



# PARCO GIOCHI DI PORTA ROMANA

Osservazioni riguardo lo stato del Parco.

La Ricerca effettuata ha permesso di conoscere prima di tutto la presenza numerosa dei rifiuti all'interno del parco. Le tipologie presenti sono in larga maggioranza costituite da cicche di sigarette, imballaggi e bottigliette in plastica e/o alluminio, fazzoletti di carta. Le foto effettuate hanno permesso di ragionare sulle caratteristiche dei materiali, sulla dimensione degli oggetti e sulla loro collocazione. Il fatto che la maggior parte di loro fossero gettati ai margini del parco o vicino a delle panchine rende necessaria una riprogettazione del robot aspira rifiuti per renderlo più agevole ed in grado di arrivare dove i normali robot non riescono.



# GIARDINI PUBBLICI CORSO V. EMANUELE

Osservazioni riguardo lo stato del Parco.

Le considerazioni effettuate in merito al parco giochi di Porta Romana sono valide anche per i giardini pubblici, qui la tipologia di rifiuti aumenta insieme alla conferma dei già citati rifiuti plastici e delle cicche di sigarette, le quali vanno a sommarsi ai pacchetti di sigarette e gli imballaggi per le cartine delle sigarette non confezionate. Le dimensioni dei rifiuti sono sempre contenute, tranne per i volantini dei supermercati fatti con carta riciclata. Rimane questa come incognita per la progettazione di un tubo di aspirazione, mentre trovano conferma sia le dimensioni del serbatoio, adeguate ai volumi di rifiuti, sia la potenza dei motori per spostare il veicolo che non potrà raggiungere una massa di peso superiore ai cinquanta chilogrammi stimati.



# PARCO DELL'ANNUNZIATA

Osservazioni riguardo lo stato del Parco.

Il parco dell'Annunziata è stato trovato in buonissime condizioni con la sola presenza visibile di una cicca di sigaretta. Il terzo esempio preso in esame però ha evidenziato come ai margini dei sentieri o dei perimetri vi siano presenti rifiuti in quantità maggiori e di varia tipologia. Gli imballaggi in carta e in plastica sono i più diffusi e per questo confermano le ridotte dimensioni, il peso esiguo, ma pongono il problema dell'intasamento del tubo, dovuto a buste di plastica non rigide che tendono a rimanere impigliate.

## Principali tipologie di rifiuti trovati:

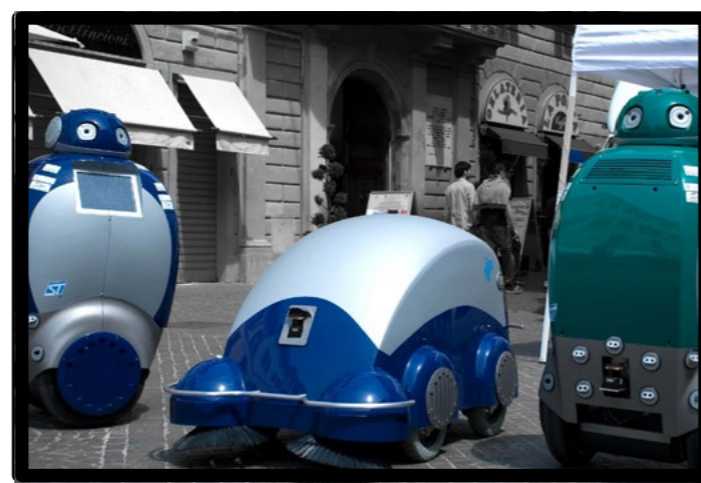


## Stato dell'arte



### Aspiratore di rifiuti Glutton

Dispositivo che aiuta l'operatore nella raccolta dei rifiuti sostituendo cassonetto e scopa. Nella foto l'operatore trascina il dispositivo come si fa con un normale transpallet, così da permettere la movimentazione con minimi sforzi. L'ergonomia è garantita anche dalla maniglia presente sul tubo e dalla rotellina nella parte finale del tubo di aspirazione per scaricare il peso.



### Dustbot

Nella foto vediamo il progetto Dustbot, del 2009, dell'Università di Pisa che ha prodotto due robot in grado di raccogliere rifiuti e pulire la pavimentazione stradale. Il primo, DustCart, in grado di raccogliere il sacchetto di rifiuti presso l'abitazione del cittadino e tramite display può offrire servizi tra cui il monitoraggio dell'aria. Il secondo robot si chiama DustClean e permette di pulire le strade.  
DustClean  
Dimensioni: H96cm Ø 75cm, peso 250 Kg, capacità rifiuti 20l, velocità 0,3 m/s, autonomia 4h.



### Bowie

Il robot a quattro ruote è un rover stampato in 3D per raccogliere i rifiuti presenti sulla spiaggia. Questo robot è un progetto che si sta sviluppando e migliorando ad opera della start-up Robot Missions che conta di migliorare il progetto e rendere Bowie un robot autonomo.



### A1A3

Dispositivo con movimentazione autonoma che segue l'operatore durante le operazioni di raccolta rifiuti diventando un valido alleato grazie alla sua funzione. Il robot aiuta l'operatore a raccogliere l'immondizia e permette di riporre su di sé la scopa e gli altri attrezzi utili per effettuare le operazioni di pulizia. Nella foto si vede A1A3 che segue l'operatore.



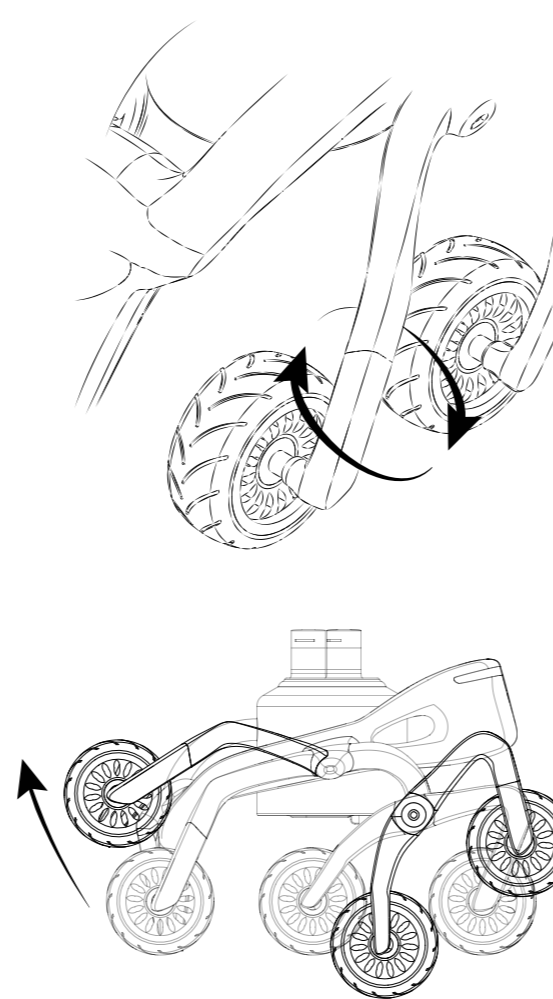
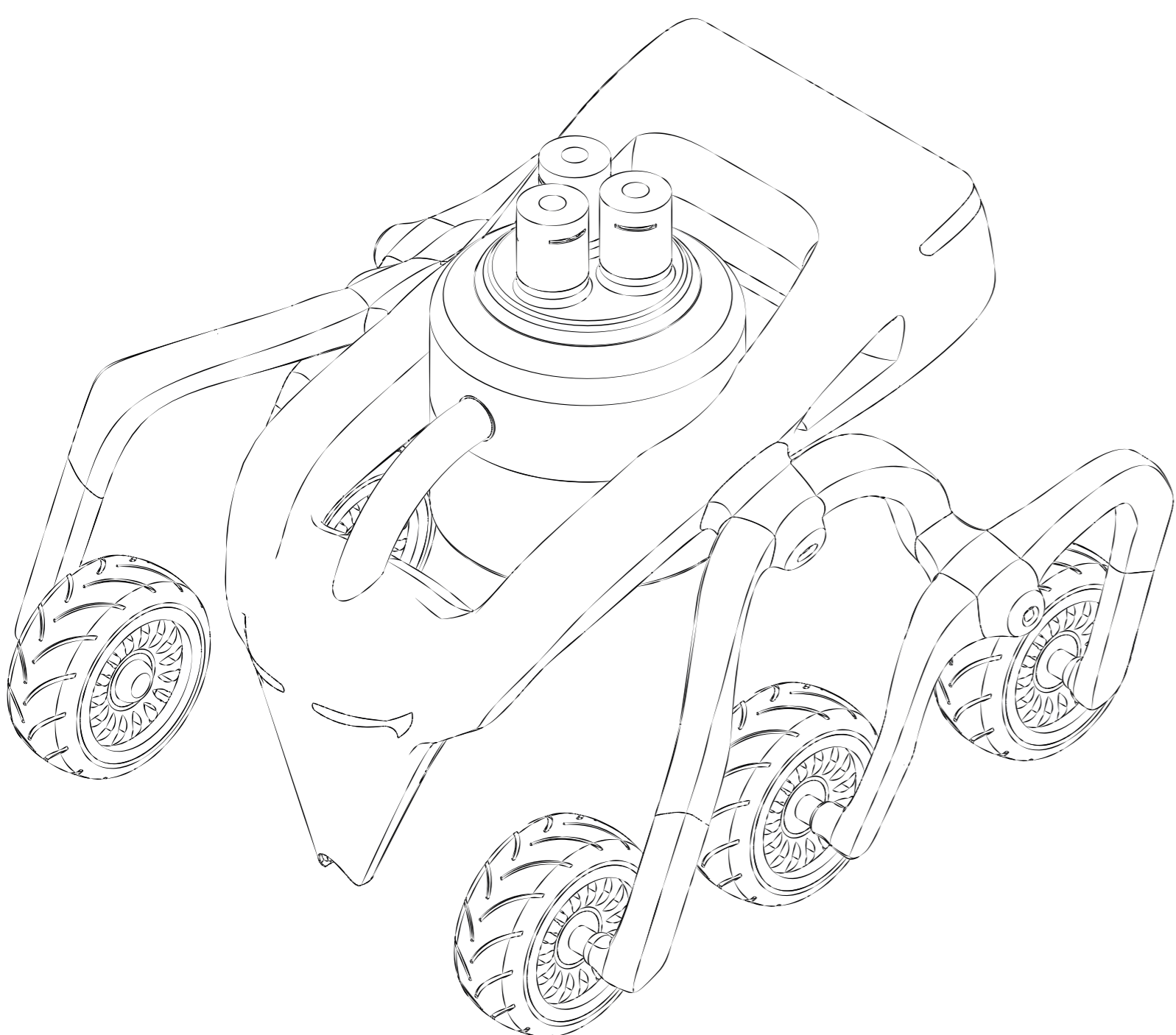
### Tennant ATLV 4300

Il dispositivo permette di raccogliere i rifiuti, attraverso il tubo che l'operatore può manovrare mentre guida il veicolo, sui prati, sulle strade o nei parchi. Questo mezzo può operare senza problemi fino ad un'ampiezza di circa settemila metri quadrati e caricare oltre 400 litri di rifiuti.



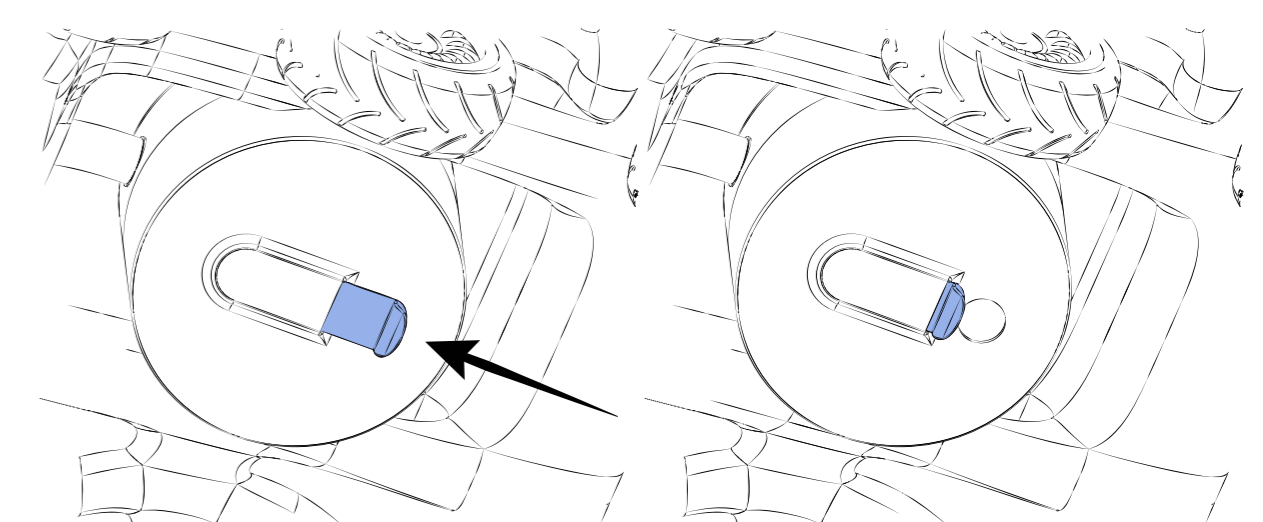
### Baryl: Trash can robot

Robot che segue le persone e le aiuta a non gettare rifiuti per terra nei grandi spazi pubblici. Disegnato da SNCF Gares & Connexions, in collaborazione con AREP Designlab e sviluppato da Immersive Robotics ha ricevuto il premio JANUS Label of Excellence dall'Istituto di Design Francese. È un robot pensato per

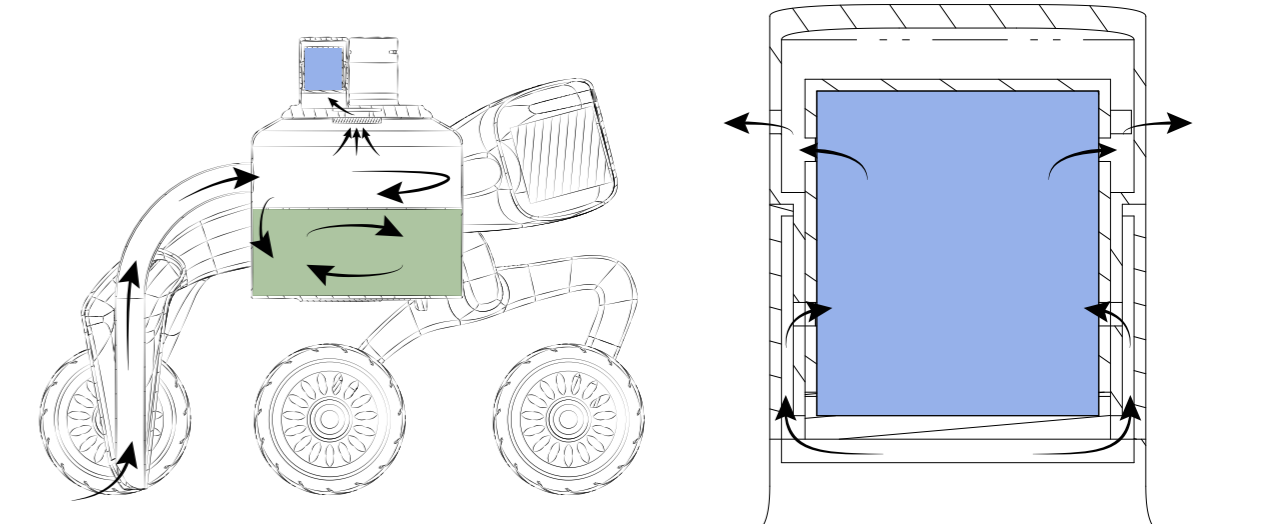


**1 Rotazione del braccio**  
I bracci attaccati alla prima coppia di ruote e alla terza coppia, partendo dal fronte del robot, sono discontinui. Questo permetterà nella realizzazione finale di avere la possibilità di sterzare le ruote a destra e sinistra. Avere due coppie di ruote sterzanti per lato migliora la mobilità del robot.

**2 Oscillazione degli assi**  
Il robot ha un corpo centrale ancorato a due assi della tipologia Rocker-Bogie, formati da tre ruote. La prima è indipendente ed il braccio può sollevarsi e abbassarsi, mentre le altre due sono collegate e agganciate ad un perno che permette loro di ruotare insieme, così facendo una delle due rimane sempre a terra durante la fase di superamento degli ostacoli permettendo al robot di mantenere la stabilità.

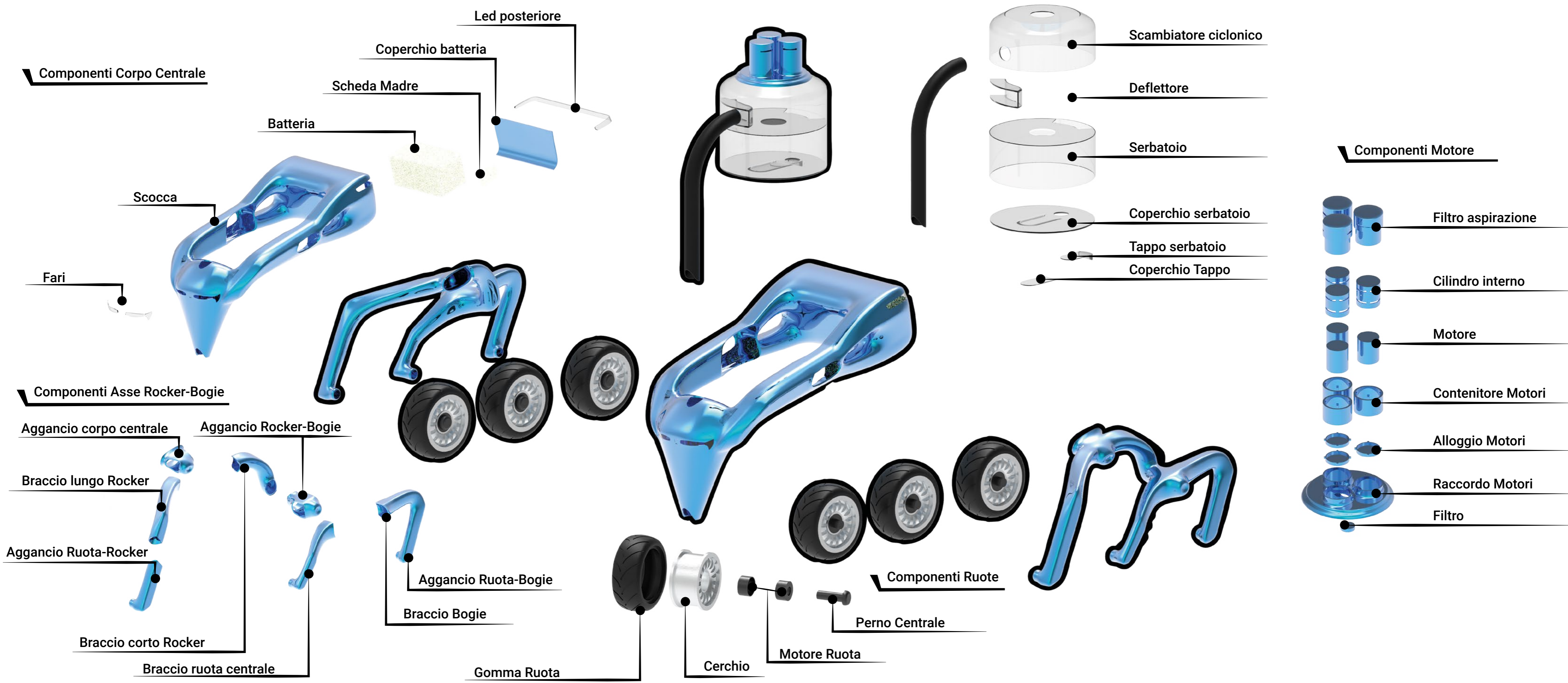


**3 Chiusura tappo**  
La chiusura del serbatoio è stata pensata per permettere al robot di svuotare autonomamente i propri rifiuti raccolti senza l'aiuto di un operatore. La conformazione del tappo è pensata per permetterne lo scorrimento attraverso l'urto o la pressione dello stesso da parte di un tubo o della base di ricarica. Terminata l'operazione di svuotamento il tappo si richiude per mezzo di una molla a compressione posta all'interno del coperchio ed il robot lascia la postazione.

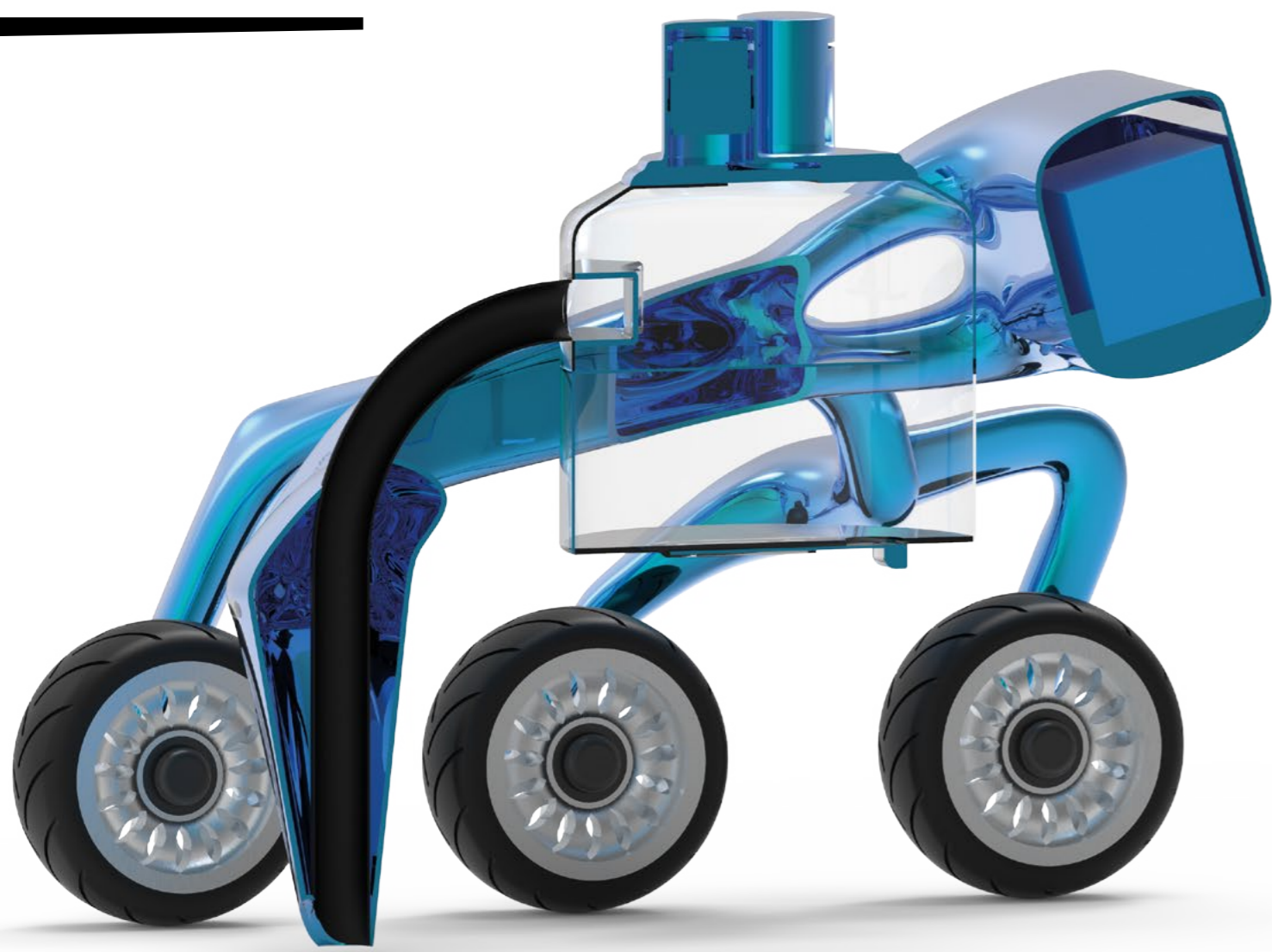


**4 Aspirazione**  
Il rifiuto passa attraverso il sistema di aspirazione, dal tubo, fino al serbatoio passando dal filtro ciclone o di aspirazione. L'aria presente viene risucchiata attraverso il buco del raccordo, coperto da un altro filtro in tessuto, per poi finire nel motore, il quale la spinge via verso l'esterno attraverso un ulteriore filtro posto nella parte terminale del comparto motore.

