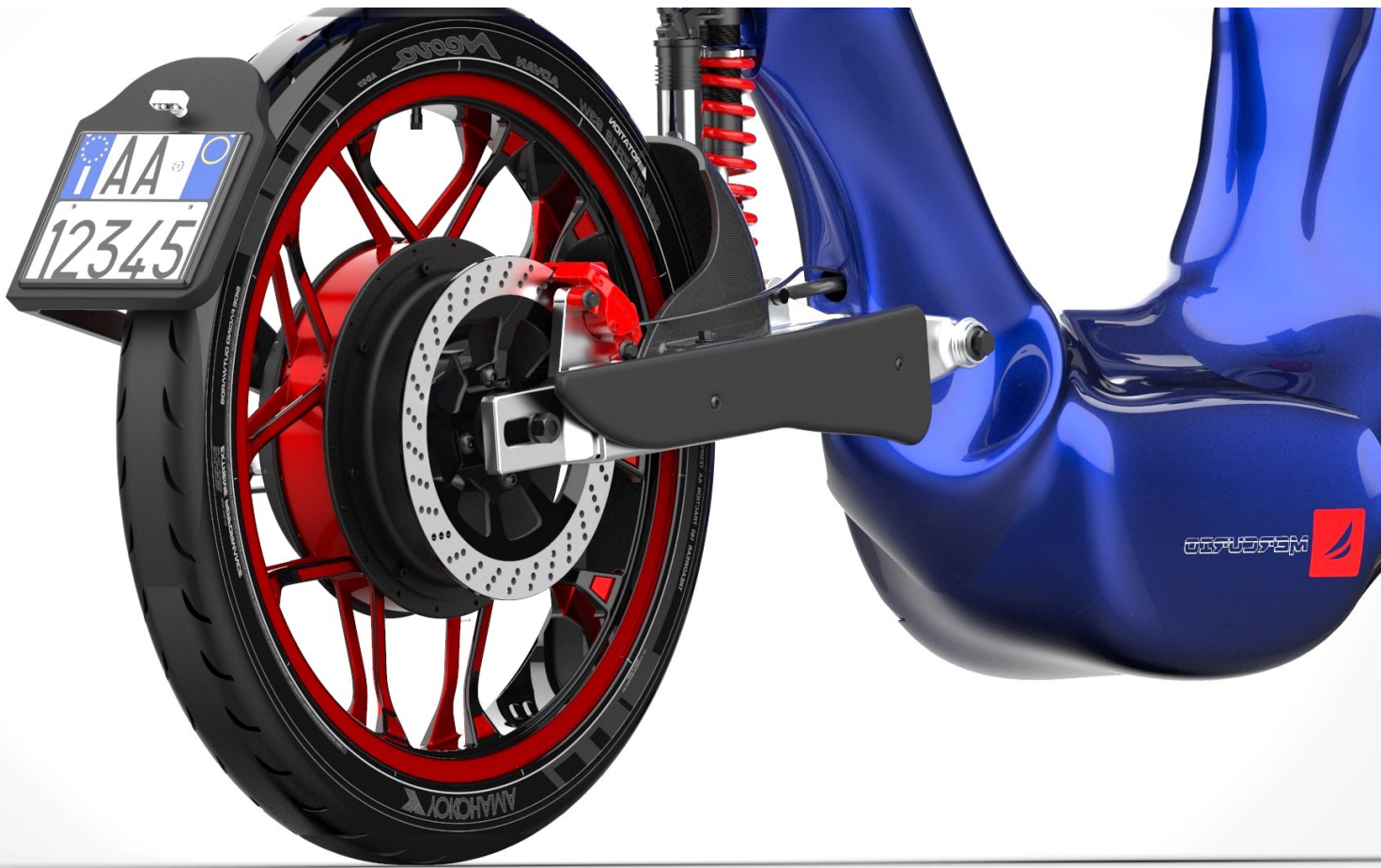
La gamma colori è stata pensata per valorizzare lo spirito "racing" del ciclomotore ed evidenziare i dettagli, traendo ispirazione dai concept più attuali presentati al salone EICMA 2018.

