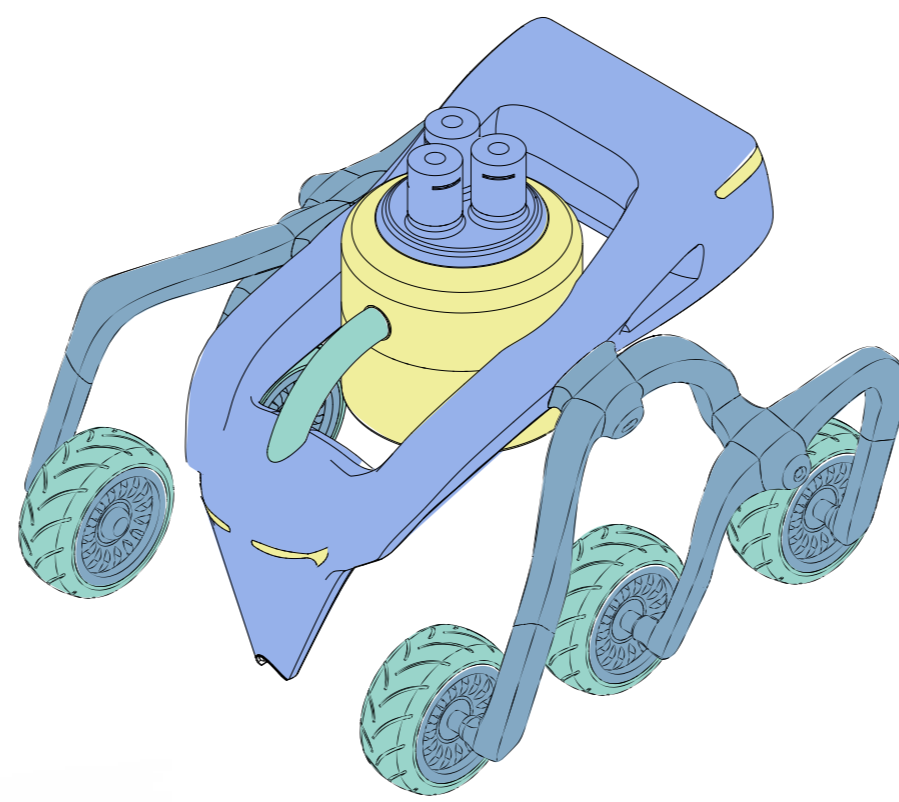
# Abaco Componenti



## Sezione



## Materiali

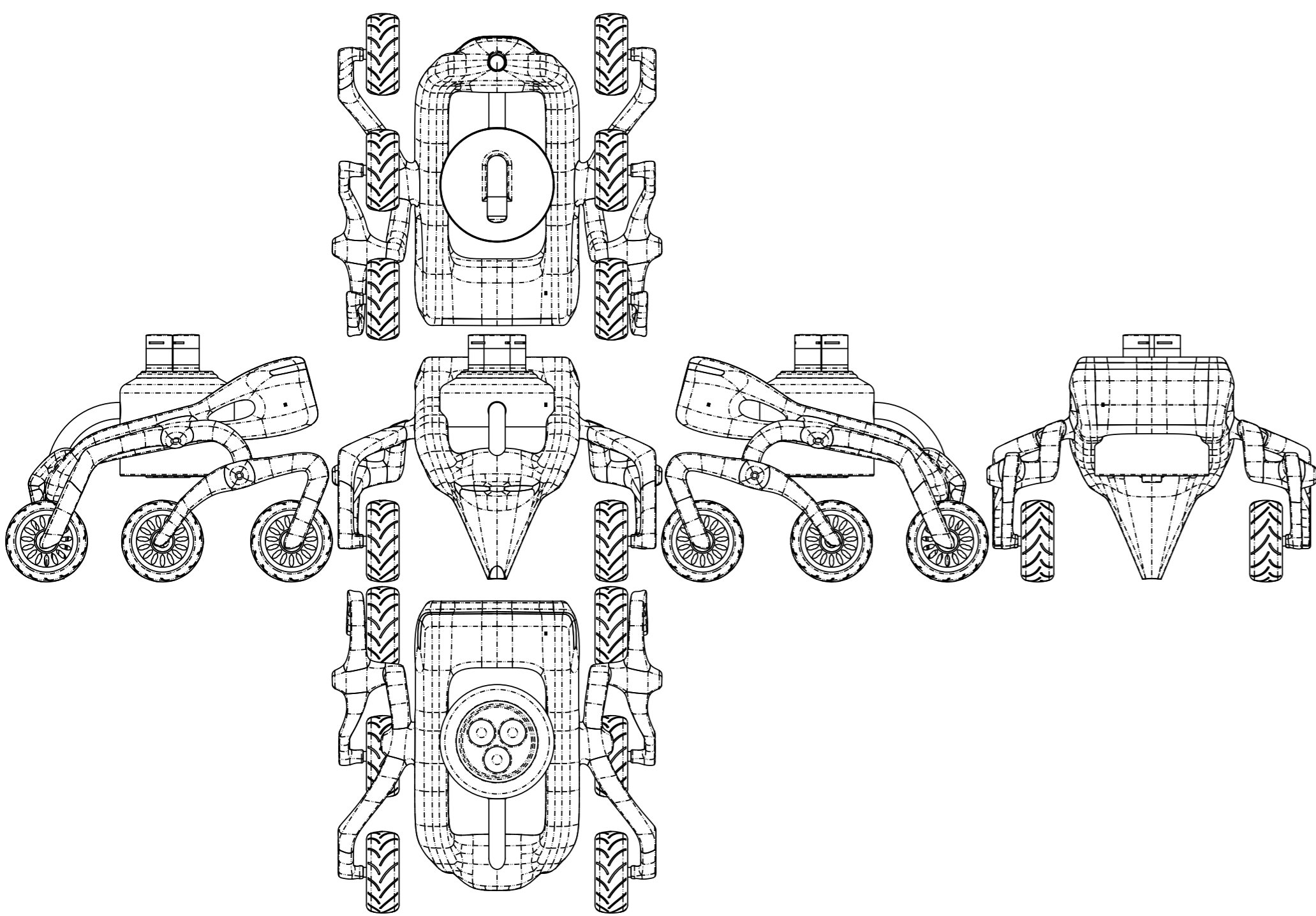


- ABS
- Poliamide + Carbon Fiber
- Policarbonato
- Gomma EPDM

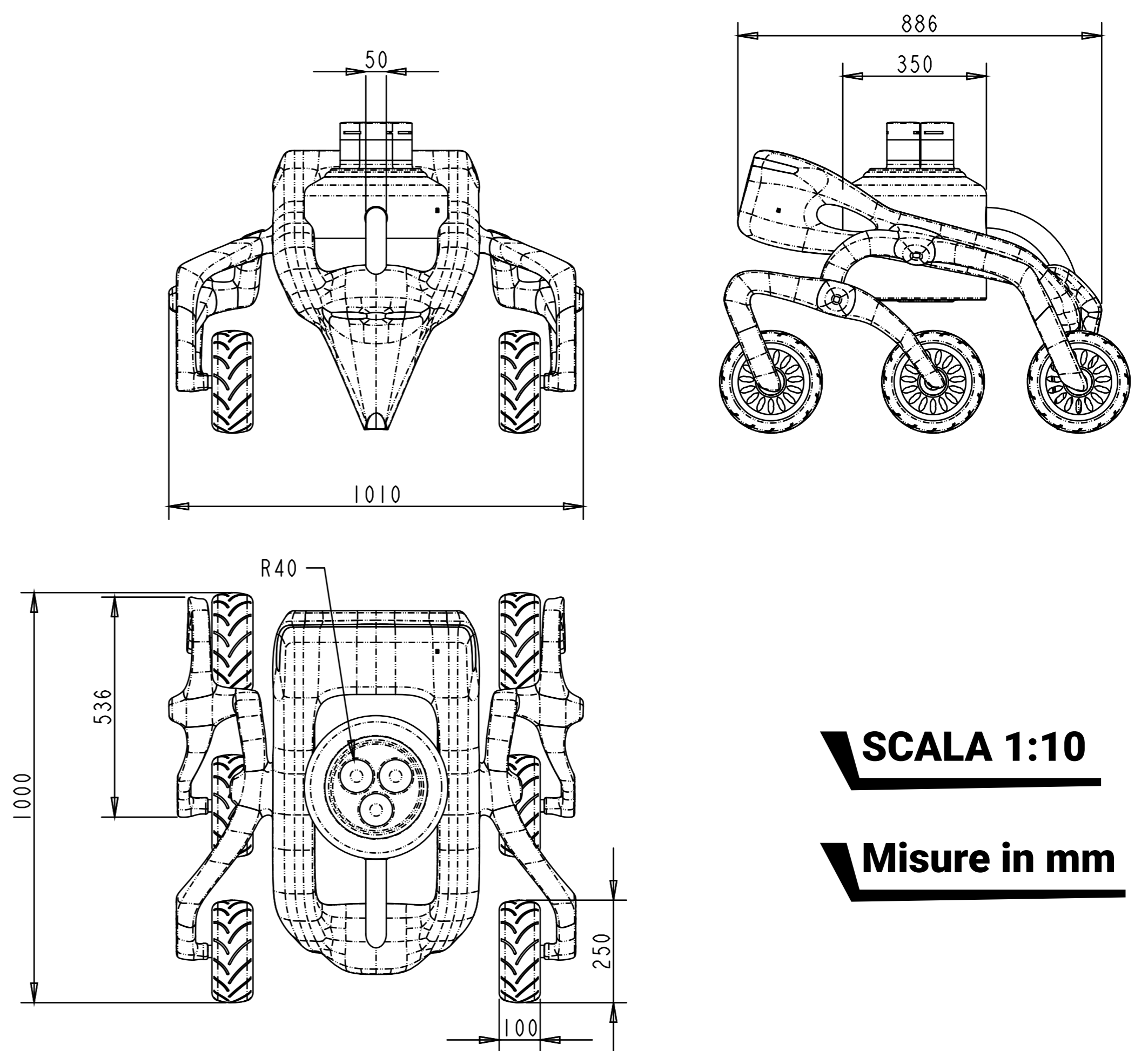
**Stampaggio a iniezione**

**Vulcanizzazione della gomma**

## Viste Robot



## Proiezioni Ortogonali



**SCALA 1:10**

**Misure in mm**



Scuola di Ateneo  
Architettura e Design  
Eduardo Vittoria  
Università di Camerino

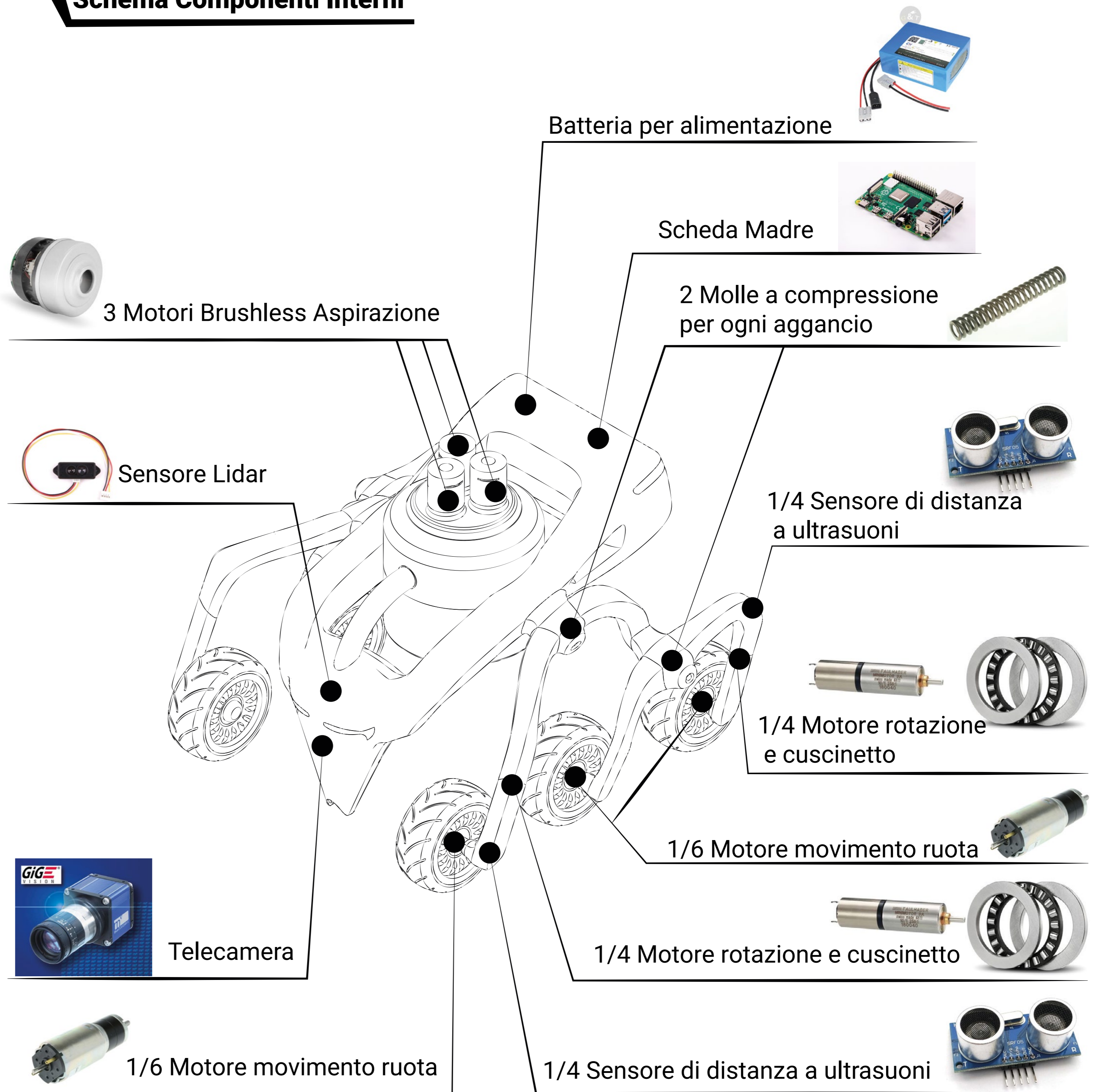
Corso di Laurea in DESIGN COMPUTAZIONALE | LM-12  
A.A 2018/2019  
Tesi Magistrale progettuale dal titolo:  
"ROBOCOLLECTOR" - Robot autonomo aspira rifiuti per parchi pubblici.

Relatore: Luca Bradini  
Corelatore: Pierluigi Antonini  
Corelatore: Francesco Pezzuoli  
Studente: Marco Chiappini

## TABELLA DEI REQUISITI

ID	NOME	DESCRIZIONE	PRIORITÀ
I001	Inizio lavoro	Il sistema viene attivato mediante: -applicazione telefono -comandi vocali -programmazione settimanale lavoro	A M M
MP001	Mappatura area	Il sistema rileva l'area di lavoro mediante un sensore lidar ed una telecamera posti più in alto rispetto al robot mediante un braccio automatico.	A
MO001	Movimentazione	Il sistema si muove attraverso le ruote ad una velocità di 2 chilometri all'ora, coprendo un'area di 44 m <sup>2</sup>	A
MO002	Movimento	Il sistema equipaggia sei ruote montate su due assi rocker-bogie, movimentate da sei motori DC in asse. Le ruote due ruote anteriori e posteriori sono sterzanti	A
R001	Rilevamento rifiuti	Il sistema utilizza la telecamera anteriore ed il sensore lidar per individuare il rifiuto e raggiungerlo percorrendo il percorso più corto.	A
R002	Rilevamento ostacoli	Il sistema riconoscerà ostacoli con: -una telecamera ed un sensore lidar posti sul braccio meccanico. -due telecamere poste ai lati del robot. -un sensore di distanza rivolto nella zona davanti le ruote per evitare eventuali dislivelli eccessivi.	A
A001	Aspirazione rifiuti	Il sistema aspira rifiuti equipaggiando: -Telecamera industriale per il riconoscimento dei rifiuti rispetto a foglie e ghiaia -Bocchettone di aspirazione del diametro di 5 centimetri -Serbatoio da 20 litri con una base di Ø40 cm ed una altezza di 20 cm -Apertura del serbatoio per contatto con la base di aspirazione. -Motore brushless -Canalizzazione dell'aria tramite effetto venturi	A
E001	Espulsione rifiuti	Il sistema apre il serbatoio dei rifiuti tramite contatto con la base di ricarica che apre il coperchio quando il robot va verso il connettore per la ricarica.	A
E002	Serbatoio pieno	Il sistema rileva che il serbatoio è pieno mediante un sensore di distanza posto sulla parete superiore del serbatoio e avvia il robot verso la base di ricarica utilizzando il percorso più veloce.	A
C001	Comunicazione	Il sistema comunica: -attraverso lo standard BLE5 -comandi vocali	A M
B002	Batteria scarica	Il sistema deve tornare alla base di ricarica quando la batteria è quasi scarica utilizzando il percorso più rapido	A
F001	Feedback segnalazione	Il sistema utilizza dei led lampeggianti per segnalare: -Lavoro in stato di avanzamento(-led gialli lampeggianti) -Problemi o guasti(led rossi lampeggianti) -Serbatoio carico (led gialli fissi) -problema irreparabile(led rossi fissi) -in carica(led verdi progressivi) -batteria carica(led blu fissi)	A

## Schema Componenti Interni



## FEEDBACK VISIVI DI SEGNALAZIONE



FASE DI CARICA



FASE DI LAVORO



CARICA COMPLETA/  
ACCENSIONE



SEGNALAZIONE GUASTO





# Robo-collector



S A A D  
Scuola di Ateneo  
Architettura e Design  
Eduardo Vittoria  
Università di Camerino

Corso di Laurea in DESIGN COMPUTAZIONALE | LM-12  
A.A 2018/2019  
Tesi Magistrale progettuale dal titolo:  
"ROBOCOLLECTOR" - Robot autonomo aspira rifiuti per parchi pubblici.

Relatore: Luca Bradini  
Corelatore: Pierluigi Antonini  
Corelatore: Francesco Pezzuoli  
Studente: Marco Chiappini

# Robo-collector

Titolo tesi:  
**Robot autonomo aspirarifiuti  
per parchi pubblici**

A.A. 2018/2019

Relatore :  
Prof. Arch. Luca Bradini

1° Correlatore :  
Pierluigi Antonini

2° Correlatore:  
Francesco Pezzuoli

Studente :  
Marco Chiappini



S A A D

Scuola di Ateneo  
Architettura e Design "Eduardo Vittoria"  
Università di Camerino



Università degli Studi di Camerino  
Scuola di Architettura e Design SAAD  
"Eduardo Vittoria"  
Corso di laurea Magistrale in:  
"Design Computazionale" - LM-12  
a.a. 2018/2019

## Robocollector - Robot autonomo aspira rifiuti per parchi pubblici

Relatore: Prof. Arch. Luca Bradini  
Correlatore : Prof. Ing. Pierluigi Antonini  
Correlatore : Prof. Francesco Pezzuoli  
Studente: Chiappini Marco

# Indice

---

	Abstract	6
1	La dispersione dei rifiuti	8
2	Rifiuti nei parchi pubblici	25
3	Scenario di riferimento	31
4	Keywords	36
5	Stato dell'arte	38
6	Requisiti progettuali	49
7	Moodboard	54
8	Ideazione e sviluppo del concept	56
9	Sviluppo progettuale	60
10	Risultati del caso studio	84
11	Conclusioni progettuali	98
12	Sitografia	100

# Ab- stract

Il progetto di ricerca si occupa di indagare il tema della dispersione dei rifiuti presente all'interno dello scenario più vasto dell'economia circolare. Questa importante problematica si sviluppa in un contesto temporale inserito nell'anno 2020, periodo entro il quale gran parte degli stati hanno recepito le problematiche riguardanti la situazione globale dal punto di vista climatico e ambientale, i quali stanno attuando diverse strategie per cercare di arginare questa grande piaga.

Nei megatrend definiti a livello globale dalle organizzazioni mondiali, questa ricerca pone il focus su quelli del Watch Institute<sup>1</sup> tra i quali interessa particolarmente il trend del clima e della scarsità di risorse. Ambito comune a diversi global goal, ovvero obietti-

vi fissati al 2050, per uno sviluppo sostenibile, da parte dell'ONU.

Il progetto di ricerca si occupa quindi di conoscere meglio il fenomeno della dispersione dei rifiuti, in particolare delle plastiche e microplastiche. Quest'ultimo è emerso in maniera preponderante negli ultimi anni ed è balzato in alto nella scala delle tematiche di rilievo percepite dalla società grazie ai media, alle organizzazioni ambientaliste e all'emergenza reale che mina la sopravvivenza di molte specie marine e la salvaguardia degli ecosistemi. Altre tipologie di rifiuti sono rappresentate in particolare dalle gomme da masticare, definite come Chewin-gum o gomme americane e le cicche di sigaretta. Quest'ultime rappresentano un dato significativo tra i rifiuti più presenti nei parchi pubblici.

I parchi sono lo scenario specifico dove si inserisce il caso studio di questa ricerca. Le motivazioni riguardano, la volontà di curare le zone verdi delle città che nella stragrande maggioranza dei casi sono lasciate all'incuria di alcuni cittadini, i quali gettano sul loro suolo rifiuti di ogni genere.

Nella parte finale del percorso è stata presa la scelta di sviluppare un robot per la cura del verde pubblico in grado di aspirare i piccoli rifiuti presenti nel parco, tra i quali emerge in quantità maggiore la presenza di cicche di sigaretta.