**MERCURIO**  
*LIGHTNESS IN MOTION*

**GAMMA COLORI 2018 /2019**



**ARTIC BLUE**



**RACING RED**



**SILVERSTONE GREY**

## 10. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclomotore>
- <http://motori.quotidiano.net/comefare/qual-e-la-differenza-tra-motocicli-e-ciclomotori.htm>
- <http://www.reviauto.com/2016/04/27/differenze-tra-ciclomotore-e-motociclo/>
- [https://www.mondadorieducation.it/risorse/media/secondaria\\_secondo/diritto\\_economia/educazione\\_stradale/Lezioni%20e%20soluzioni/04.pdf](https://www.mondadorieducation.it/risorse/media/secondaria_secondo/diritto_economia/educazione_stradale/Lezioni%20e%20soluzioni/04.pdf)
- <https://www.moto.it/news/la-moto-in-europa-risale-a-7-italia-primo-mercato-male-pero-i-ciclomotori.html>
- [https://www.moto.it/listino/ricerca/2?brand=&model=&version=&pl=&cat=50-c-c&price\\_f=&price\\_t=&disp\\_f=&disp\\_t=&pow\\_f=&pow\\_t=&engi\\_s=&gear\\_s=&emis\\_s=&seat\\_s=&seat\\_t=&weig\\_s=&weig\\_t=&unpw=&abs=&sort=&keyword=](https://www.moto.it/listino/ricerca/2?brand=&model=&version=&pl=&cat=50-c-c&price_f=&price_t=&disp_f=&disp_t=&pow_f=&pow_t=&engi_s=&gear_s=&emis_s=&seat_s=&seat_t=&weig_s=&weig_t=&unpw=&abs=&sort=&keyword=)
- <https://www.askollelectric.com/site/it/scooter-elettrici/>
- [https://vinsmotors.com/wp-content/uploads/2017/12/pdf\\_Approfondimenti-tecnici.pdf](https://vinsmotors.com/wp-content/uploads/2017/12/pdf_Approfondimenti-tecnici.pdf)
- [https://www.z-bike.ch/img/download/impatto\\_ambientale\\_dei\\_veicoli\\_elettrici.pdf](https://www.z-bike.ch/img/download/impatto_ambientale_dei_veicoli_elettrici.pdf)
- <https://www.vaielettrico.it/tempo-di-scooter-ecco-la-top-ten-2018/>
- <https://www.ideegreen.it/impatto-ambientale-veicoli-elettrici-68287.html>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Piaggio\\_Ciao](https://it.wikipedia.org/wiki/Piaggio_Ciao)
- <http://www.plastix-world.com/why-not-on-a-bicycle/>
- <http://read.nxtbook.com/wiley/plasticsengineering/prototype/specialreport03.html>
- <https://rotoworldmag.com/innovative-total-concept-car/>
- <https://www.pinterest.it/matthewlievesle/design-rotational-moulding/>
- [https://www.google.it/imgres?imgurl=http%3A%2F%2F3.bp.blogspot.com%2F-VBo4QIQqCjA%2FUUA7ShZNYO2I%2FAAAAAAAAAAF4%2F4nmTaTM\\_3XA%2Fs1600%2Ffoto%2B1%2Bgrande.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fpersico-rotomoulding.blogspot.com%2F2012%2F07%2Fsustainability-in-rotation.html&docid=8ZU3fIF3PVR7yM&tbnid=9b-QblQej7JvfM%3A&vet=12ahUKEwisc\\_elZnkAhVOKuwKHasNAiU4ZBAzKD8wP3oECAEQQw..i&w=1600&h=1067&safe=strict&bih=659&biw=1124&q=rotomolding%20vehicle&ved=2ahUKEwisc\\_elZnkAhVOKuwKHasNAiU4ZBAzKD8wP3oECAEQQw&iact=mrc&uact=8](https://www.google.it/imgres?imgurl=http%3A%2F%2F3.bp.blogspot.com%2F-VBo4QIQqCjA%2FUUA7ShZNYO2I%2FAAAAAAAAAAF4%2F4nmTaTM_3XA%2Fs1600%2Ffoto%2B1%2Bgrande.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fpersico-rotomoulding.blogspot.com%2F2012%2F07%2Fsustainability-in-rotation.html&docid=8ZU3fIF3PVR7yM&tbnid=9b-QblQej7JvfM%3A&vet=12ahUKEwisc_elZnkAhVOKuwKHasNAiU4ZBAzKD8wP3oECAEQQw..i&w=1600&h=1067&safe=strict&bih=659&biw=1124&q=rotomolding%20vehicle&ved=2ahUKEwisc_elZnkAhVOKuwKHasNAiU4ZBAzKD8wP3oECAEQQw&iact=mrc&uact=8)

- <https://rotoworldmag.com/stampaggio-rotazionale/>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Materie\\_plastiche#Materiali\\_polimerici](https://it.wikipedia.org/wiki/Materie_plastiche#Materiali_polimerici)
- <https://www.moto.it/listino/bultaco/albero/albero-2015-19/jlFh6https://it.wikipedia.org/wiki/Rotostampaggio>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Stampaggio\\_a\\_iniezione](https://it.wikipedia.org/wiki/Stampaggio_a_iniezione)
- <https://www.persico.com>
- <https://cycle-ergo.com>
- <https://www.motoblog.it/galleria/suzuki-gsx-r-600-e-gsx-r-750-2011/8>
- <http://www.qs-motor.com/product-catagory/motorcycle-wheel-motor/>
- <https://www.motoblog.it/post/322057/rubrica-pillole-tecniche-il-telaio>
- <https://www.money.it/Scooter-elettrico-meglio-modelli-2018>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Telaio\\_\(meccanica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Telaio_(meccanica))
- <https://www.omnimoto.it/news/281574/cycle-ergo-configura-la-tua-moto/>
- <https://www.moto.it/forum/default.aspx?g=posts&t=7767>
- <https://www.euroimportpneumatici.com/pneumatici-gomme-moto.html>
- [https://www.gommadiretto.it/Pneumatici\\_da\\_moto.html](https://www.gommadiretto.it/Pneumatici_da_moto.html)
- <http://www.akrapovic.it>
- <https://www.quadrovehicles.com/it>
- <https://www.niu.com/it/>
- <https://www.honda.it>
- <https://www.moto.it/listino-scooter>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Motore\\_elettrico](https://it.wikipedia.org/wiki/Motore_elettrico)
- <https://www.electricmotorsmt.com/it/prodotti/motori-elettrici.aspx?idC=61687&LN=it->
- <https://www.brembo.com/it>
- <https://www.ducatiroma.it/it/it/home>
- <https://dmc.freeforumzone.com/discussione.aspx?idd=11398353>
- <https://grabcad.com>