Le supposizioni fatte durante lo svolgimento degli esami sono state confermate dalle ricerche sul campo che hanno dato forza ed evidenziato l'importanza di questo lavoro progettuale.

Il casostudio scelto è stato quello di un robot autonomo in grado di aspirare i piccoli rifiuti in un parco pubblico, ispirandosi alla tipologia del rover spaziale.

Il mars rover della prossima missione su Marte "Perseverance" ed il Mars Science Laboratory soprannominato "Curiosity" sono due esempi di robot al quale il progetto si ispira proprio per la loro caratteristica di essere autonomi in uno spazio aperto.

Lo scenario di ricerca si inserisce in un contesto futuribile dove saranno presenti camion dell'immondizia a guida autonoma, stazioni autonome di raccolta dei rifiuti e robot in grado di raccoglierla. Tutte le tipologie di materiale saranno poi selezionate negli impianti di riciclo, attraverso macchinari intelligenti e capaci di selezionare i rifiuti per tipologia. L'obiettivo è di sensibilizzare sul tema del riciclo del 100% dei rifiuti senza disperderne alcuno, migliorando la cura degli spazi pubblici cercando di migliorare il benessere dell'uomo. Robocollector, il casostudio preso in esame in questa ricerca vuole rappresentare un primo passo in tal senso, sperando un giorno di automatizzare la totalità delle mansioni più degradanti e scomode riguardanti il campo dei rifiuti, al fine di migliorare la qualità della vita dell'uomo.

Note

<sup>1</sup>\_ Il Worldwatch Institute è un'organizzazione di ricerca ambientale a livello globale con sede a Washington, D.C. Worldwatch è stato nominato come uno dei primi dieci centri di ricerca per lo sviluppo sostenibile di Globescan Survey of Sustainability Experts. La sua missione è quella di lavorare per accelerare la transizione verso un mondo sostenibile che soddisfi i bisogni umani, attraverso la ricerca e la divulgazione che ispirino l'azione.



# 1 La dispersione dei rifiuti

Il progetto nasce dalla volontà di sensibilizzare l'opinione pubblica ed approfondire una problematica grave ed enormemente diffusa su tutto il pianeta. Si parla di una questione impellente che minaccia la nostra salute e quella dei nostri ecosistemi, ovvero la dispersione dei rifiuti.

Prima di affrontare il problema occorre conoscere quali siano le cause dalle quali è scaturita e come siamo arrivati a questo punto così preoccupante.

La rivoluzione industriale ha portato un assunto fondamentale rimasto ancora invariato, il modello "produci, consuma, dismetti". Una linearità che porta dalla raccolta all'estrazione di materie prime, attraverso la società e via verso le discariche, i fiumi, camini, inceneritori. Il flusso di materia in ingresso nel sistema



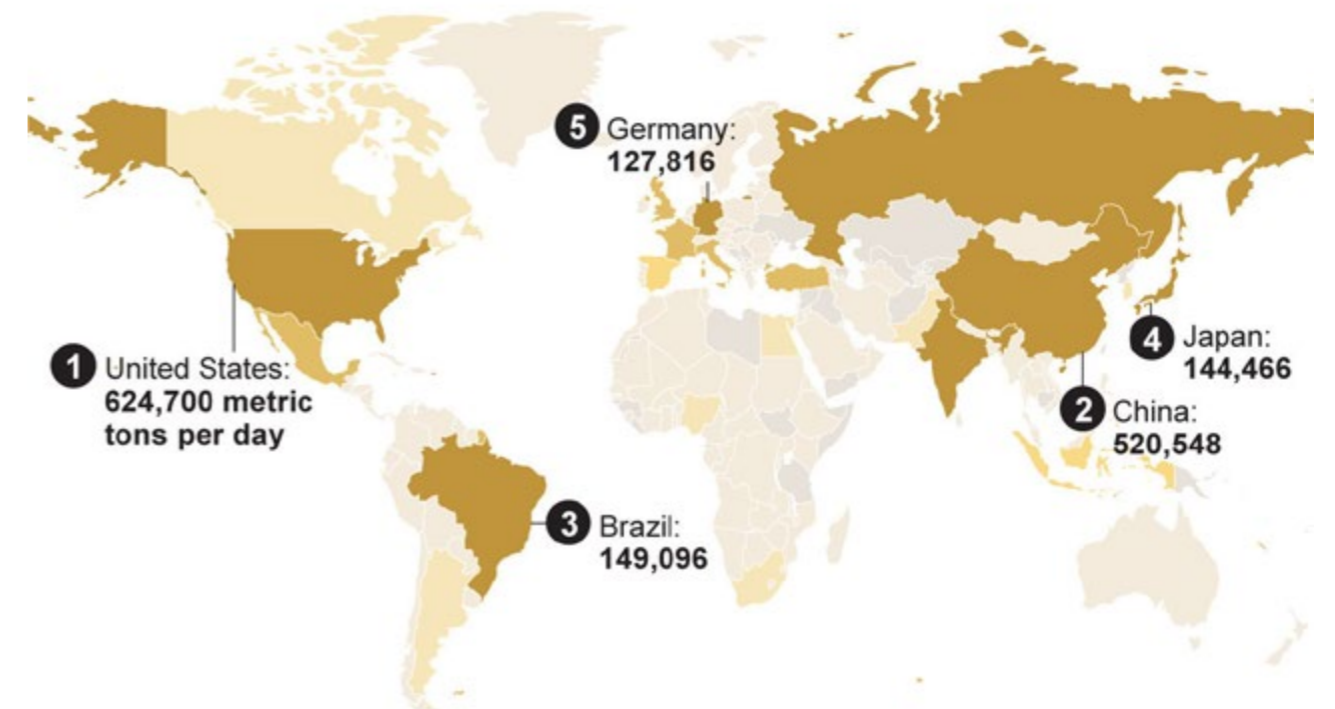
Fig.1

è immenso, solo nel 2010 oltre 65 miliardi di tonnellate di nuovi materiali sono entrati nell'economia. Nel 2020, in uno scenario di Business As Usual (BAU), si prevede di raggiungere il tetto degli 82 miliardi. Risorse che, naturalmente, non sono distribuite egualmente tra stati e che quindi sono contese, vista la crescente domanda di materia risultante dalla crescita demografica globale, stimata a 9 miliardi nel 2050, e dall'ingresso della classe media dei consumatori di sempre più persone, intorno ai 3 miliardi entro la fine del decennio.

Serve comprendere quali processi trasformare per creare un mondo dove tutti possono sfruttare il benessere offerto dalle tecnologie e dai saperi, superando i limiti imposti dall'economia lineare. Negli ultimi anni il mercato sta realizzando, lentamente, che il modello lineare, che porta dalla materia prima alla discarica, presenta sempre più problemi, tra cui, scarsità della risorsa, prezzi crescenti della materia prima, difficoltà di approvvigionamento, fragilità di alcuni punti della global supply chain, minati da guerre, tensioni politiche, fenomeni catastrofici, protezione delle riserve strategiche e costi di gestione del rifiuto alle stelle. Simultaneamente fenomeni come isole di plastica galleggiante, impatti ambientali e climatici della logistica globale di materie prime, malattie respiratorie legate alla combustione di spazzatura in molti paesi di nuova industrializzazione o in via di sviluppo, contaminazione di fiumi e mari, l'abbondanza di malattie legate alla cattiva gestione delle discariche mostrano gli impatti negativi dei rifiuti sulla nostra salute e su quella del pianeta. Il segnale d'allarme più preoccupante per gli economisti sono i prezzi. Secondo la società di consulenza McKinsey, l'indice dei prezzi delle commodities, in calo per tutto il Novecento, è sceso da 180 punti da inizio del secolo scorso, fino a meno di 90 verso la fine. Negli ultimi 15

## Who generates the most waste?

Metric tons of solid waste generated each day\*  
(In thousands)



\*Figures are from a 2011 report that compiled data from earlier years.

Source: World Bank

Angelica Quintero / @latimesgraphics

anni è tornato a salire, in maniera esponenziale sfondando quota 240 punti. La risposta alla domanda "dove trovare nuova materia" per calmierare i prezzi è stata individuata in una grande risorsa prima, rimasta vergine e da sempre sotto gli occhi di ognuno di noi, ovvero, l'immensa quantità di beni, materiali, scarti di produzione buttati ogni anno, insieme alla miriade di oggetti e macchinari che giacciono inutilizzati, in attesa di finire nel cassonetto. Si calcola che ogni anno si generino 1,3 miliardi di tonnellate di rifiuti solidi urbani, in inglese Municipal solid Waste (MSW), ovvero una media di 1,2 chilogrammi di rifiuto al giorno pro capite. Secondo stime presentate dalla World Bank nel report "What a Waste. A global review of the MSW" nel 2025 queste cifre potrebbero aumentare fino a 1,42 chilogrammi di rifiuto pro capite, per oltre 2,2 miliardi di tonnellate l'anno. Solo in Italia si genererebbero 65 milioni di tonnellate di rifiuti urbani annui. Oggi siamo a circa 55, dei quali 13 vengono differenziati. Il rifiuto potrebbe essere molto di più, a causa della mancanza di statistiche globali accurate. Sempre secondo questo report nel mondo sono stati prodotti due miliardi di tonnellate di rifiuti solidi urbani (rifiuti domestici e commerciali), un netto aumento rispetto all'1,8 miliardi di tonnellate di tre anni prima. Ciò corrisponde a circa 740 grammi al giorno pro capite, includendo nel conto ogni uomo, donna e bambino sulla Terra. Questa cifra non include la quantità ancor più vasta di rifiuti prodotti dal settore industriale. Gli scarti solidi industriali contengono più materiali come gli



Fiumi di rifiuti in indonesia. Fonte Ohga!

scarti di metallo prezioso e la loro raccolta è da tempo gestita assai meglio da aziende in cerca di profitto. C'è poi il problema più rilevante in termini di gestione dei rifiuti, ossia i 30 miliardi di tonnellate di anidride carbonica che ogni anno finiscono nell'atmosfera. I paesi che diventano più ricchi e industrializzati tendono a consumare e a gettare via di più. La popolazione dei paesi industrializzati corrisponde al 16 per cento di quella mondiale, ma produce il 34 per cento dei rifiuti del pianeta. La parte del mondo non industrializzato sta velocemente accorciando le distanze. Se le tendenze resteranno quelle attuali, secondo le proiezioni della Banca mondiale, entro la metà del secolo la popolazione europea e nordamericana arriverà a produrre il 25 per cento di rifiuti in più rispetto a oggi. Nello stesso lasso di tempo, il volume aumenterà del 50 per cento in Asia orientale, del 200 per cento in Asia meridionale e del 300 per cento nell'Africa subsahariana). La cifra mondiale annua sarà di circa 3,4 miliardi di tonnellate. Nella relazione della Banca mondiale si afferma che la produzione di rifiuti sta aumentando a un ritmo troppo elevato e che non può procedere di pari passo con la crescita economica e il miglioramento del tenore di vita. Per porre fine a questa correlazione è necessario che tutti gettino via meno e riutilizzino di più, rendendo così le economie più "circolari", come dicono gli attivisti. Questo può avvenire solo se le persone cominceranno a "identificare l'economia circolare con il guadagnare denaro", sostiene Tom Szaky di Terracycle, azienda sviluppatrice di tecnologie per l'uso di materiali difficili da riciclare. "Prendi, usa e getta" deve cedere il passo a "riduci, riusa, ricicla", afferma Szaky.

Il problema dei rifiuti al livello globale forse non è una sfida terrificante come quella del riscaldamento climatico, ma potrebbe essere più semplice da risolvere. Questo perché le azioni locali di raccolta e riciclo dei rifiuti hanno effetto immediato sul territorio e possono quindi innescare un circolo virtuoso del cambiamento.

La gente prende più facilmente l'iniziativa se può vedere quasi subito i risultati di un cambiamento delle abitudini. A maggior ragione se si considera che diminuire la produzione di rifiuti comporta non uno, ma due benefici. Non solo risolve un grande problema (i rifiuti solidi) ma, diversamente dalla lotta allo

smog, crea un beneficio tangibile sotto forma dei materiali riciclati che possono essere nuovamente usati. In aggiunta, tutti sanno quanto sia spiacevole vedersi circondati da rifiuti solidi (l'unica categoria di rifiuti presa in considerazione in questo rapporto).

Questo non significa che passare a un'economia più circolare sarà facile. Attualmente il 37 per cento dei rifiuti solidi finisce in discariche interrato in tutto il mondo, il 33 per cento in discariche a cielo aperto, l'11 per cento negli inceneritori. Una parte finisce in cumuli di compost. Negli Stati Uniti sono attualmente riciclati due terzi dei barattoli di alluminio, ma solo il 10 per cento della plastica. In totale solo il 13 per cento dei rifiuti solidi urbani di tutto il mondo è riciclato e questa rappresenta una cifra troppo bassa. Nel luglio 2018 la corte suprema dell'India ha lanciato un monito sullo stato di Delhi, la capitale del paese, sepolta sotto immensi cumuli di rifiuti. Quando le discariche prendono fuoco, come è successo a più di 70 discariche in Polonia nell'arco di una torrida estate, i fumi tossici invadono e soffocano le zone circostanti. I materiali tossici si infiltrano nel terreno e avvelenano i bacini idrici.

Alcuni fiumi dell'Indonesia sono talmente ricoperti dai rifiuti da rendere impossibile vedere l'acqua. Secondo quanto riportato dalle Nazioni Unite, nelle aree dove i rifiuti non sono raccolti con regolarità l'incidenza della diarrea è doppia e le infezioni acute delle vie respiratorie sono sei volte più frequenti del normale. L'immondizia gettata in mare può tornare a terra creando il caos. Ad agosto il mare Arabico ha depositato in soli due giorni dodicimila tonnellate di detriti e rifiuti sulle coste di Mumbai. Oppure può privare il mare dei suoi tesori. I pescatori del mare Arabico lamentano il fatto che la plastica pescata è diventata il quadruplo del pesce. L'isola di rifiuti nel Pacifico (o Great Pacific garbage patch) nasce da un vortice oceanico delle dimensioni dell'Alaska a nord dell'oceano Pacifico e su di esso confluisce ogni rifiuto galleggiante portato dalle correnti: oggi si stima che possa contenere 79mila tonnellate di rifiuti in plastica.

Entro il 2025 i gas serra prodotti dall'industria dei rifiuti e nati dal susseguirsi di reazioni chimiche all'interno delle fosse, potrebbero rappresentare l'8-10 per cento del totale delle emissioni responsabili del riscaldamento globale. Se non si trova rimedio, questa discarica a cielo aperto rischia di travolgere il pianeta. La buona notizia è che in tutto il mondo sia la classe politica sia la sfera pubblica si stanno sempre più rendendo conto dei costi in termini economici, ambientali e umani dei rifiuti, nonché delle opportunità perse che rappresentano.

Molti dei governi dei paesi meno industrializzati cominciano a capire che spendere meno, o niente, nella gestione dei rifiuti significa dover pagare di più per servizi come l'assistenza sanitaria necessaria a curare le ricadute sulla salute di questa condotta. Nel mondo meno industrializzato viene raccolta solo la metà dei rifiuti urbani; nei paesi con i redditi più bassi circa il 90 per cento degli scarti finisce nelle discariche abusive. Per far sì che i dati migliorino è necessario investire in infrastrutture per la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti come discariche gestite o inceneritori a basso impatto ambientale. L'esempio di Taiwan dimostra che è possibile e che non significa affatto porre ostacoli al riciclo.

I paesi ricchi hanno già queste strutture: ora devono aumentare la capacità di ricavare materiali di valore dai propri cicli di rifiuti. Per un ventennio hanno contato sui paesi in via di industrializzazione, prima tra tutti la Cina, per far riciclare i propri rifiuti. Nell'arco degli ultimi 25 anni, nei porti della Cina sono stati scaricati 106 milioni di tonnellate di plastica da riciclare provenienti da tutto il mondo. Tutto questo sistema è saltato in aria quando la Cina ha chiuso le sue frontiere

all'importazione di plastica e carta indifferenziata, nel gennaio del 2018, senza alcuna preoccupazione per le conseguenze sull'ambiente. I responsabili della gestione dei rifiuti di tutto il mondo si sono così trovati con tonnellate di rifiuti indesiderati e i politici con montagne di domande alle quali non sanno rispondere, tra le quali, come aumentare l'efficacia della raccolta differenziata e cambiare finalmente l'approccio dei cittadini al problema rifiuti.



La classe politica europea e quella statunitense, a dispetto delle posizioni prese dal presidente Donald Trump, rese note dai media e dai social network, si stanno dando degli ambiziosi obiettivi nel campo del riciclo e stanno cercando di cambiare radicalmente il loro metodo di gestione dei rifiuti.

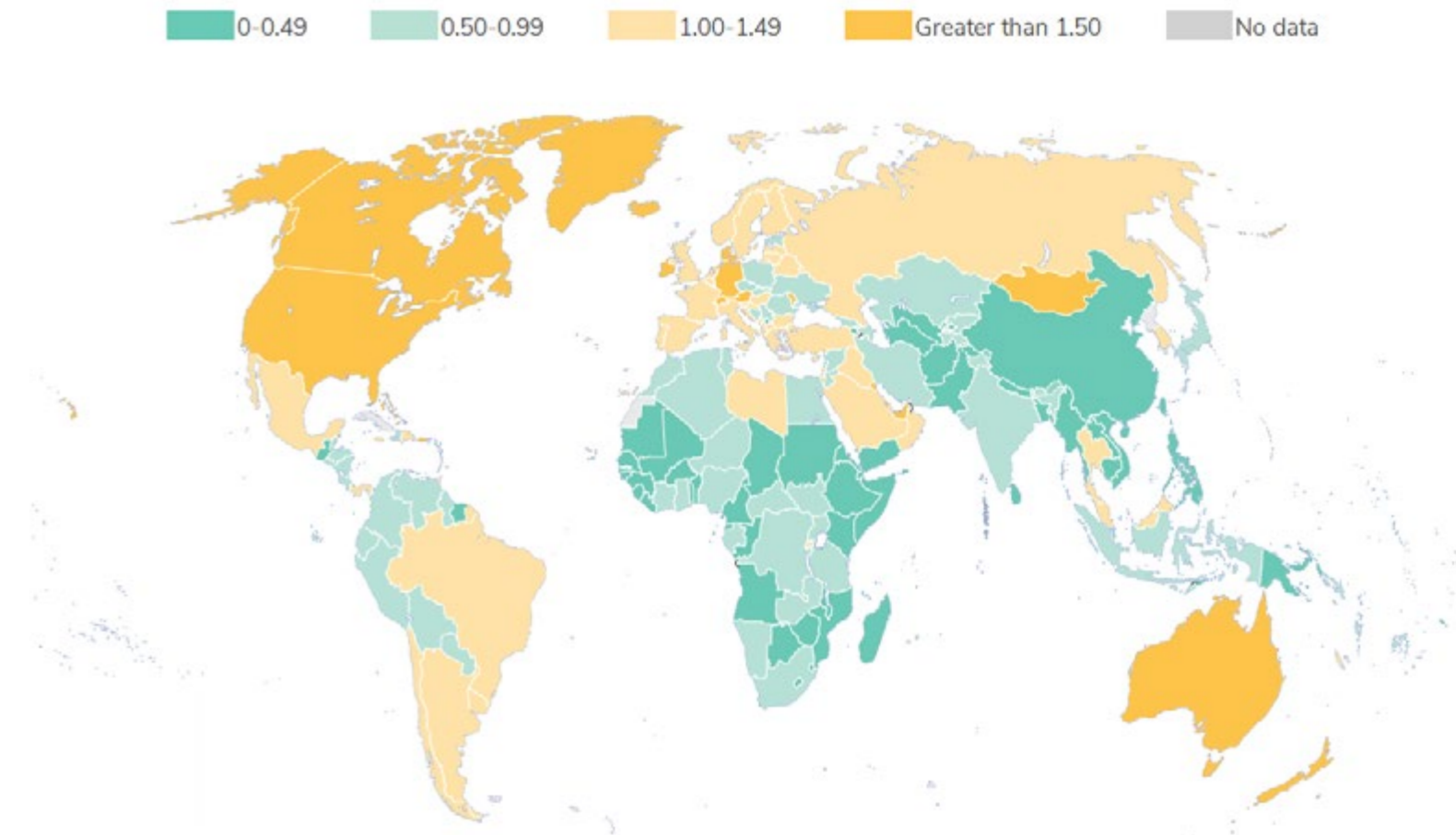
Tecnici o imprenditori come Huang e Szaky sognano e danno forma a modi più intelligenti e produttivi di gestire e riutilizzare l'immondizia. Le multinazionali cominciano a prendere in considerazione modelli d'impresa a basso impatto basati su contratti per fornitura di servizi anziché sulla vendita di prodotti. E molti sono i consumatori che stanno adottando stili di vita più semplici.

I bilanci delle amministrazioni locali, d'altro canto, sono ovunque limitati. Le guerre doganali ostacolano il commercio di scrap (come vengono chiamati nel settore i rifiuti riciclati). Sono necessarie leggi che regolamentino la gestione dei rifiuti, ma spesso sono scritte in modo oscuro. I governi devono ancora trovare il modo di sostenere investimenti su larga scala nel settore del riciclo, ostacolato dal continuo calo dei prezzi delle materie prime. E molti temono che il passaggio a una economia più circolare possa essere dannoso per chi opera secondo il vecchio modello d'impresa.

Questi sono problemi reali ma non insormontabili. Negli anni novanta la crescita economica, l'innalzamento del tenore di vita e il forte aumento dei consumi avevano di gran lunga superato la capacità di Taiwan di gestire i suoi rifiuti, portando il paese a guadagnarsi il soprannome di Isola di immondizia. Nel 1993, 25 anni fa, un terzo dei rifiuti di Taipei non veniva nemmeno raccolto e né tantomeno riciclato. Nel 1996 i due terzi delle discariche erano ormai quasi pieni.

Di fronte al crescere delle proteste il governo decise la creazione di 24 impianti di incenerimento per bruciare i rifiuti, al costo di 2,9 miliardi di dollari. Allo stesso tempo, la popolazione fu incoraggiata a produrre meno rifiuti. Produttori e

Rifiuti urbani annuali pro capite, con media giornaliera. Fonte:



marchi di distribuzione hanno cominciato a contribuire ai costi di smaltimento dei loro prodotti, sia pagando un contributo per i costi di gestione e smaltimento, sia talvolta provvedendo essi stessi alla loro gestione.

Meno il prodotto è riciclabile e tanto più i costi per l'azienda saranno elevati. E questo schema è in vigore ancora oggi. I nuclei familiari pagano per la quantità di rifiuti non differenziati che producono, ma non per la carta, il vetro, l'alluminio e gli altri materiali riciclabili. Chi viene sorpreso a disfarsi illegalmente dei propri rifiuti va incontro a sanzioni salatissime e al pubblico scherno. Oggi un taiwanese getta, di media, 850 grammi di rifiuti al giorno, rispetto al chilo e mezzo di vent'anni fa.

Sono passati cinquant'anni da quando gli ecologisti hanno cominciato a implorare i consumatori di ridurre, riutilizzare e riciclare, e oggi esortazioni di questo genere riecheggiano da San Francisco a Shanghai. Il mondo, sommerso di rifiuti, ha finalmente cominciato ad ascoltare, ottenendo beneficio tangibile, sotto forma di materiali riciclati che possono essere nuovamente usati. Dato in aggiunta, tutti sanno quanto sia spiacevole vedersi circondati da rifiuti solidi. Dove la natura e la cultura non avrebbero modo di contaminare ecosistemi organizzati da millenni la dispersione dei rifiuti è arrivata grazie al turismo di massa. Quando il numero di visitatori annuali è molto più alto dei residenti, il turismo può avere un enorme impatto sulla zona. In Italia si parla specialmente di come le vacanze stiano distruggendo molti siti del patrimonio culturale, e nel contempo la quotidianità dei loro cittadini. Senza contare che molto spesso il turismo

inquina e altera giornalmente la sua stessa ragion d'essere, ovvero quegli angoli di paradiso o centri culturali di cui i turisti sono alla ricerca.

Lasciando da parte i dati sull'inquinamento atmosferico dato dai numerosi voli presenti nei cieli, la ricerca si concentra più che sul trasporto, quanto sul risultato del periodo di vita trascorso, tra il viaggio di andata e quello di ritorno. Il focus è puntato sui rifiuti solidi. L'impatto è differente a seconda del tipo di alloggio scelto.



Il Programma ambientale delle Nazioni Unite (Unep) stima che circa il 14% di tutti i rifiuti solidi globali è prodotto ogni anno esclusivamente dall'industria turistica. I turisti occidentali sono abituati a mantenere i loro stili di vita del paese d'origine e si aspettano di poterlo fare anche nelle destinazioni dove si recano, producendo in media rifiuti compresi tra 1 e 2 chilogrammi ogni giorno, una media molto maggiore di quella delle popolazioni autoctone, spesso superate in numero dai turisti con rapporti anche di 10 a 1. Talvolta i paesi o le città si trovano quindi ad avere un sistema di gestione dei rifiuti incapace di accogliere grandi numeri di turisti, e i rifiuti possono dunque finire in discariche illegali o venire inceneriti.

Non si deve poi dimenticare che il turismo è un settore che consuma molta acqua, poiché molti prodotti e servizi commercializzati dal settore turistico, come spa, idromassaggi e piscine, richiedono forniture affidabili e sicure di acqua dolce. Paradossalmente, molti di questi complessi si trovano in destinazioni turistiche in paesi a basso reddito, in cui il problema della scarsità d'acqua è costante per la popolazione autoctona.

Naturalmente, a monte di tutto c'è l'impatto sul sistema ambientale terrestre.

L'aumento della temperatura globale infatti costituisce un serio problema anche

per gli oceani. L'acidificazione dell'acqua dovuta alle sostanze rilasciate diminuisce il tasso di riproduttività di molte specie marine, e delle barriere coralline, uno degli ecosistemi più fragili e a rischio del mondo. Attività di snorkeling, immersioni e sport acquatici contribuiscono ad alterare il fragile ecosistema marino di molte aree, finendo per comprometterlo.

Il World Travel and Tourism Council ha stimato che il settore turistico costituisce il 10,4% del Pil mondiale, e dà impiego a quasi 300 milioni di persone. A livello globale, si prevede che il settore cresca a un tasso del 3,9% annuo. Anche i numeri di turisti sono destinati ad aumentare, ecco perché lo sviluppo di un turismo sostenibile è diventato una necessità del settore.

Il rapporto dell'Itp (International Tourist Partnership) ha mostrato come il settore alberghiero dovrà ridurre le sue emissioni di carbonio assolute del 66% entro il 2030. Di recente alcune catene alberghiere hanno preso in considerazione nuovi piani che consentano di ridurre i costi e gli sprechi, principalmente in relazione ad acqua, rifiuti ed energia.

Lo sviluppo di comportamenti più sostenibili soprattutto da parte dei turisti è un buon punto di partenza per tentare di arginare inizialmente questo che rischia di essere un grande contributo al problema generale.

La riprova che questo sia un problema di carattere generale da risolvere al più presto possibile è quello che è successo all'isola di Henderson. Il sito, a lungo luogo incontaminato, è stato iscritto nel 1988 nella lista del Patrimonio dell'Unesco, per il suo "eccezionale valore universale". Questo perché l'isola è al centro di una corrente subtropicale che gira come un mulinello e contribuisce allo sviluppo della vita marina e delle colonie di uccelli marini, nelle sue acque.



“Una delle ultime grandi isole calcaree ad aver conservato praticamente intatta l'ecologia. Henderson ha mantenuto la sua eccezionale bellezza, con spiagge di sabbia bianca, rocce calcaree e una ricca vegetazione praticamente intatta”,

si legge nel sito web dell'Unesco a proposito dell'isola. Ma la situazione è ben diversa, anche a causa di quella corrente. Fortunata solo per certi versi. Infatti ad essa va in qualche modo ascritta la presenza di enormi quantità di materie plastiche, intrappolate nel cosiddetto vortice dei rifiuti, nel Pacifico meridionale. Nel 2015, Lavers nel corso della sua prima spedizione, ha verificato la presenza di 700 pezzi di plastica per metro quadrato, una delle più alte concentrazioni al mondo. Nel complesso oltre 18 tonnellate di materie plastiche, in gran parte sepolte naturalmente e quindi neppure visibili, disseminate sulle spiagge dell'atollo, disabitato, ma trasformato in una vera e propria discarica. Le onde hanno contribuito a ridurre la metà dei rifiuti in polvere che è quasi invisibile e impossibile da raccogliere, ma che è facilmente ingerita da uccelli o tartarughe. Come sostengono Lavers e il collega Alexander Bond, in una ricerca pubblicata su Proceedings of National Academy of Sciences, sull'atollo si è verificato un cambiamento radicale, al quale abbiamo contribuito "tutti noi". Un intero ecosistema stravolto e sommerso da barattoli di cosmetici e shampoo, teste di bambole o vaschette per il cibo, pneumatici e tappi di bottiglia.

## 1.1. I rifiuti nella storia

### 1.1.1 La gestione dei rifiuti nell'antichità

All'inizio della vita sulla terra, quando l'uomo era ancora nomade non vi erano problemi riguardo il suo rapporto con i rifiuti, visto che i scarti animali biodegradabili venivano gettati nei luoghi dove passava e con il tempo si deterioravano. Divenuto sedentario e agricoltore, con la nascita dei villaggi, il problema iniziò a porsi con l'attività di coltivazione dei campi, cominciata nel Neolitico, prevedeva una presenza fissa in un luogo. Inevitabile, dunque, l'accumulo di rifiuti e scarti, che nel corso dei secoli ha portato alla cosiddetta "città pestilenziale", come argomenta Lorenzo Pinna, giornalista e divulgatore scientifico, nel suo libro "Autoritratto dell'immondizia" (2011, Bollati Boringhieri): un centro urbano senza alcun accorgimento contro cattivi odori, resti di animali e scarti di produzioni artigianali con materiali di ogni tipo. La problematica era presente anche nell'impero romano, dove inizialmente veniva contenuta dal riciclo di tutti i materiali quali avanzi di cibo per gli animali, ceneri per la pulizia delle pelli e letame dagli escrementi oltre ai metalli che venivano riforgiati. Questo circolo vizioso si interruppe con la nascita delle metropoli durante l'impero, dove non vi era curanza dello smaltimento dei rifiuti, i quali venivano gettati nelle strade.

### 1.1.2 Le ordinanze comunali in risposta a questo problema

Nel medioevo attorno all'anno mille, dopo le crisi e gli spopolamenti seguiti alla caduta dell'Impero Romano, iniziarono ad arrivare nell'Italia settentrionale e in Europa i primi provvedimenti cittadini volti a migliorare le condizioni igieniche nelle città. Alcune soluzioni erano stravaganti e folcloristiche, come quella che autorizzava il lancio di orinali, preannunciato da grida, a determinate ore della notte o che obbligavano a tenere puliti luoghi cruciali, come mercati, chiese, canali e pozzi. L'inizio di questo periodo, coincidente con la nascita delle corporazioni lavorative, sancisce la creazione di zone e aree della città dedicate alle diverse attività produttive, come il rione dei macellai, delle concerie o dei falegnami, proprio come si può osservare ancora oggi, in vecchi centri storici, leggendo i nomi antichi delle strade. Un'organizzazione urbanistica basata anche

sulla produzione di rifiuti, che serviva a evitare lo svolgimento di determinate operazioni in zone vicine alle abitazioni o a strade importanti della città.

### 1.1.3 L'epoca della rivoluzione industriale e i profondi cambiamenti

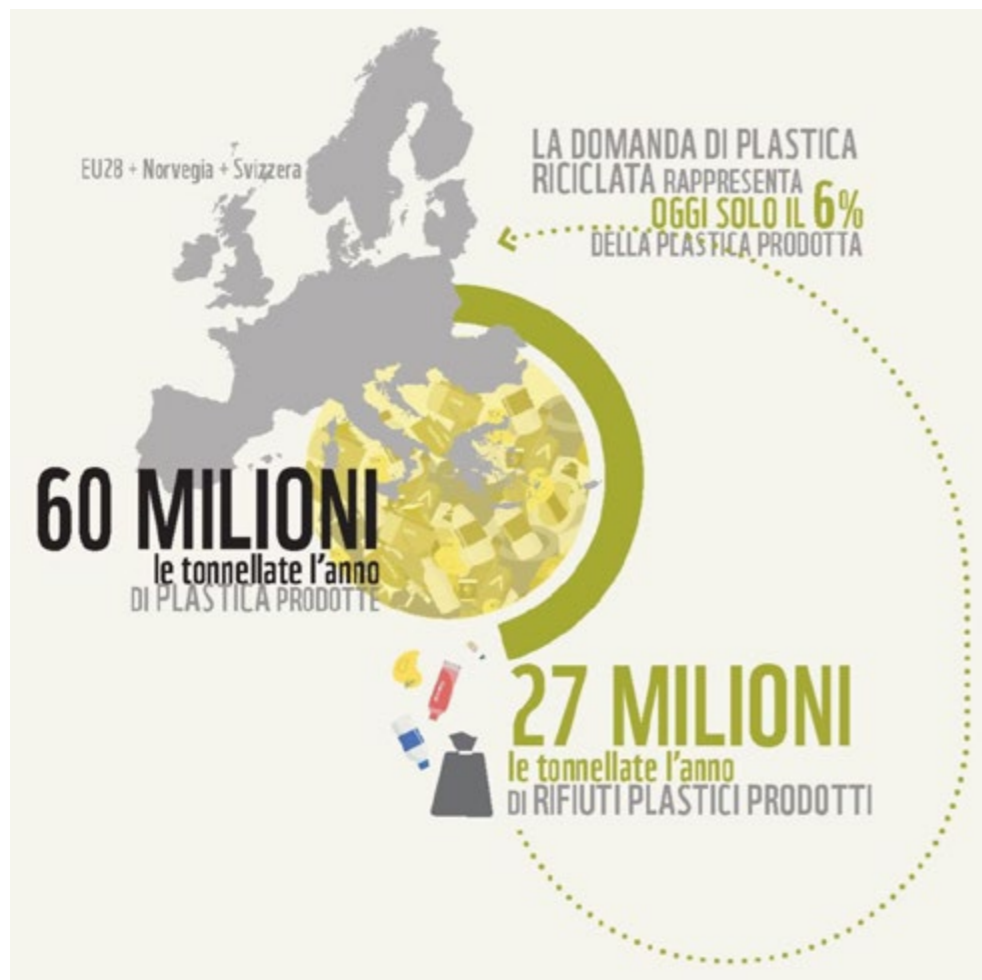
Negli anni del medioevo vi erano stati diversi trend da parte della popolazione che nei secoli alternava periodi di fiorente sviluppo urbano a periodi di ritorno alle campagne. La Rivoluzione Industriale del XIX secolo portò profondi cambiamenti nell'organizzazione delle città europee. Londra divenne in poco tempo una metropoli e se fino ai primi anni del 1800 la situazione igienico-sanitaria delle acque del Tamigi e dei pozzi urbani era ancora accettabile, dopo la forte urbanizzazione legata alla nascita delle fabbriche le cose peggiorarono. Alcune invenzioni come il water e i tubi di ghisa, migliorarono l'igiene personale, ma senza un moderno sistema fognario, le condizioni igieniche erano scarse con frequenti epidemie di malattie contagiose come il colera. I progressi dell'ingegneria, dopo il 1850, permisero di dotare le città di fognature e le emergenze rientrarono. Nei decenni a seguire, le società urbane cambiarono volto e nelle città iniziarono ad essere adottati i primi cassonetti per la raccolta dei rifiuti. La cultura pre-industriale prevedeva di riciclare il più possibile i materiali e gli oggetti, la quale scomparve con l'avvento del primo consumismo.

### 1.1.4 Il boom economico ed il consumismo

Il problema di smaltire i rifiuti cresce nel secondo dopoguerra del secolo scorso alimentato dall'adozione di imballaggi usa e getta a favore dello sfuso. Negli anni, i rifiuti divennero qualcosa da allontanare dalle città, scaricandoli e dimenticandoli il più lontano possibile. Un comportamento che presuppone un ambiente naturale che funzioni come una pattumiera dalla capacità infinita. Questa strategia aveva delle enormi lacune rese evidenti con l'arrivo sul mercato di nuovi materiali come le plastiche, gli antenati del packaging, le auto, i primi apparecchi elettrici. Il boom economico dello scorso secolo ha accentuato questo percorso, nella società in cui l'imperativo è comprare e consumare, non c'è posto per pensare a cosa fare dei prodotti a fine vita. La produzione di rifiuti aumentò enormemente, concentrandosi nelle città e incrementandosi al ritmo della crescita economica.

### 1.1.5 Lo smaltimento dei rifiuti negli ultimi tempi

Nell'epoca post boom economico il tema della sostenibilità è salito alla ribalta e sono cambiati i paradigmi legati al tema dei rifiuti. La cultura delle popolazioni è cambiata, soprattutto nei paesi più industrializzati, i cittadini hanno iniziato a occuparsi della difesa dell'ambiente. Le filiere produttive sono cambiate e il tema dello smaltimento dei rifiuti è andato sotto i riflettori. In Italia, l'Emilia Romagna, già dagli anni '70 e le allora aziende municipalizzate hanno cominciato a raccogliere in modo differenziato i rifiuti, anticipando le norme della Comunità Europea. Alla fine degli anni '70, cominciarono a organizzare le raccolte di carta, farmaci, lattine e pile e, in seguito, si iniziarono a costruire gli impianti. Gli attuali sistemi di smaltimento sono stati adottati cinquant'anni fa. Attualmente grazie all'introduzione di termovalorizzatori e innovazioni tecnologiche come biodigestori e impianti di compostaggio, si è ormai imposto il concetto di rifiuto come risorsa, nonostante le notevoli differenze regionali che esistono ancora



nel nostro Paese. La raccolta dei rifiuti avviene mediante aziende partecipate con i comuni delle province, che si occupano di raccogliere mediante camion attrezzati i rifiuti porta a porta. Lo smaltimento in discarica è divenuto l'ultimo sistema, come chiaramente definito nelle direttive Ue. Le prossime sfide per il futuro vanno verso una riduzione della produzione dei rifiuti, possibile anche grazie a precisi accordi con i produttori, in una rete di responsabilità condivise e di efficienza.

(come) (visioni dal mondo dell'arte e del Design)

## 1.2. Il problema della plastica e delle microplastiche

Cento milioni di tonnellate di plastica all'anno vengono disperse in natura e solo un 40% del totale potrebbe essere evitato con il bando al monouso. Il computo del World Wide Fund for Nature è nel rapporto internazionale "Responsabilità e rendicontazione, le chiavi per risolvere l'inquinamento da plastica".

La quantità di plastica prodotta ogni anno nel mondo è di 396 milioni tonnellate e se una buona parte finisce disperso nell'ambiente è "per colpa della scorretta gestione della filiera della plastica, dalla produzione, al consumo, al riciclo, allo smaltimento", sostiene il Wwf.

I dati forniti dal rapporto offrono in effetti un quadro allarmante. Ogni 5 giorni un cittadino italiano produce da solo 1 kg di rifiuti in plastica, di cui una parte minima finisce in discarica, 0,6 kg, di cui 0,2 smaltiti in maniera scorretta. Le previsioni non possono essere rosee, se il contesto rimarrà immutato, entro il 2030 l'inquinamento dato da questo materiale fin troppo duraturo sarà doppio

rispetto all'attuale e gli oceani in particolare, dove attualmente finisce l'80% degli scarti in plastica da fonte terrestre, saranno i più colpiti.

Neppure il riciclo, così com'è, fa ben sperare. "Gli sforzi che ad oggi sono stati attuati per migliorare la capacità di gestione dei rifiuti nel mondo, si legge nel report, non riusciranno però ad evitare che 104 milioni di tonnellate di plastica vengano disperse in natura entro il 2030". Eppure lo scenario per una natura #plasticfree, sostiene il Wwf, dimostra che ancora possiamo invertire la rotta: con un approccio più sistemico lungo tutto il ciclo di vita della plastica, nei prossimi 15 anni si potrebbe arrivare a ridurre del 57% i rifiuti plastici, pari a 188 milioni di tonnellate di plastica in meno.

Se la svolta per il bando alla plastica monouso sta prendendo piede nei cinque continenti, quello che manca ora è un "trattato globale vincolante" che freni l'in-

## Top 10 Trash Items Found in the Ocean

More than **one million pieces** removed & reported through Dive Against Debris®



**PROJECTAWARE.ORG**  
Where Conservation Meets Adventure™

# I DIECI OGGETTI TROVATI PIÙ FREQUENTEMENTE SULLE SPIAGGE

- 1 Bottiglie e tappi
- 2 Mozziconi di sigaretta
- 3 **Cotton fioc (bastoncini cotonati)**
- 4 Pacchetti di patatine, carte di caramella
- 5 Assorbenti igienici
- 6 Buste di plastica
- 7 **Posate e cannucce**
- 8 Coperchi di bibite e tazze
- 9 Palloncini e **bastoncini di palloncini**
- 10 Contenitori di cibo, inclusi quelli del fast-food

Gli oggetti in giallo saranno presto messi al bando. Le alternative non in plastica sono disponibili.



quinamento marino da plastica di cui tutto il mondo sembra essersi accorto. La richiesta dell'associazione arriva sotto forma di petizione cui hanno già risposto oltre 250mila cittadini.

Se quanto presentato nel report sarà sostenuto dai governi insieme ad una reale crescita di plastica riciclata, potrebbe abbattere della metà la produzione di plastica vergine. Inoltre, migliorare la gestione dei rifiuti e incrementare il riutilizzo creerebbe un'economia della plastica priva di forme di inquinamento capace di creare oltre 1 milione di posti di lavoro nella filiera del riciclo e rilavorazione".

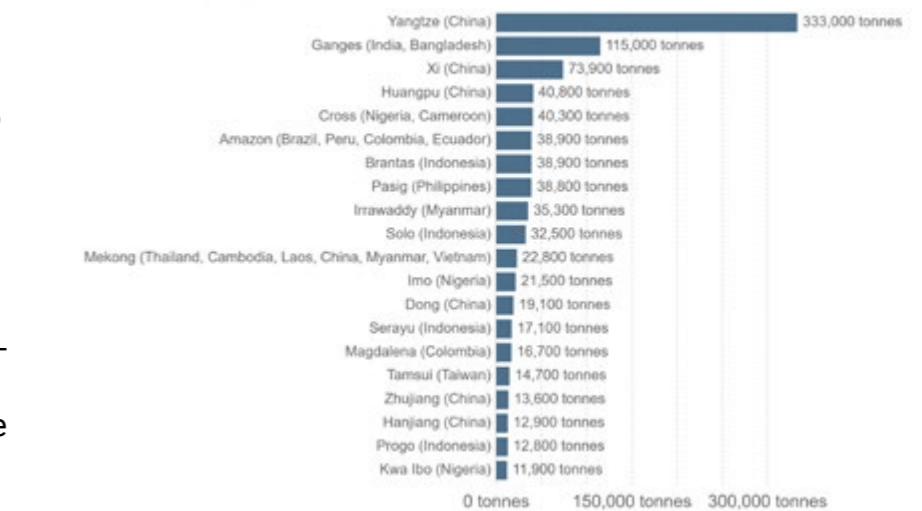
La motivazione alla base dell'importante inversione di tendenza è dovuta agli

effetti dannosi derivanti dalla dispersione di Plastica. La plastica abbandonata, i bicchieri, le buste e le cannucce monouso disperse nell'ambiente contribuiscono anche al riscaldamento globale. Degradandosi producono gas serra come metano ed etilene. Il primo, in particolare, molto più potente dell'anidride carbonica come effetti sull'innalzamento della temperatura del pianeta.

A scoprirlo sono stati i ricercatori dell'Università delle Hawaii. Anche in quello che dovrebbe essere un paradiso terrestre, il problema dei rifiuti sulle spiagge sta diventando serio. Hanno osservato la degradazione delle più comuni plastiche tra le quali, policarbonati, acrilici, polipropilene, polietilene. Il periodo di studio è durato circa sette mesi ed hanno scoperto questo effetto inaspettato che getta nuovi motivi di preoccupazione sull'utilizzo e la dispersione in mare di questi materiali. La plastica non si degrada solo quando viene gettata in acqua. "Al computo, si aggiungono anche i rifiuti dispersi sulla terraferma, nelle città, nelle discariche, nei materiali da costruzione e persino dai vestiti" spiega a Repubblica Dave Karl del Center for Microbial Oceanography, senior author dello studio.

Plastic ocean input from top 20 rivers, 2015

Plastic input to the ocean from the top 20 polluting rivers across the world. Shown is the given river, its location, and estimated annual input of plastic to the oceans in tonnes.

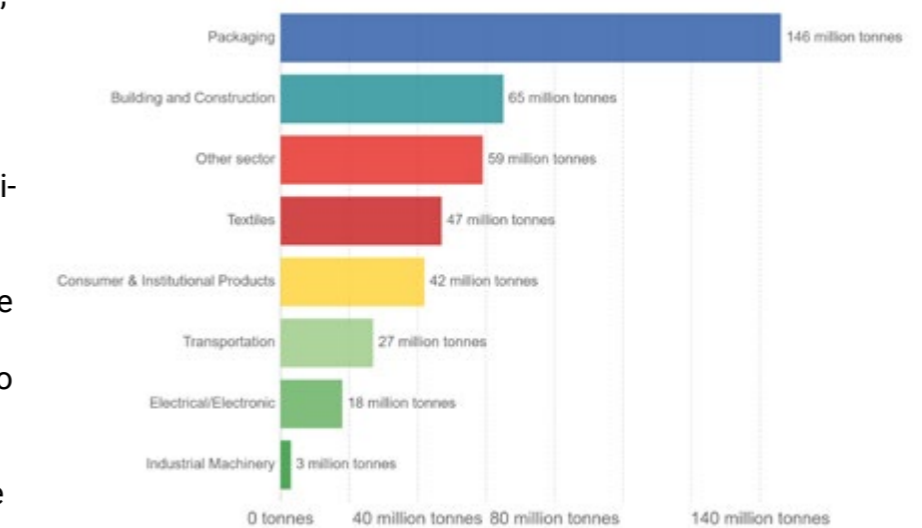


Source: Lebreton et al. (2017)

CC BY

Primary plastic production by industrial sector, 2015

Primary global plastic production by industrial sector allocation, measured in tonnes per year.

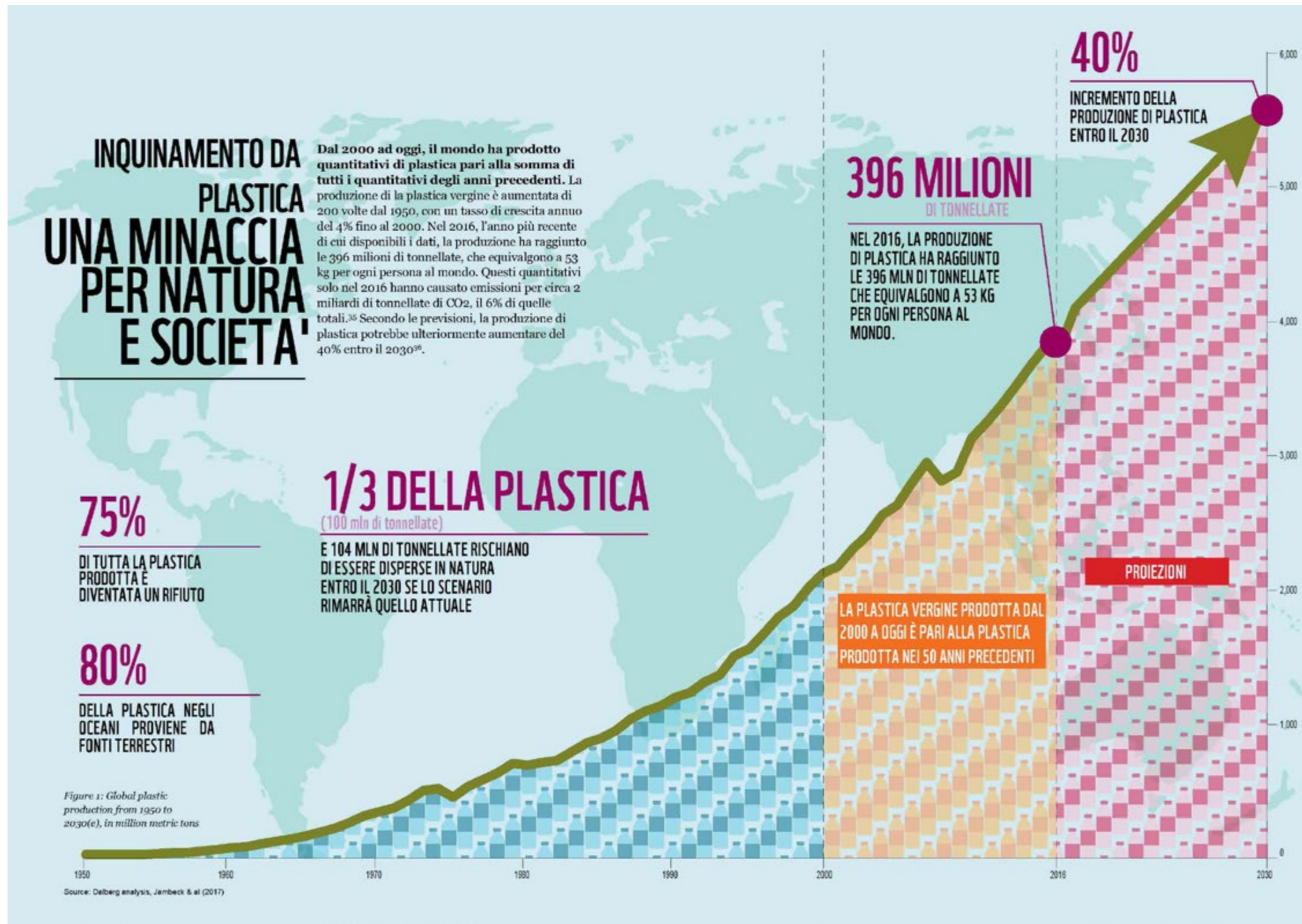


Source: Geyer et al. (2017)

CC BY

Scrivono i ricercatori, "il polietilene è usato per le borse della spesa, è il più prodotto e comune tra i rifiuti di polimeri sintetici, ed è anche il produttore più prolifico di entrambi i gas". I rifiuti di polietilene a bassa densità (Ldpe) trovati in mare, usati per imballaggi e confezioni di alimenti, vengono 'innescati' una volta esposti alla luce del sole continuando a produrre gas anche di notte. Le fratture che si creano con l'esposizione alla luce, spiegano gli autori dello studio pubblicato sulla rivista Plos One, col tempo aumentano la superficie esposta alla degradazione foto-chimica, e quindi accelerano la produzione dei gas.

I gas serra, come l'anidride carbonica e metano, sono composti del carbonio, trasparenti alle radiazioni solari che entrano nell'atmosfera. Trattengono le radiazioni infrarosse, generando effetto serra e contribuendo così all'aumento della temperatura e alla 'febbre' del Pianeta. In passato hanno creato le condizioni per la vita sulla Terra, riscaldandolo. Ora però le emissioni per mano dell'uomo stanno modificando profondamente il clima, con effetti potenzialmente disastrosi, dalla siccità a fenomeni meteorologici sempre più violenti, fino allo scioglimento dei ghiacciai e all'innalzamento dei mari.





La preoccupazione quindi cresce con l'aumentare della produzione di plastica. Che non accenna a diminuire, solo nel 2016 si calcola che ne siano stati prodotti 335 milioni di tonnellate: "Le plastiche rappresentano una sorgente di gas di impatto ambientale che aumenteranno con l'aumentare della produzione e dell'accumulo nell'ambiente", sottolinea Karl, "non sappiamo ancora quantificare queste emissioni e quindi non sono ancora conteggiate nei cicli metano ed etilene, invece potrebbero essere significative". È solo una delle incognite da indagare sul futuro del clima. Miliardi di tonnellate di CO2 e metano sono intrappolati nel permafrost siberiano. Il suo scioglimento costringerebbe a rivedere tutti i calcoli e le proiezioni sul taglio delle emissioni.

Ora si cercherà di capire quanta plastica è davvero esposta alle radiazioni e alla degradazione, sia in mare che sulla terraferma. Basti pensare che sono almeno 15 milioni le tonnellate che finiscono in mare ogni anno, andando a ingrossare le isole di rifiuti che galleggiano in mezzo agli oceani. La soluzione quindi, è una sola: "I nostri studi" conclude Sarah-Jeanne Royer, prima autrice dello studio: "forniscono nuove prove che abbiamo bisogno di fermare la produzione di plastica alla sorgente, specialmente quella monouso".

Alethea Mountford, un dottorando di ricerca dell'Università di Newcastle, nel Regno Unito ha sfruttato un modello computerizzato delle correnti oceaniche per capire dove vadano a finire i frammenti di plastica di tre diverse densità una volta che spariscono dalla superficie. Il modello ha ipotizzato una presenza di accumuli a diverse profondità e a migliaia di metri dalla superficie nel Mediterraneo, nell'Oceano Indiano e nelle acque che circondano il Sudest asiatico.

Molta di questa plastica si deposita sui fondali e persino nelle fosse oceaniche. Un recente studio dello stesso gruppo di ricerca ha individuato tracce di microplastiche nello stomaco dei crostacei nella Fossa delle Marianne.

I movimenti dei rifiuti di plastica non sono sempre così lineari, delle migliaia di tonnellate di plastica che arrivano ogni giorno fino al mare, l'80% è costituito da polietilene ad alta e bassa densità e da polipropilene, utilizzati in applicazioni come, buste in plastica, bicchieri, bottiglie e involucri vari. Eric van Sebille, professore di Oceanografia e Cambiamenti climatici all'Università di Utrecht, Paesi Bassi, sospetta che la maggior parte della plastica presente negli oceani torni poi a riva. Questa dinamica spiegherebbe la differenza tra la quantità di plastica che finisce in mare e quella che poi effettivamente si ritrova in acqua. L'idea è che i frammenti portati dai fiumi restino per qualche tempo nelle zone costiere, e siano poi ributtati a riva dalle onde. Concentrare gli sforzi di pulizia sulle coste potrebbe interrompere questo pressoché infinito viavai.

Al mare e in montagna. Infine, una serie di studi condotti nell'estate 2018 sul Ghiacciaio dei Forni nel Parco Nazionale dello Stelvio, da un team di studiosi dell'Università degli Studi di Milano e dell'Università di Milano-Bicocca, ha riscontrato una grande quantità di microplastiche sul ghiacciaio alpino. Il quantitativo va da 28 a 74 particelle per ogni chilogrammo di sedimenti analizzati, una quantità paragonabile a quella rilevata nei sedimenti marini costieri europei. Si stima che nell'intera lingua del ghiacciaio siano intrappolati 131-162 milioni di frammenti di plastica, portati dall'inquinamento diretto degli escursionisti, e derivanti, per esempio, dall'usura dell'abbigliamento e delle scarpe, o trasportate da masse d'aria di non chiara localizzazione.

## 2 Rifiuti nei parchi pubblici

La ricerca si è focalizzata, dopo aver compreso il problema generale della dispersione dei rifiuti, nello scenario dei parchi pubblici dove le ricerche hanno fornito altri dati per proseguire nel percorso di conoscenza dell'argomento.

L'analisi No Plastic in Nature: Assessing Plastic Ingestion from Nature to People commissionata dal WWF all'Università di Newcastle, Australia. Il lavoro, una revisione scientifica di 52 precedenti studi sul tema, al momento

in fase di peer-review, è il primo ad elaborare una stima del peso delle microplastiche che entrano nell'organismo, un passo importante per conoscere gli effetti di questo tipo di residuo sulla salute umana.

Attraverso liquidi e cibo inglobiamo in media 2000 microframmenti di plastica alla settimana, per un totale di 21 grammi ogni mese, 250 grammi all'anno. La maggior parte di queste particelle proviene dall'acqua in bottiglia o del rubinetto: il terrestre medio potrebbe consumare ogni settimana 1.769 particelle di plastiche, soltanto bevendo acqua (indipendentemente dal tipo).

Tra i prodotti acquistati, i più contaminati sembrerebbero bivalvi, birra e sale. I molluschi con guscio sono infatti consumati interi, sistema digerente incluso, e dopo una vita trascorsa in un mare inquinato. In media introducono nell'organismo umano 182 frammenti di plastica ogni settimana.

Margine di errore. Gli scienziati precisano di aver adottato un approccio conservativo, per minimizzare il rischio di scenari poco realistici che potrebbero creare allarmismi nella popolazione, e lasciare scettici i decisori politici. Tra le fibre "ingeribili" sono state considerate soltanto le microparticelle di massa compresa tra 0 e 1 millimetro, e comunque per questo tipo di inquinamento esiste un'ampia variabilità geografica: per esempio l'acqua del rubinetto di Stati Uniti e India è due volte più inquinata di residui di plastica di quella di Europa e Indonesia.

Lo studio non ha inoltre considerato, tra le possibili fonti dirette di fibre di plastica, prodotti per i quali non c'erano dati a sufficienza, come spazzolini da denti (che potrebbero rilasciare fibre nel cavo orale), latte, riso, pasta, packaging alimentare: le stime potrebbero quindi essere al ribasso.

Gli effetti delle microplastiche sulla salute umana non sono noti, ma una cosa è certa: una volta entrate nell'organismo, non possono essere rimosse. L'unico modo per ridurle è limitare l'inquinamento da plastica sin dall'origine.

### 2.1 Uno scenario da approfondire

Nelle ricerche effettuate un contesto particolarmente interessante per la produzione di un casostudio è risultato essere quello dei parchi pubblici italiani. Attraverso i dati di Legambiente riportati da Repubblica è stato possibile conoscere meglio il fenomeno.

Peer review(Revisione Paritaria):

Nell'ambito della ricerca scientifica la valutazione tra pari. Indica la procedura di selezione degli articoli o dei progetti di ricerca proposti da membri della comunità scientifica effettuata attraverso una valutazione di specialisti del settore che ne verificano l'idoneità alla pubblicazione scientifica su riviste specializzate o, nel caso dei progetti, al finanziamento degli stessi, evitando errori, distorsioni, bias, plagio, falsità, o truffe scientifiche.

È stata svolta nel 2019 l'indagine in 87 parchi pubblici italiani. Mozziconi di sigaretta, pezzi di plastica e involucri di snack e dolciumi la piaga dei giardini pubblici.

Preoccupano i dati riguardanti i sacchetti delle patatine, mentre sono sempre presenti i mozziconi di sigarette e i tanti pezzi di plastica non identificabili. È uno dei dati che Legambiente rende noti in occasione di "Puliamo il mondo 2019", come accade da 27 anni, nella campagna per raccogliere rifiuti abbandonati e promuovere comportamenti sostenibili e rispettosi dell'ambiente.

La prevalenza di involucri di patatine e caramelle tra i rifiuti abbandonati nelle aree verdi è stata accertata monitorando 87 parchi pubblici in tutta Italia, nei quali sono stati effettuati 87 transetti di monitoraggio di 100 metri quadri ciascuno, per un totale di 8.700 metri quadri. I volontari che hanno partecipato all'indagine sono stati 564, appartenenti a 40 differenti circoli di Legambiente. I parchi campione sono frequentati principalmente da bambini e ragazzi, famiglie, anziani e sportivi. È un dato sconcertante, se si pensa che i maggiori consumatori di patatine sono i giovani, proprio coloro tra i quali la cultura del corretto smaltimento dei rifiuti dovrebbe essere ormai acquisita.

L'indagine ha verificato che i cestini per la raccolta dei rifiuti sono presenti in 85 degli 87 parchi monitorati: in 2 invece mancano completamente, ma anche dove sono presenti, solo nel 17% dei casi (15 su 85) sono predisposti per la differenziazione dei rifiuti secondo materiali. Purtroppo se i sacchetti di patatine finiscono per terra è colpa anche di cestini che non sono coperti e visto che il vento è una delle maggiori cause della dispersione nell'ambiente, nel monitoraggio è stata riportata la presenza o meno di chiusura o copertura dei cestini presenti: solo in 30 parchi su 85 (35%) è presente questa caratteristica utile a prevenire la dispersione di materiale. Ma c'è un altro dato che lascia pensare che il vento c'entra poco e che i rifiuti siano colpevolmente abbandonati: nel 57% dei parchi (50 su 87) sono state notate zone di accumulo, per lo più sotto o nelle vicinanze di panchine e tavoli da pic-nic, in presenza di cestini strabordanti, tra siepi o cespugli e in alcuni casi nell'area giochi per i bambini.

I dati generali dicono poi che raggruppati per categorie di materiali, i rifiuti dispersi nei parchi sono per il 71,8% di plastica (16.526 rifiuti), per il 13,5% di carta (3.101) e per il 5,7% di metallo (1.308). Come detto, si tratta soprattutto di mozziconi di sigarette (il 37% dei rifiuti raccolti, 8.620 su 23.003 totali), frammenti non identificabili di plastica (2.331, il 10%) e frammenti di carta (1.774, il 8%). I pacchetti di patatine, dolciumi e caramelle rappresentano circa il 7% dei rifiuti totali rinvenuti (1.648). Per quanto riguarda i mozziconi di sigarette, il parco in cui sono stati monitorati in maggior numero è a Ruoti (PZ) in Basilicata, con più di 1000 mozziconi trovati in 100 m<sup>2</sup>, seguito da Castiglion del Lago (PG) in Umbria con più di 900 mozziconi e Potenza (PZ) in Basilicata con più di 800 mozziconi.

Se i mozziconi di sigaretta la fanno da padrona, più in generale i rifiuti assimilabili al settore del "fumo" (come accendini, pacchetti di sigarette e tabacco e involucri di plastica dei pacchetti) rappresentano il 41% dei rifiuti raccolti. Le altre due categorie maggiormente presenti tra i rifiuti rinvenuti sono quelle degli imballaggi (per la maggior parte alimentari come pacchetti di dolci e patatine - 37%, bottiglie di vetro - 17%, e tappi di barattoli in metallo - 14%) e quella dei prodotti usa e getta (tappi e coperchi in plastica e metallo - 28%, buste e sacchetti - 11%, fazzoletti e tovaglioli - 10%, bicchieri di plastica - 9%) che rappresentano rispettivamente il 23% e il 21% del totale.

Indagini come questa mostrano quanto ci sia ancora bisogno di campagne come "Puliamo il mondo". "Sono indispensabili, conferma il presidente di Legambiente, Stefano Ciafani - perché nonostante i progressi fatti su tanti fronti, le buone pratiche vanno implementate e c'è ancora parecchio da fare rispetto alle politiche, alle leggi e alla loro applicazione, e per la sensibilizzazione. Basti pensare ai mozziconi di sigaretta che lastricano le strade o ai materiali ingombranti abbandonati in aree verdi e ai lati delle strade, che diventano discariche a cielo aperto di pneumatici, mobili, elettrodomestici, con tutti i rischi di quello che comportano per l'ambiente e, in definitiva, per la salute. "Puliamo il Mondo", insomma, è una battaglia di civiltà. Per questo non potevamo non allargarlo, da qualche anno, alla battaglia contro i pregiudizi che stanno inquinando la civile convivenza nel nostro Paese e mettendo a repentaglio il principio che i diritti umani siano diritti di tutti".

La manifestazione, appuntamento italiano di "Clean Up The World", nato a Sydney nel 1989, che coinvolge ogni anno oltre 35 milioni di persone in circa 120 Paesi, nella prossima edizione italiana amplierà la sua gamma di iniziative. Nel progetto di cittadinanza responsabile saranno coinvolte le scuole e le attività di raccolta rifiuti saranno abbinata a eventi sportivi, dibattiti e bonifiche di luoghi particolarmente significativi. L'elenco completo degli appuntamenti si trova sul sito di Legambiente.

## 2.2 Ricerche sul campo

La scelta conseguente è stata quella di verificare i dati andando a monitorare lo stato dei parchi pubblici della piccola cittadina di Ascoli Piceno nelle Marche. I luoghi presi in esame sono il Parco Giochi di Porta Romana, i Giardini Pubblici di Corso Vittorio Emanuele e il Parco dell'Annunziata. Nei tre siti è stato possibile trovare almeno un rifiuto presente tra i maggiori raccolti a livello Nazionale, questo a conferma del dato e soprattutto al rafforzamento della tesi progettuale dando maggiore spinta al lavoro di progettazione. I rifiuti sono stati fotografati e rielaborati divisi per ogni parco, in modo da ottenere poi un quadro utile allo sviluppo del progetto.



# PARCO GIOCHI DI PORTA ROMANA

Osservazioni riguardo lo stato del Parco.

La Ricerca effettuata ha permesso di conoscere prima di tutto la presenza numerosa dei rifiuti all'interno del parco. Le tipologie presenti sono in larga maggioranza costituite da cicche di sigarette, imballaggi e bottiglietti in plastica e/o alluminio, fazzoletti di carta. Le foto effettuate hanno permesso di ragionare sulle caratteristiche dei materiali, sulla dimensione degli oggetti e sulla loro collocazione. Il fatto che la maggior parte di loro fossero gettati ai margini del parco o vicino a delle panchine rende necessaria una riprogettazione del robot aspira rifiuti per renderlo più agevole ed in grado di arrivare dove i normali robot non riescono.

Principali tipologie di rifiuti trovati.

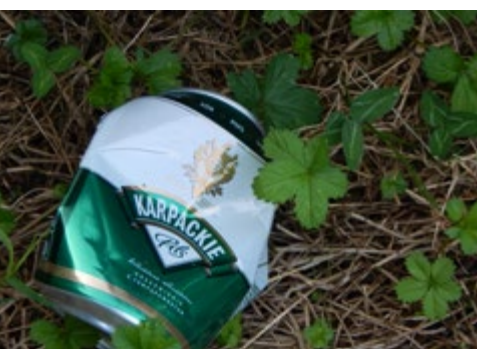


# GIARDINI PUBBLICI CORSO V. EMANUELE

Osservazioni riguardo lo stato del Parco.

Le considerazioni effettuate in merito al parco giochi di Porta Romana sono valide anche per i giardini pubblici, qui la tipologia di rifiuti aumenta insieme alla conferma dei già citati rifiuti plastici e delle cicche di sigaretta, le quali vanno a sommarsi ai pacchetti di sigarette e gli imballaggi per le cartine delle sigarette non confezionate. Le dimensioni dei rifiuti sono sempre contenute, tranne per i volantini dei supermercati fatti con carta riciclata. Rimane questa come incognita per la progettazione di un tubo di aspirazione, mentre trovano conferma sia le dimensioni del serbatoio, adeguate ai volumi di rifiuti, sia la potenza dei motori per spostare il veicolo che non potrà raggiungere una massa di peso superiore ai cinquanta chilogrammi stimati.

Principali tipologie di rifiuti trovati.





# PARCO DELL'ANNUNZIATA

## Osservazioni riguardo lo stato del Parco.

Il parco dell'Annunziata è stato trovato in buonissime condizioni con la sola presenza visibile di una cicca di sigaretta. Il terzo esempio preso in esame però ha evidenziato come ai margini dei sentieri o dei perimetri vi siano presenti rifiuti in quantità maggiori e di varia tipologia. Gli imballaggi in carta e in plastica sono i più diffusi e per questo confermano le ridotte dimensioni, il peso esiguo, ma pongono il problema dell'intasamento del tubo, dovuto a buste di plastica non rigide che tendono a rimanere impigliate.

## Principali tipologie di rifiuti trovati



## 3 Scenario di riferimento

### 3.1 Lo scenario del futuro dove inserire il caso studio

Il progetto di ricerca da sviluppare in correlazione con quanto analizzato nei capitoli precedenti è collocato in un particolare contesto futuribile, dove avrebbe senso andare ad inserire il caso studio, altrimenti fuoriluogo rispetto alla situazione attuale.

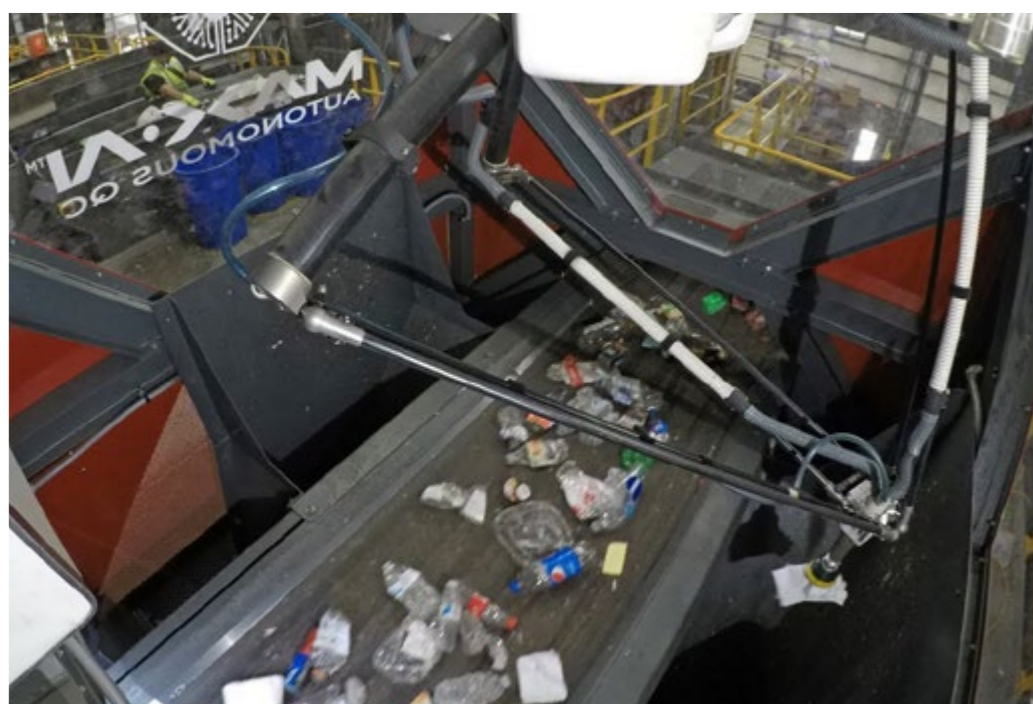
La definizione di uno scenario fa sì di rendere ancora più utile il progetto di ricerca e sfruttarne a pieno delle potenzialità che il prototipo finale potrebbe avere. Partendo dalla fase finale della raccolta dei rifiuti, questi ultimi vengono attualmente raccolti dai piccoli centri fino agli stabilimenti centrali dove sono presenti grandi impianti e macchinari maggiormente tecnologici, per trasformare materie prime seconde e riconvertire poi, in nuovi materiali ed oggetti. Concentrandosi su questi impianti di riciclo, in futuro potrebbero esistere di altamente tecnologici e connessi, dove tutto l'aspetto di gestione e selezione dei rifiuti è demandata alla macchina, attraverso l'uso di telecamere, nastri trasportatori e braccia robotiche, utilizzati per eliminare errori e problemi in queste fasi finali della raccolta. Le ricerche di prospettive future sono concentrate anche sulla fase di raccolta attraverso l'uso di camion automatici a guida autonoma in gra-



Camion della spazzatura in fase di Test da parte dell'azienda Volvo. Il veicolo si guida da solo e recupera i cassonetti ai bordi delle strade.



N.M. Heilig è un'azienda che crea progetti su misura per impianti di riciclo e questo qui sopra è un loro progetto. Gli impianti di ultima generazione selezionano i rifiuti in modo automatico senza l'intervento dell'uomo. Sotto c'è un impianto dell'azienda BHS (Bulk Handling Systems) in una delle fasi di selezione dei materiali dove è implementata la tecnologia.



do di raccogliere senza nessun operatore i rifiuti presenti. Il percorso del camion può essere programmato per consentire al camion di completare il proprio giro da solo.

"Il trattamento dei rifiuti, inclusi gli impianti di separazione, sarà completamente

sconvolto dall'evoluzione dell'intelligenza artificiale (AI), dai sensori avanzati e dalla robotica", afferma il presidente dell'Associazione internazionale dei rifiuti solidi (Solid Waste Association) Antonis Mavropoulos. "In un primo momento è evidente che la cernita manuale sarà completamente eliminata, forse in meno di cinque o sei anni. In un secondo tempo, i robot potranno separare molte più frazioni, con meno impurità. In una fase successiva, il processo di separazione diventerà più veloce e più economico, con facile adattamento ai cambiamenti dei rifiuti in ingresso." Il passo successivo è rappresentato da cassonetti dell'immmondizia in grado di comunicare il livello di riempimento, attraverso l'uso di sensori, in modo da rendere più efficienti gli spostamenti dei camion all'interno della città. Questo panorama futuro è già in fase di sperimentazione da parte delle aziende e le nuove tecnologie, stanno cominciando a essere testate nell'industria dei rifiuti e in altre industrie come il trasporto e la produzione. Alcune aziende pioniere hanno già visto miglioramenti non solo nelle casse aziendali, meno gravate da stipendi e contributi, ma anche nelle operazioni, nella sicurezza e nella qualità dei materiali in uscita.

### 3.2 La robotica mobile

La tendenza del prossimo futuro sarà quella di sostituire l'uomo nelle mansioni più ripetitive, usuranti e poco gratificanti, con le macchine, come è già avvenuto e sta avvenendo in tutti i settori produttivi. La robotica è la disciplina dell'ingegneria che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire dei compiti specifici riproducendo in modo automatico il lavoro umano. Anche se la robotica è una branca dell'ingegneria, più precisamente della meccatronica, in essa confluiscono approcci di molte discipline sia di natura umanistica, come linguistica, sia scientifica: biologia, fisiologia, psicologia, elettronica, fisica, informatica, matematica e meccanica. All'interno della robotica vi è un settore che riguarda tutti quei dispositivi in grado di muoversi nello spazio definita con il termine robotica mobile. In questo tipo di dispositivi l'elettronica programmata cerca di percepire lo spazio attraverso i sensori, elementi elettronici in grado di percepire delle risposte dall'ambiente e tradurli in dati comprensibili alla macchina. La



Bracci meccanici operanti in una fabbrica in Cina.  
Fonte: meccanicaneews.com

Robot Helpmate. Fonte: Introduzione ai robot autonomi






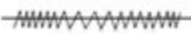








meccanica si occupa di progettare il movimento e le funzioni dei robot che ne permettono il movimento e lo sviluppo delle caratteristiche. L'informatica è alla base della programmazione delle interazioni all'interno del robot. L'avvento di questo settore è iniziato con i bracci robotici, i quali si sono affermati per primi nell'industria, grazie alle loro caratteristiche

di precisione e affidabilità nel fare lavori ripetitivi e talvolta pericolosi per l'uomo. Un loro punto debole rimane la mobilità nello spazio, il quale negli ultimi anni si sta risolvendo, grazie all'introduzione di basi mobili alle quali sono installati e integrati per svolgere mansioni in diverse zone delle aziende.

La necessità di sviluppare robot autonomi in grado di muoversi nello spazio a terra è nata a causa del bisogno di sostituire l'uomo nell'esplorazione di aree non facilmente accessibili. L'esempio più grande è stato quello delle missioni su Marte, dove la spinta ad innovare è stata forte, grazie ai fondi per la ricerca e a problemi tecnici da ovviare come quello dell'impossibilità di teleguidare i robot dalla terra. Ci sono anche robot commerciali inseriti negli ambienti dove vive l'uomo capaci di effettuare le loro mansioni in maniera autonoma e senza interferire con le sue attività o piuttosto alleggerendo la mole di incarichi da compiere. Nei robot mobili ci sono quattro aspetti importanti da valutare per realizzarli, il sistema di locomozione, costituito da arti o ruote attraverso i quali il robot si muove. Il sistema di percezione utilizzato dai robot per acquisire informazioni riguardo l'ambiente circostante, costituito dai sensori. Il terzo aspetto consiste nella localizzazione e riguarda costruire una mappa dove all'interno è determinata la posizione del robot.

Il quarto punto costituito dalla pianificazione e della navigazione, riguarda la definizione di un percorso da parte del robot per raggiungere un obiettivo attraverso il sistema cognitivo.

Il caso studio riguarderà l'impiego di un robot mobile autonomo nella raccolta dei rifiuti all'interno dei parchi pubblici. È stato scelto questo come possibile dispositivo da realizzare al fine di provare a risolvere il problema della dispersione dei rifiuti nei parchi pubblici. I prossimi passi della ricerca saranno incentrati nel cercare di catalogare alcuni dispositivi simili, utilizzati nella cura delle zone pubbliche della città. I dispositivi trovati serviranno a definire poi i requisiti del progetto

Type of motion	Resistance to motion	Basic kinematics of motion
Flow in a Channel 	Hydrodynamic forces	Eddies 
Crawl 	Friction forces	Longitudinal vibration 
Sliding 	Friction forces	Transverse vibration 
Running 	Loss of kinetic energy	Oscillatory movement of a multi-link pendulum 
Jumping 	Loss of kinetic energy	Oscillatory movement of a multi-link pendulum 
Walking 	Gravitational forces	Rolling of a polygon (see figure 2.2) 

Meccanismi di locomozione presenti nei sistemi biologici.  
Fonte: Introduzione ai robot autonomi

## **4** Keywords

---

economia circolare

***Riciclo***

Capitalismo Naturale

**Automazione**

**VALORE**

*Plastica*

**Aspirazione**

*Cura del verde*

**SOSTENIBILITÀ**

***PARCHI***

**ROBOTICA MOBILE**

*Dispersione rifiuti*

**Cura**

# 5 Stato dell'arte

## 5.1 Dispositivi di aspirazione

Lo stato dell'arte descritto in questo capitolo si occupa di indagare tutti i dispositivi riguardanti l'aspirazione utilizzata, sia per la raccolta dei rifiuti, sia per la raccolta delle foglie e la cura del verde. La maggioranza dei dispositivi trovati saranno robot in fase di sperimentazione e progetti di ricerca, dato il carattere innovativo della tipologia di studio. La motivazione risiede anche nell'automazione del processo, attualmente ad un livello scarso, soprattutto nella fase di raccolta dei rifiuti ancora totalmente manuale attraverso l'impiego di operatori con mezzi manuali come rastrelli, pale e sacchi dell'immondizia.

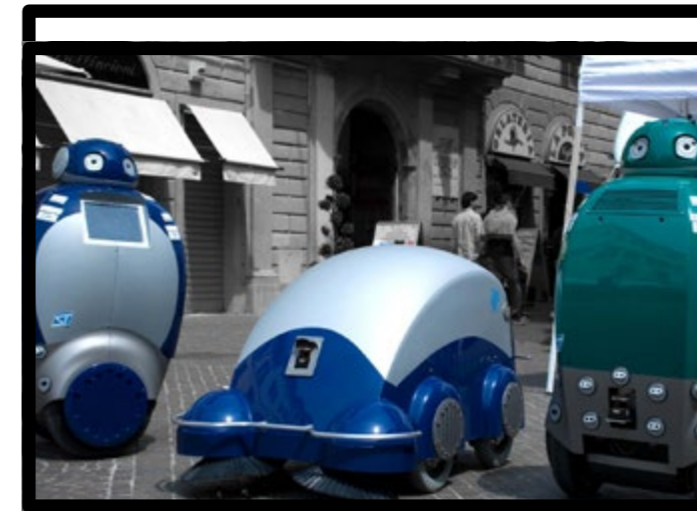


Il dispositivo maggiormente utilizzato ed economico per raccogliere i rifiuti rimane ancora il rastrello manuale con il quale gli operatori ammassano i rifiuti per poi raccogliergli nei sacchi e trasportarli ai cassonetti o ai camion dell'immondizia per casi eccezionali. Nella foto situazione particolare dopo il ponte del 25 Aprile al pianoro San Marco. Il vento presente in quella giornata rendeva ancora più difficili le operazioni.

### 5.1.1 Robot collezione rifiuti sperimentali

La prima tipologia analizzata fa riferimento ai progetti iniziali di robot in grado di svolgere funzioni come la pulizia o la raccolta dei rifiuti. Si tratta di progetti di ricerca o prototipi e quindi non presenti sul mercato.

Un primo passo importante soprattutto per l'Italia è rappresentato da Dustbot, un robot declinato in due tipologie di dispositivi, uno pensato per la raccolta porta a porta dei sacchetti dell'immondizia ed uno per la pulizia delle strade. Un altro esempio interessante è Baryl, un cassonetto per rifiuti automatizzato che segue l'utente dell'aeroporto rispondendo alla necessità di gettare un rifiuto nel secchio. Discorso differente riguardo il robot Bowie ed il beach cleaning robot,



### Dustbot

Nella foto vediamo il progetto Dustbot, del 2009, dell'Università di Pisa che ha prodotto due robot in grado di raccogliere rifiuti e pulire la pavimentazione stradale. Il primo, DustCart, in grado di raccogliere il sacchetto di rifiuti presso l'abitazione del cittadino e tramite display può offrire servizi tra cui il monitoraggio dell'aria. Il secondo robot si chiama DustClean e permette di pulire le strade.

### Dustclean

Dimensioni: H96cm Ø 75cm, peso 250 Kg, capacità rifiuti 20l, velocità 0,3 m/s, autonomia 4h.



### A1A3

Dispositivo con movimentazione autonoma che segue l'operatore durante le operazioni di raccolta rifiuti diventando un valido alleato grazie alla sue funzioni. Il robot aiuta l'operatore a raccogliere l'immondizia e permette di riporre su di se la scopa e gli altri attrezzi utili per effettuare le operazioni di pulizia. Nella foto si vede A1A3 che segue l'operatore.



### Baryl: Trash can robot

Robot che segue le persone e le aiuta a non gettare rifiuti per terra nei grandi spazi pubblici. Disegnato da SNCF Gares & Connexions, in collaborazione con AREP Designlab e sviluppato da Immersive Robotics ha ricevuto il premio JANUS Label of Excellence dall'Istituto di Design Francese. È un robot pensato per





### Bowie

Il robot a quattro ruote è un rover stampato in 3D per raccogliere i rifiuti presenti sulla spiaggia. Questo robot è un progetto che si sta sviluppando e migliorando ad opera della start-up Robot Missions che conta di migliorare il progetto e rendere Bowie un robot autonomo.



### Beach cleaning robot

Prototipo di robot sviluppato per la pulizia delle spiagge dalla facoltà di ingegneria della Prince of Songkla University con la collaborazione della PTTEP società petrolifera. Il robot è movimentato da un'alimentazione elettrica.



### KOBi

Il robot è un dispositivo composto da due parti, una fissa e l'altra intercambiabile che lavorano assieme per il mantenimento del giardino. Sono presenti tre moduli che il robot sceglie di volta in volta a seconda della mansione richiesta. La prima è la funzione spazzaneve per pulire l'ingresso di casa, la seconda funzione serve ad estirpare le erbacce e la terza è quella di fertilizzante per le piante.

entrambi sviluppati per risolvere l'importante problematica di pulire le spiagge. Il primo robot è stato sviluppato in forma di prototipo e lanciato su piattaforme di crowdfunding per riuscire a sviluppare un sistema di pilotaggio autonomo rispetto all'attuale dispositivo radiocomandato. Il secondo è un progetto sviluppato da un'università della Thailandia in collaborazione con una società petrolifera. L'ultimo progetto in attesa di finire sul mercato è KOBi, un robot tre in uno in grado di spazzare il vialetto di casa dalla neve, togliere le erbacce e fertilizzare le piante.

### 5.1.2 Dispositivi per la raccolta dei rifiuti

Sul mercato dei dispositivi per l'aspirazione dei rifiuti sono presenti pochi esemplari e sostanzialmente sono costituiti da automezzi che hanno diverse funzioni adattati per la mansione richiesta. Fa eccezione l'aspirarifiuti dell'azienda Glutton e per questo motivo è stato analizzato nelle sue funzioni e caratteristiche. Il dispositivo è di notevoli dimensioni con una larghezza di 795 mm, una lunghezza di 1950 mm ed un'altezza 1700 mm. La larghezza è variabile da 750 a 795 mm. Il peso è di 395 kg e la potenza del motore è di 1500W alimentato a 48V di tensione. Ha un telaio in acciaio zincato coperto attraverso una carenatura in poliestere. Il becco d'aspirazione ultraleggero in carbonio è largo 125 mm di diametro. Il Bracciolo è regolabile in 3 punti per migliorare l'ergonomia dell'operatore. Il sistema di aspirazione è dotato di una griglia anti intasamento che impedisce il blocco causato da sacchetti di plastica, foglie secche, ecc. All'interno del robot c'è una doppia insonorizzazione. All'interno è presente un vano porta



### Aspiratore di rifiuti Glutton

Dispositivo che aiuta l'operatore nella raccolta dei rifiuti sostituendo cassonetto e scopa. Nella foto l'operatore trascina il dispositivo come si fa con un normale transpallet, così da permettere la movimentazione con minimi sforzi. L'ergonomia è garantita anche dalla maniglia presente sul tubo e dalla rotellina nella parte finale del tubo di aspirazione per scaricare il peso.



### Tennant ATLV 4300

Il dispositivo permette di raccogliere i rifiuti, attraverso il tubo che l'operatore può manovrare mentre guida il veicolo, sui prati, sulle strade o nei parchi. Questo mezzo può operare senza problemi fino ad un'ampiezza di circa settemila metri quadrati e caricare oltre 400 litri di rifiuti.



### Barber SURF RAKE

È una macchina in grado di rastrellare il terreno e raccogliere i rifiuti, molto utilizzata per la pulizia delle spiagge. È disponibile in diverse versioni a seconda delle dimensioni dell'area di lavoro.



### IDRIVERPLUS WOXIAOBAI

Dispositivo autonomo in grado di immagazzinare 60 litri di sporco attraverso una superficie di raccolta di 100 centimetri che sfrutta le due spazzole poste anteriormente e azionate attraverso due motori. Utilizza una telecamera 360°, una telecamera frontale, un sensore sonar ed uno ad ultrasuoni per il movimento.

oggetti da 20 litri. Il filtro antipolvere da 24 m<sup>2</sup> permette di ottenere un'aria pulita in uscita. È presente una luce lampeggiante per una maggiore visibilità e sicurezza. La batteria da 48V è al piombo acido o gel. Le ruote sono antiforatura e la terza ruota davanti permette di sterzare. Il prezzo finale si aggira intorno ai 40000 euro, come da esito di bandi comunali per l'acquisto del prodotto.

## 5.2 Ricerche affini

### 5.2.1 Perseverance ed il programma della NASA

Le attuali ricerche in atto riguardo il primo esempio di stato dell'arte riguardano una sonda in fase di sviluppo per l'esplorazione su Marte basata sul rover precedentemente costruito sempre dalla stessa NASA. Il nome tecnico era Mars Science Laboratory, successivamente rinominato Curiosity. Il prossimo veicolo destinato a calcare il suolo marziano sarà basato sul precedente modello ed avrà caratteristiche migliorate. La fine della fase di sviluppo era prevista per giugno 2020 e vedrà il completamento di un rover basato sul modello precedente ma migliorato e diverso. Oltre alle differenze tra i vari sistemi di campionamento del suolo e del terreno, riguardo le analogie con la ricerca il dispositivo avrà algoritmi e sistemi di navigazione migliorati, i quali saranno aggiornati durante l'uso per risolvere eventuali problemi durante il percorso ed evitare il collegamento con la terra. Il cervello della sonda avrà una memoria maggiore, 2 gigabyte ed una potenza di calcolo superiore ad una velocità di 200 megahertz e una ram di 256 megabyte. Oltre a servire per comunicare al team sulla terra e



Immagine della sonda Nasa Mars 2020, in fase di sviluppo il cui lancio è previsto entro il 2020. Fonte: jpl.nasa.gov

## 5.3 Ricerche di anteriorità

### Aspirapolvere

**INVENTORE:** Mark Taylor, Andrew CHADWICK, Nolan MCCANN, Mehdi SALEHI-FAR, Thomas Richards, Angel ISIDORO NIETO

**ATTUALMENTE ASSEGNATO A:** DYSON TECHNOLOGY LIMITED

**CLASSIFICAZIONE:** A47L9 / 2831 Parametri del motore, ad es. carico o velocità del motore

**NUMERO DI DOMANDA:** WO2019186100A1

**CAMPO DELL'INVENZIONE:**

Lavaggio o pulizia domestica

**ABSTRACT:**

Un aspirapolvere (2) comprende una testa di pulitore (4) che definisce una camera di aspirazione (32) e avente un agitatore (40) disposto per essere ruotato da un motore dell'agitatore (54), un separatore di sporco (10), un motore a vuoto (52) predisposto per aspirare aria nella camera di aspirazione e quindi nel separatore di sporco e un controller (50). Il controller è configurato per monitorare il carico elettrico del motore dell'agitatore, confrontare l'entità del carico elettrico con una soglia e regolare selettivamente la potenza

elettrica erogata al motore del vuoto. Il controller è configurato per aumentare la potenza elettrica erogata al motore del vuoto a un livello di potenza superiore predeterminato se il carico elettrico è superiore alla soglia, o per ridurre la potenza elettrica erogata al motore del vuoto a un livello di potenza inferiore predeterminato se il carico elettrico è inferiore alla soglia.

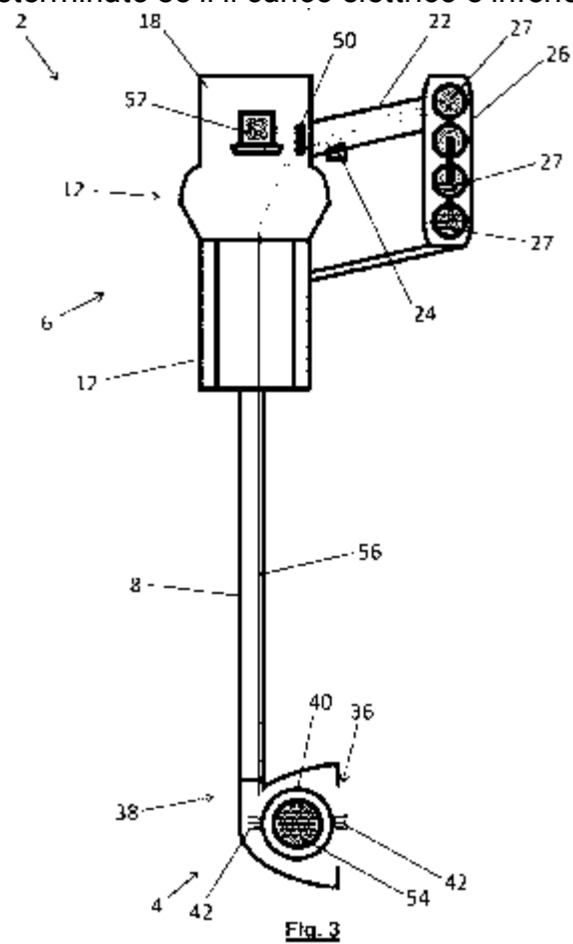


Fig. 3

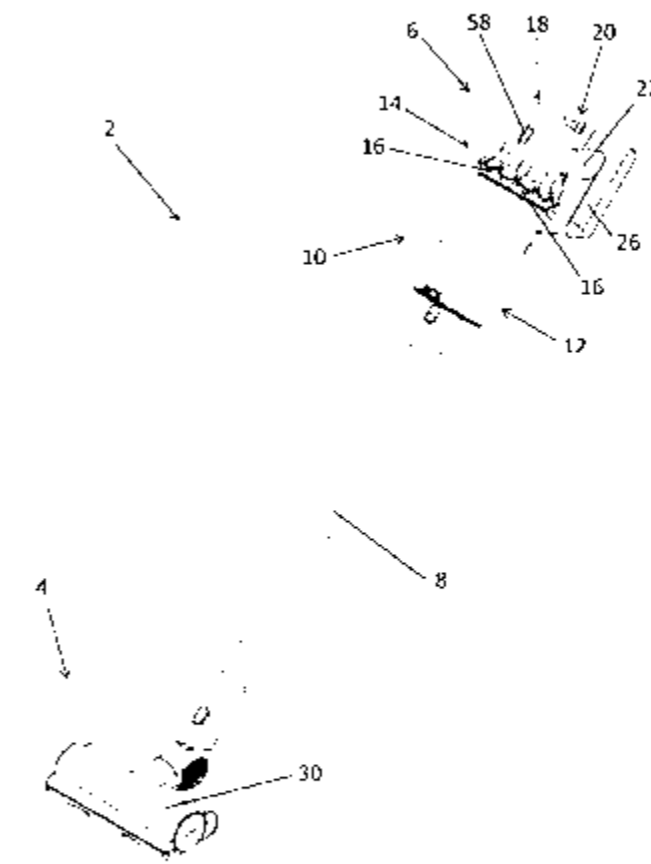


Fig. 1

**Motivazione scelta:**

L'aspirapolvere dyson è stato scelto per le sue caratteristiche di portabilità, efficienza e settore merceologico molto vicino all'applicazione finale del caso studio. Attraverso questo brevetto è stato possibile comprendere il funzionamento di un aspirapolvere e cercare di adoperare un sistema analogo nel dispositivo finale del caso studio.

**Stazione di evacuazione**

**INVENTORE:** Russell Walter Morin, Harold Boeschstein, David Orrin Swett, Jude Royston Jonas

**ATTUALMENTE ASSEGNATO A:** iRobot Corp

**CLASSIFICAZIONE:** A47L11 / 4025 - Mezzi per lo svuotamento

**NUMERO DI DOMANDA:** US10154768B2

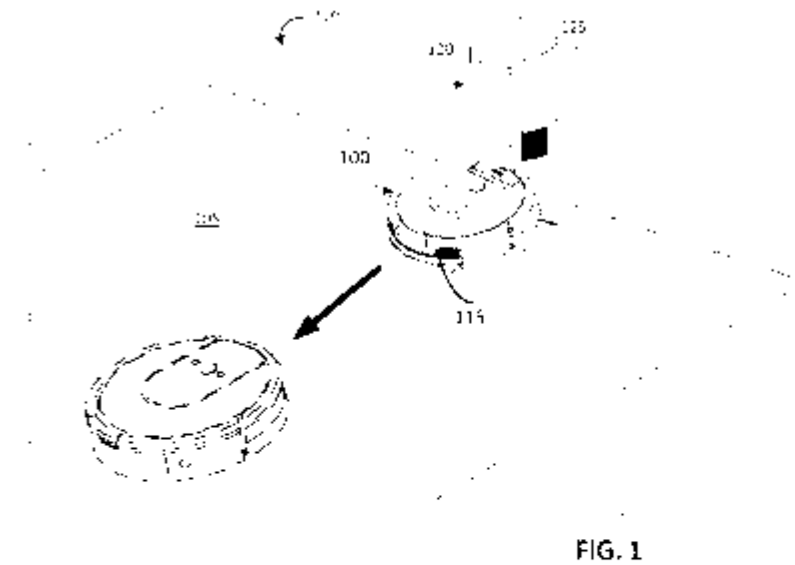
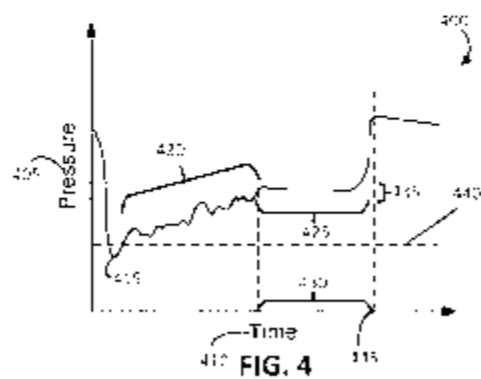
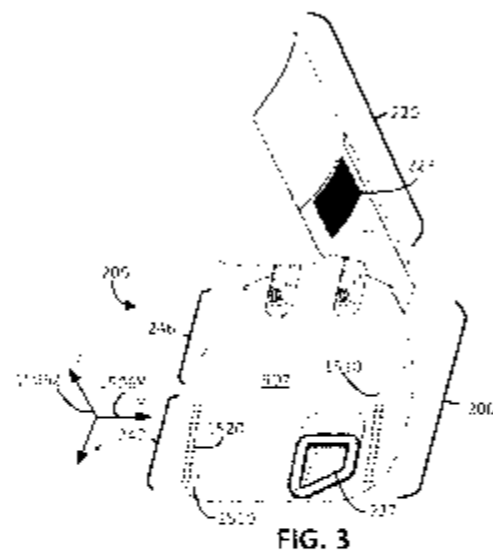
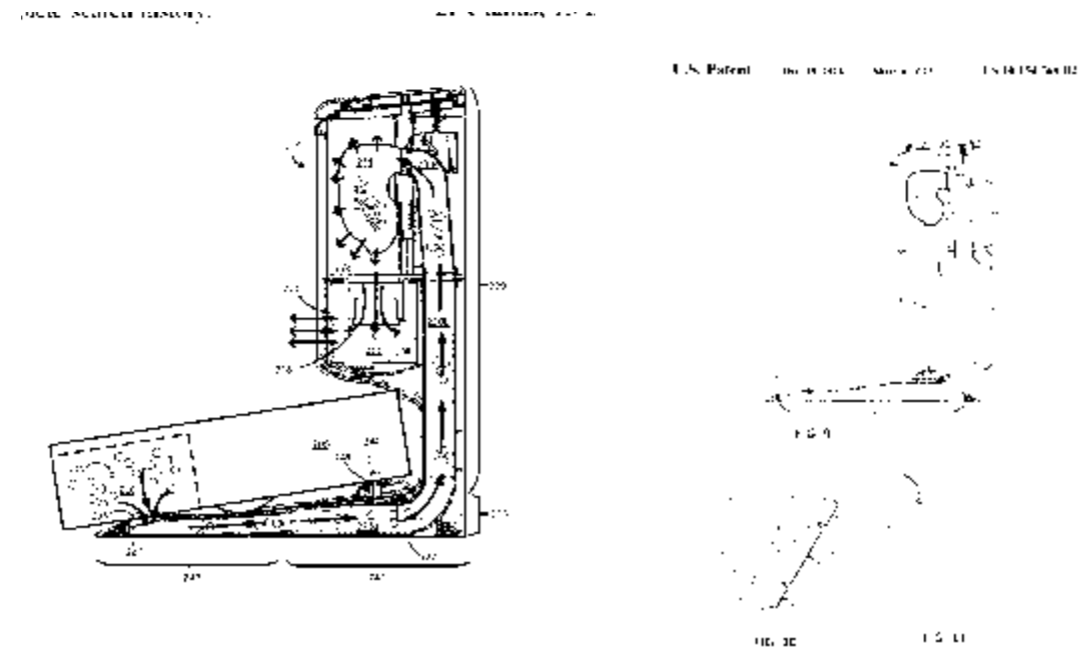
**CAMPO DELL'INVENZIONE:**

Lavaggio o pulizia domestica

**ABSTRACT:**

Un robot mobile include un corpo configurato per attraversare una superficie e ricevere detriti dalla superficie e un cestino per i detriti all'interno del corpo. Il cestino per detriti include una camera per contenere i detriti ricevuti dal robot mobile, un'apertura di scarico attraverso la quale i detriti escono dal cestino per detriti; e un'unità della porta sopra la porta di scarico. L'unità porta include un lembo configurato per spostarsi, in risposta alla pressione dell'aria nella porta di

scarico, tra una posizione chiusa per coprire la porta di scarico e una posizione aperta per aprire un percorso tra la camera e la porta di scarico. L'unità porta, compreso l'aletta in posizione aperta e in posizione chiusa, si trova all'interno di una superficie esterna del robot mobile.



**Motivazione scelta:**

La base per lo svuotamento del serbatoio del robot Roomba è stata scelta per implementare il dispositivo nella parte riguardante l'espulsione dei rifiuti. La soluzione è stata importante per definire come il robot avrebbe eliminato i rifiuti in maniera autonoma. La progettazione della base di ricarica del robot non fa parte di questo progetto, mentre il sistema di espulsione è stato pensato in maniera versatile per qualsiasi tipologia di base verrà in seguito progettata.

gestire tutte le attività sul pianeta avrà la possibilità di monitorare il suo stato e gestire l'energia prodotta e le temperature presenti all'interno del corpo macchina. Questo nuovo rover ha sei telecamere Hazcam, quattro davanti e due dietro per meglio muoversi sul suolo marziano, gestendo al meglio il braccio robotico davanti. Aiutano il dispositivo ad evitare gli ostacoli durante la navigazione. La stessa funzione è data dalle NavCam, due telecamere poste sull'albero del rover in grado di vedere un piccolo oggetto a venticinque metri di distanza e questa tipologia è utile durante il funzionamento a guida autonoma.

## 6 Requisiti progettuali

### 6.1 Requisiti per la realizzazione del progetto

Le ricerche effettuate hanno permesso di ottenere le informazioni necessarie alla realizzazione dei requisiti progettuali. Tali requisiti sono stati definiti in base a prototipi affini presenti sul mercato. È stato fatto poi un lavoro di pensiero e riflessione riguardo il tema della cura dei parchi pubblici concentrando la propria riflessione nella definizione di determinate caratteristiche che il prototipo finale dovrebbe avere. Il primo requisito importante riguarda la definizione delle dimensioni del prototipo, fissato indicativamente sul metro di lunghezza, su una larghezza di sessanta centimetri e su un'altezza sempre intorno ai sessanta centimetri. Questo tipo di definizione è stata molto flessibile perché non vi era certezza riguardo il risultato finale del progetto.

Un'altro importante requisito fissato è stato quello di scegliere un sistema di movimentazione del dispositivo, optando in ultima istanza verso una locomozione attraverso sei ruote motrici, allineate su due file, movimentate per mezzo di sei motori elettrici. Le dimensioni delle ruote sono state definite sui 25 centimetri di diametro. Le ruote anteriori e posteriori, a differenza di quelle centrali sono state definite come sterzanti, per mezzo di servo-motori inseriti all'interno dell'asse realizzato per tenere insieme le ruote.

Riguardo quest'ultimo stiamo parlando di un asse Rocker-Bogie, già utilizzato nello sviluppo degli ultimi rover spaziali della nasa, Curiosity(note) e Perseverance(note), proprio per la sua versatilità in tutte le condizioni di terreno possibile. La destinazione finale del progetto necessita di una enorme flessibilità rispetto all'ambiente esterno dove il dispositivo andrà a compiere il proprio lavoro. Era necessario scegliere quindi una tipologia di movimentazione che garantisse ottimi risultati in termini di stabilità e capacità di superare gli ostacoli senza l'intervento dell'uomo. L'asse rocker bogie, di base è costituito da una prima parte oscillante fissata direttamente al corpo del robot, la quale si dirama attraverso due bracci uno più lungo, collegato direttamente alla ruota anteriore ed uno più corto che si va a connettere insieme alla seconda parte dell'asse, chiamata bogie. Quest'ultima funziona come un carrello connesso al rocker per mezzo di un aggancio che gli permette di oscillare attorno a quest'ultimo. Così facendo il robot è in grado di superare ostacoli come sassi e dislivelli di notevoli dimensioni, altrimenti difficili da gestire. Il bogie si dirama poi in altri due bracci che vanno ad agganciarsi alle due ruote.

La velocità di movimento del robot è stata definita sui 2 chilometri orari al fine di coprire una superficie di 44m<sup>2</sup> in un'ora.

Nella fase di lavoro il robot utilizzerà una batteria per alimentare il sistema ed i vari motori, che dovrà essere il più capiente possibile per permettere di svolgere a lungo il lavoro e con buone prestazioni dal punto di vista dell'aspirazione dei rifiuti.



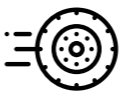




Un altro requisito essenziale per la buona funzionalità del dispositivo è la capienza del serbatoio. Nello specifico è stata definita di venti litri ottenendo così un serbatoio delle dimensioni di 40 centimetri di diametro e 20 centimetri


di altezza. Questi dati sono iniziali, poi rivisti in fase di sviluppo del concept. Il sistema di aspirazione oltre al serbatoio è stato definito attraverso un tubo di aspirazione del diametro di cinque centimetri. È stato scelto un diametro così piccolo per concentrarsi sui piccoli rifiuti, principalmente presenti nei parchi pubblici, come evidenziato dalle ricerche, ottimizzando così anche il potere aspirante del dispositivo, al fine di utilizzare un motore dalle dimensioni ridotte. L'aspirazione dei rifiuti avviene mediante l'utilizzo di una telecamera per individuare eventuali resti presenti nelle vicinanze del robot, al fine di evitare spostamenti in maniera casuale, al fine di velocizzare il lavoro e risparmiare risorse di tempo ed elettricità. La mappatura delle aree circostanti e l'evitamento degli ostacoli avviene soprattutto attraverso il sensore lidar che è in grado di fornire una risposta precisa e accurata rispetto all'ambiente circostante dove è inserito il robot. I sensori equipaggiati dal robot comprendono anche, sensori di prossimità e di distanza utilizzati ai lati del robot per individuare eventuali ostacoli non rilevati dalla telecamera e dal sensore lidar, al fine di evitare il ribaltamento del robot o che eventuali collisioni non rilevate mandino in tilt il sistema.

Definiti tutti questi requisiti manca solamente di descrivere, cosa avviene quando il robot finisce la batteria, il serbatoio si riempie o avvengono dei guasti.

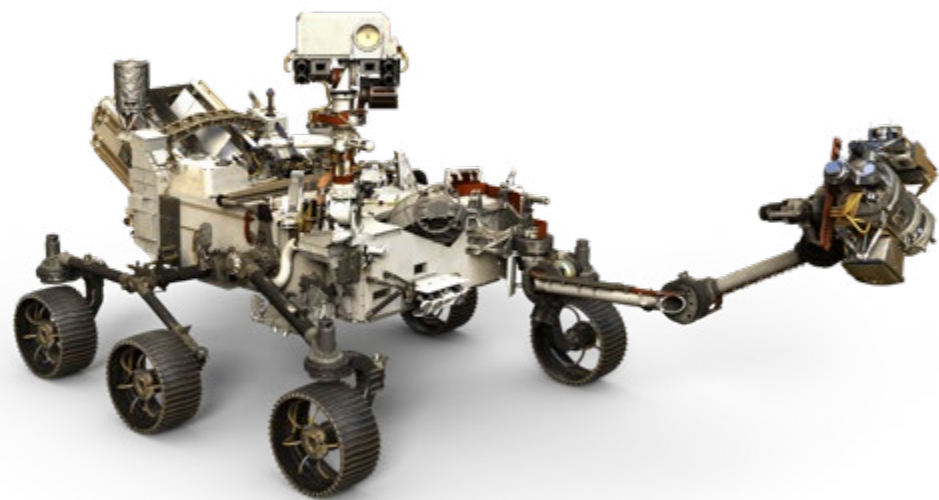
Il sistema verrà progettato per avere un'autonomia residua, in grado di far tornare il robot alla base di ricarica dove il robot sosterrà in attesa di recuperare l'energia della batteria, al fine di riprendere il lavoro non ancora ultimato. Un'altra possibilità per il quale il robot potrebbe tornare alla base è dovuta alla necessità di scaricare il serbatoio. La soluzione scelta per ottemperare a questa necessità, sarà quella di inserire sotto al serbatoio un coperchio rimovibile all'occorrenza, che favorirà lo svuotamento del serbatoio da parte della base di ricarica. Tutte queste situazioni saranno segnalate dal robot mediante delle luci inserite sull'incolucro esterno. Quest'ultime avranno colori differenti per ogni tipologia di feedback da indirizzare verso le persone presenti nei dintorni del robot. Gli utenti addetti alla manutenzione del parco potranno inoltre comunicare in ogni momento con il dispositivo mediante lo standard Bluetooth, per sapere lo stato del sistema e del lavoro. Sono stati esclusi dalla progettazione lo sviluppo dell'applicativo per comunicare con il dispositivo e la base di ricarica. La complessità del progetto ha richiesto di concentrare gli sforzi verso il robot tralasciando questi due elementi a sviluppi successivi del caso studio.

## 6.2 Tabella dei requisiti

ID	NOME	DESCRIZIONE	PRIORITÀ	
	I001	Inizio lavoro	Il sistema viene attivato mediante: -applicazione telefono -comandi vocali -programmazione settimanale lavoro	A M M
	MP001	Mappatura area	Il sistema rileva l'area di lavoro mediante un sensore lidar ed una telecamera posti più in alto rispetto al robot mediante un braccio automatico.	A
	M0001	Movimentazione	Il sistema si muove attraverso le ruote ad una velocità di 2 chilometri all'ora, coprendo un'area di 44 m <sup>2</sup>	A
	M0002	Movimento	Il sistema equipaggia sei ruote montate su due assi rocker-bogie, movimentate da sei motori DC in asse. Le ruote due ruote anteriori e posteriori sono sterzanti	A
	R001	Rilevamento rifiuti	Il sistema utilizza la telecamera anteriore ed il sensore lidar per individuare il rifiuto e raggiungerlo percorrendo il percorso più corto.	A
	R002	Rilevamento ostacoli	Il sistema riconoscerà ostacoli con: -una telecamera ed un sensore lidar posti sul braccio meccanico. - due telecamere poste ai lati del robot. - un sensore di distanza rivolto nella zona davanti le ruote per evitare eventuali dislivelli eccessivi.	A
	A001	Aspirazione rifiuti	Il sistema aspira rifiuti equipaggiando: -Telecamera industriale per il riconoscimento dei rifiuti rispetto a foglie e ghiaia -Bocchettone di aspirazione del diametro di 5 centimetri -Serbatoio da 20 litri con una base di Ø40 cm ed una altezza di 20 cm -Apertura del serbatoio per contatto con la base di aspirazione. -Motore brushless -Canalizzazione dell'aria tramite effetto venturi	A

ID	NOME	DESCRIZIONE	PRIORITÀ
 E001	Espulsione rifiuti	Il sistema apre il serbatoio dei rifiuti tramite contatto con la base di ricarica che apre il coperchio quando il robot va verso il connettore per la ricarica.	A
 E002	Serbatoio pieno	Il sistema rileva che il serbatoio è pieno mediante un sensore di distanza posto sulla parete superiore del serbatoio e avvia il robot verso la base di ricarica utilizzando il percorso più veloce.	
 C001	Comunicazione	Il sistema comunica: -attraverso lo standard BLE5 -comandi vocali	A M
 B002	Batteria scarica	Il sistema deve tornare alla base di ricarica quando la batteria è quasi scarica utilizzando il percorso più rapido	A
 F001	Feedback segnalazione	Il sistema utilizza dei led lampeggianti per segnalare: -Lavoro in stato di avanzamento(led gialli lampeggianti) -Problemi o guasti(led rossi lampeggianti) -Serbatoio carico (led gialli fissi) -problema irreparabile(led rossi fissi) -in carica(led verdi progressivi) -batteria carica(led blu fissi)	A

# 7Moodboard

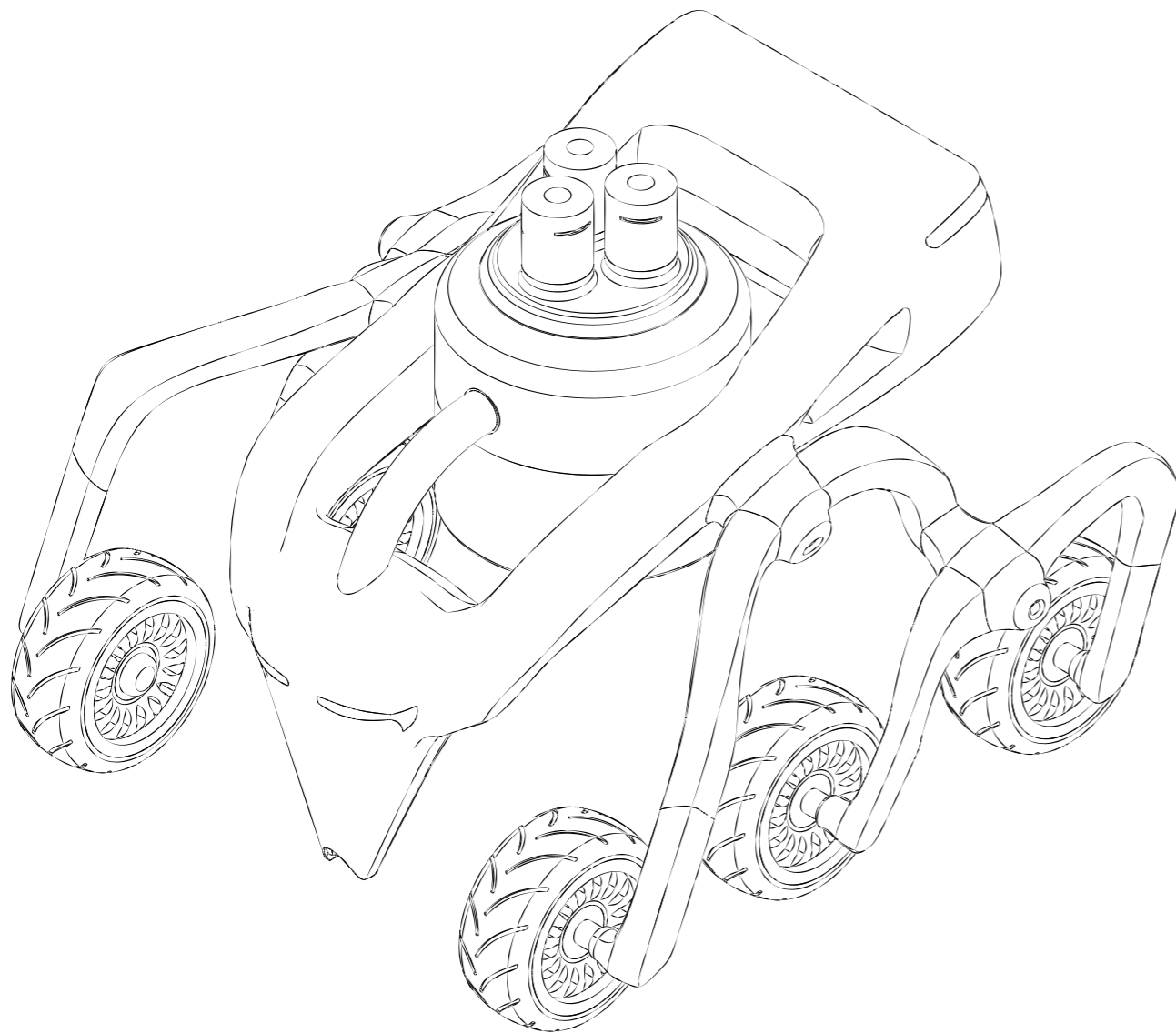




# 8 Ideazione e sviluppo del concept

## 8.1 Ideazione progettuale

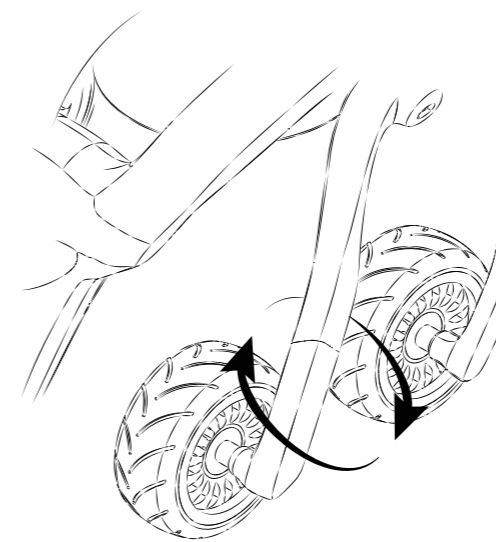
Il progetto di ricerca è proseguito verso la definizione di un concept formale riprendendo le linee guida tracciate nei requisiti e sviluppandole ulteriormente. Sono state realizzate le ruote con un diametro di 25 centimetri, che saranno poi realizzate attraverso un materiale morbido, il quale avvolgerà quello duro dei cerchioni, dove verranno inseriti i motori per la movimentazione. Questa tipologia di motori sarà ripresa direttamente dal mondo delle biciclette elettriche con motore a mozzo anteriore. Le ruote sono agganciate direttamente all'asse. Nella parte anteriore e posteriore i bracci dell'asse sono discontinui ed hanno al loro interno dei cuscinetti ad aghi di spinta, i quali ruotando, permettono al motore inserito nell'asse di far girare le ruote. Entrambi gli assi sono agganciati mediante dei giunti in grado di gestirne la rotazione attraverso una guida che ne limita l'oscillazione ed il movimento è reso più fluido con l'utilizzo di molle a



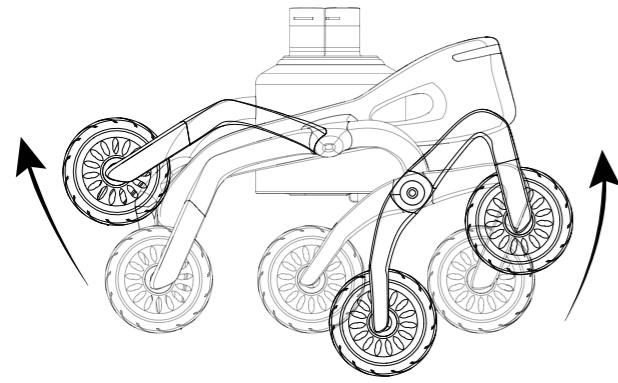
compressione inserite all'interno degli agganci tra il rocker ed il bogie e tra l'asse ed il corpo centrale. Posto al centro del robot c'è il serbatoio per la raccolta dei rifiuti, il quale sarà realizzato in materiale trasparente, molto probabilmente in policarbonato, così da resistere agli urti e permettere di osservare la presenza dei rifiuti al proprio interno.

Il serbatoio al suo interno riprende il sistema ciclonico del quale conserva la disposizione di due serbatoi separati mediante i quali i rifiuti si depositano in basso e in alto è presente un filtro per purificare l'aria che va verso i motori. Questi ultimi sono tre per aumentare il quantitativo di aria aspirata. Il serbatoio ha un tappo in grado di essere aperto mediante contatto con la base di ricarica, a causa della sua forma pensata proprio per questo scopo. Il tappo scorre attraverso due guide all'interno del coperchio del serbatoio e viene poi riportato alla sua posizione di partenza mediante una molla a compressione. Il corpo centrale è costituito da due assi separati dal serbatoio, al quale è agganciato attraverso viti. I due assi si congiungono sia nella parte posteriore dove sono contenute la batteria e la scheda madre del robot, sia nella parte anteriore dove si congiungono con il frontale del robot contenente il tubo di aspirazione. Il tubo di aspirazione ha un diametro di cinque centimetri per poter aspirare solo i piccoli rifiuti e concentrarsi verso quella tipologia di rifiuto che spesso sfugge all'occhio umano. Nella parte anteriore non sarà contenuto solamente il tubo di aspirazione, ma anche la telecamera per il riconoscimento dei rifiuti ed il sensore lidar per la mappatura dell'ambiente ed il riconoscimento degli ostacoli. Nelle situazioni di scarsa luminosità, sarà possibile al robot evitare errori di percezione attraverso l'utilizzo dei fari anteriori, in modo da garantire alla telecamera le condizioni necessarie al suo funzionamento, evitando errori di rilevamento. Posizionati ai quattro lati del robot sono inoltre presenti dei sensori di distanza che puntano verso l'esterno del robot al fine di evitare eventuali collisioni o ribaltamenti dovuti a dislivelli non rilevati. Nella parte posteriore è presente un led di segnalazione che lampeggerà in vari colori per indicare i diversi stati di lavoro, ricarica, riempimento serbatoio, batteria scarica e guasto.

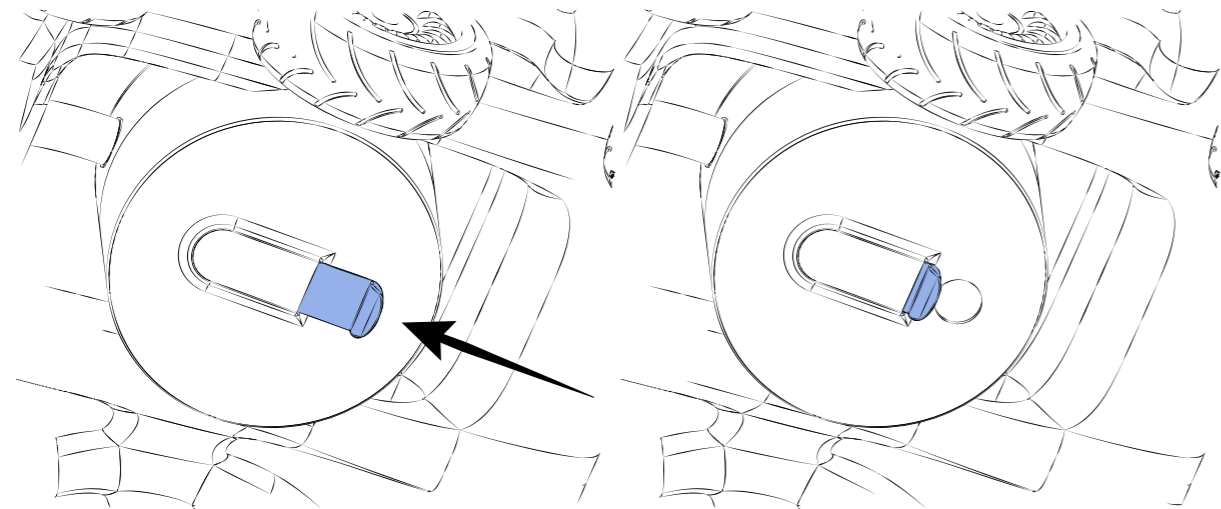
### 8.1.1 illustrazione e spiegazione dei vari punti



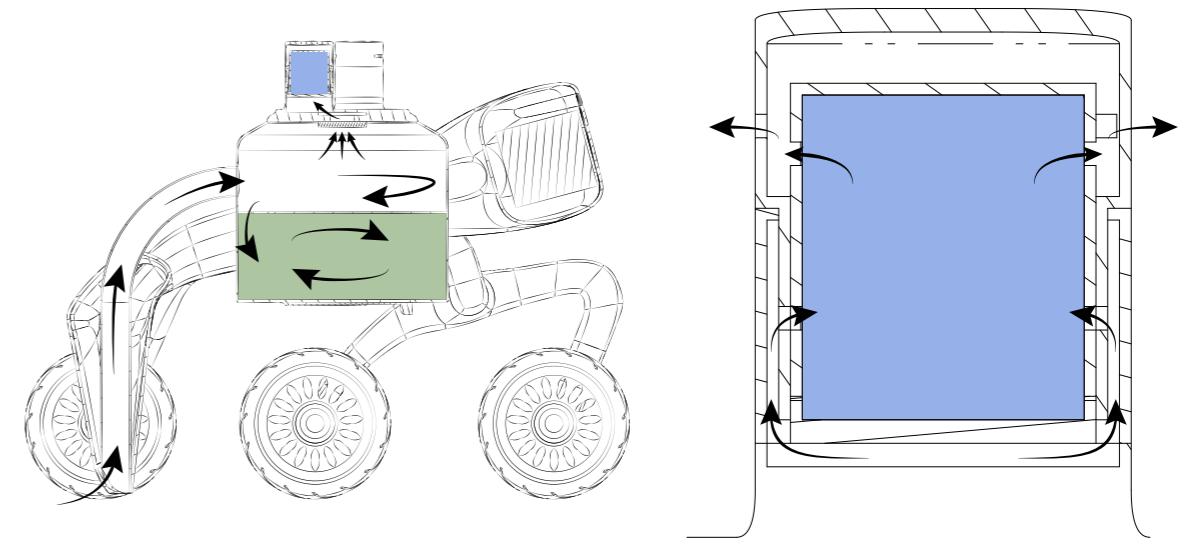
1 Rotazione del braccio  
I bracci attaccati alla prima coppia di ruote e alla terza coppia, partendo dal fronte del robot, sono discontinui. Questo permetterà nella realizzazione finale di avere la possibilità di sterzare le ruote a destra e sinistra. Avere due coppie di ruote sterzanti per lato migliora la mobilità del robot.



**2 Oscillazione degli assi**  
 Il robot è stato realizzato con un corpo centrale ancorato a due assi laterali agganciati alle ruote della tipologia Rocker bogie. Questa tipologia utilizzata per mezzi equipaggiati con sei ruote è adatta per terreni accidentati, perché i bracci dell'asse non sono bloccati, ma quando le ruote incontrano un ostacolo hanno la possibilità di scavalcarlo, sollevandosi. Questo è permesso dai perni dove sono agganciati i quattro bracci dell'asse. Il primo perno collega il braccio lungo della prima ruota che si muove indipendentemente, chiamato Rocker, ed un secondo direttamente collegato al perno del carrello chiamato bogie. Quest'ultimo è formato dalle ultime due diramazioni che vanno verso la seconda e terza ruota della fila, permettendo loro di oscillare e superare agevolmente eventuali ostacoli, nonostante siano più alti del raggio della ruota.



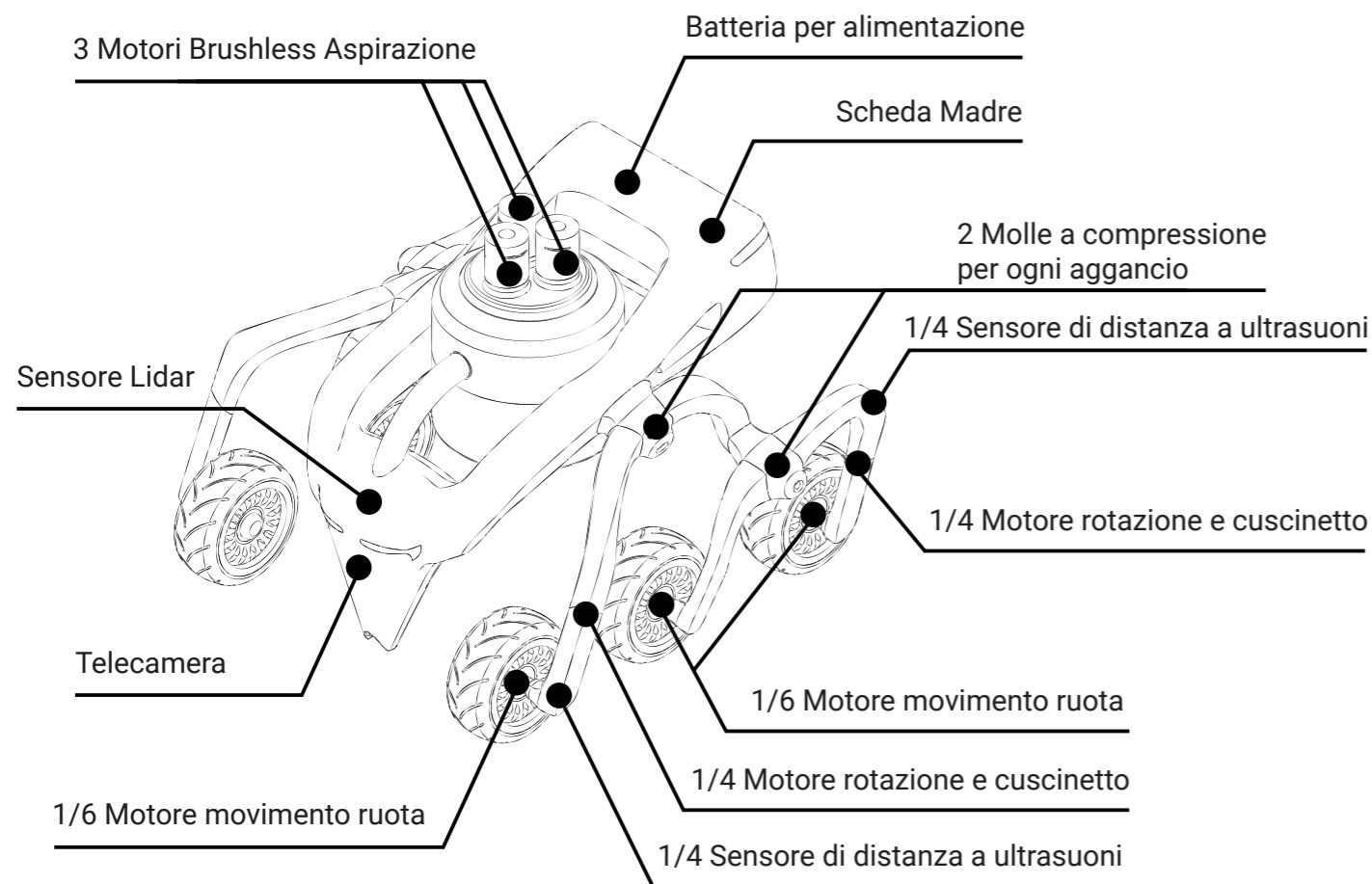
**3 Chiusura tappo**  
 La chiusura del serbatoio è stata pensata per permettere al robot di svuotare autonomamente i propri rifiuti raccolti senza l'ausilio di un operatore. La funzionalità è ripresa dagli ultimi robot casalinghi per la pulizia della casa. Nel caso di questo robot il tappo, inserito all'interno del coperchio del serbatoio è rigido, con una parte sporgente, che andando a sbattere contro la base di ricarica, o un tubo di aspirazione di un'altra tipologia di dispositivo, permette al robot di far fuoriuscire i rifiuti presenti nel serbatoio. Una volta terminata l'operazione di svuotamento appena il robot lascia la base di ricarica il tappo si chiude per mezzo di una molla a compressione posta all'interno del coperchio



**4 Aspirazione**  
 Riguardo il sistema di aspirazione, partendo dal percorso che fa il rifiuto una volta catturato, come primo elemento abbiamo il tubo di aspirazione. Scelto appositamente del diametro di cinque centimetri, in quanto era precisa volontà sviluppare un progetto iniziale in grado di avere buone prestazioni con piccoli rifiuti. Quest'ultimi spesso e volentieri dimenticati o non visti dagli operatori ecologici e talvolta gettati abitualmente da una grossa fetta della popolazione che, come nel caso delle cicche di sigaretta, non curante, se ne disfa senza utilizzare il cestino. Superato il tubo il rifiuto finisce nello scambiatore ciclonico dove dopo aver girato all'interno finisce, per gravità, nel serbatoio sotto, attraverso un'apertura presente tra la parte sopra ed il serbatoio vero e proprio. Questo sistema permette di mantenere i filtri puliti e di poter sfruttare gli stessi condotti che portano alla ventola del motore per far fuoriuscire l'aria. Questa infatti entra da sopra al serbatoio in un condotto che si divide in tre per ogni singolo motore e dove passa attraverso prima di essere spinta via dalla ventola di quest'ultimo verso l'esterno fuoriuscendo dalle fessure, opportunamente filtrate, presenti sulla sommità del cilindro di ogni motore.

# 9 Sviluppo progettuale

## 9.1 Individuazione Componenti



## 9.2 Componenti

La scelta dei componenti ha richiesto di realizzare dei calcoli preventivi per stimare l'utilizzo di alcuni precisi elementi da integrare nel progetto, al fine di rispondere alle determinate funzioni presenti nell'oggetto.

### 9.2.1 Formule per calcolo motori movimentazione

la scelta dei componenti è partita dalla definizione dei requisiti tecnici inerenti la potenza motrice del dispositivo. Sono stati stimati 100kg come valore indicativo per la massa del dispositivo finale. Il diametro delle ruote è di 25 centimetri ed è stata definita una velocità di 0,5 metri al secondo, circa 2 chilometri all'ora.

$$m=100\text{kg}, V= 0,5 \text{ m/s}, dr= 0,25 \text{ m},$$

$$Fm= m \times a = 100 \text{ kg} \times 0,5 \text{ m/s} = 50 \text{ N}$$

$$C= F \times r = F \times d/2 = 50 \text{ N} \times 0,125 \text{ m} = 6,25 \text{ Nm}$$

Il calcolo del peso è stato stimato in eccesso, per questo motivo, la definizione finale del prototipo avverrà tramite una stima aumentata del doppio rispetto ai requisiti minimi. Al termine dei calcoli se qualche dato mostrerà incongruenze o risultati inaspettati verranno svolti calcoli con cifre triplicate per rispondere ad eventuali esigenze generate da forze reali non conteggiate nel

calcolo teorico.

Il robot trasporterà al suo interno un volume di 20 litri pari a 40 bottigliette da mezzo litro.

$$\omega = V / r = 0,5 \text{ m/s} / 0,125 \text{ m} = 4 \text{ rad / s} \sim 40 \text{ rpm}$$

$$1^\circ \text{ Stima per eccesso} = 40 \text{ rpm} \times 2 = 80 \text{ rpm}$$

$$2^\circ \text{ Stima per eccesso} = 40 \text{ rpm} \times 3 = 120 \text{ rpm}$$

$$1^\circ \text{ Formula } P= C \times \omega = 6,25 \text{ N} \times 4 \text{ rad / s} = 25 \text{ W}$$

$$2^\circ \text{ Formula } P= C \times \omega = 12,5 \text{ N} \times 8 \text{ rad / s} = 100 \text{ W}$$

$$\text{Risultato } 1^\circ \text{ Formula Stima per eccesso} = 25 \text{ W} \times 2 = 50 \text{ W}$$

$$\text{Risultato } 2^\circ \text{ Formula Stima per eccesso} = 100 \text{ W} \times 2 = 200 \text{ W}$$

$$P=V \times I$$

$$1^\circ \text{ Formula } P= C \times \omega = 6,25 \text{ N} \times 4 \text{ rad / s} = 25 \text{ W}$$

$$2^\circ \text{ Formula } P= C \times \omega = 12,5 \text{ N} \times 8 \text{ rad / s} = 100 \text{ W}$$

$$\text{Risultato } 1^\circ \text{ Formula Stima per eccesso} = 25 \text{ W} \times 2 = 50 \text{ W}$$

$$\text{Risultato } 2^\circ \text{ Formula Stima per eccesso} = 100 \text{ W} \times 2 = 200 \text{ W}$$

1° Stima Formula 1

$$V=6\text{V } I= 25 \text{ W} / 6\text{V} = 4,166 \text{ A}$$

$$V=12\text{V } I= 25 \text{ W} / 12\text{V} = 2,083 \text{ A}$$

$$V=24\text{V } I= 25 \text{ W} / 24\text{V} = 1,041 \text{ A}$$

2° Stima Formula 1

$$V=6\text{V } I= 50 \text{ W} / 6\text{V} = 8,333 \text{ A}$$

$$V=12\text{V } I= 50 \text{ W} / 12\text{V} = 4,166 \text{ A}$$

$$V=24\text{V } I= 50 \text{ W} / 24\text{V} = 2,083 \text{ A}$$

1° Stima Formula 2

$$V=6\text{V } I= 100 \text{ W} / 6\text{V} = 16,667 \text{ A}$$

$$V=12\text{V } I= 100 \text{ W} / 12\text{V} = 8,333 \text{ A}$$

$$V=24\text{V } I= 100 \text{ W} / 24\text{V} = 4,167 \text{ A}$$

2° Stima Formula 2

$$V=6\text{V } I= 200 \text{ W} / 6\text{V} = 33,333 \text{ A}$$

$$V=12\text{V } I= 200 \text{ W} / 12\text{V} = 16,667 \text{ A}$$

$$V=24\text{V } I= 200 \text{ W} / 24\text{V} = 8,333 \text{ A}$$

La Coppia viene ridistribuita sul numero di motori.

$$C = F \times r / N. \text{ motori}$$

$$C = 6,25 \text{ N} / 6 = 0,667 \text{ N}$$

Viene trovata la potenza attraverso il doppio del numero di giri (valore raddoppiato per tolleranza) per la coppia del singolo motore.

$$P = 0,667 \text{ N} \times 4 \text{ rpm} = 2,668 \text{ W}$$

$$1^\circ \text{ Stima: } C = 12,5 \text{ N} / 6 = 2,083 \text{ N } P = 2,083 \text{ N} \times 4 \text{ rpm} = 8,332 \text{ W}$$

$$2^\circ \text{ Stima: } C = 18,75 \text{ N} / 6 = 3,125 \text{ N } P = 3,125 \text{ N} \times 4 \text{ rpm} = 12,5 \text{ W}$$


I calcoli precedenti sono stati necessari per avere una stimadelle caratteristiche minime necessarie per avere un motore rispondente ai requisiti individuati precedentemente.

Le caratteristiche necessarie hanno evidenziato un motore con coppia compresa tra 2,668 W e 12,5 W ed una velocità di giri compresa tra 40 rpm e 120 rpm.

Sulla base di questi calcoli di seguito i vari componenti per muovere il dispositivo.

## 9.2.2 Tabelle componenti


Motoriduttore	Descrizione componente
	Motoriduttore a 24 V c.c. da 38 mm: 3GP3 Motore con spazzole in grafite Accoppiato a un riduttore epicicloidale Il componente viene utilizzato per muovere le ruote e far avanzare il robot.
Specifiche tecniche	
Velocità di uscita	180 giri/min
Tensione di alimentazione	24 V c.c.
Coppia in uscita massima	2,25 Nm
Tipo di motore c.c.	Con spazzole
Diametro asta	6mm
Potenza nominale	13,2 W
Tipo di riduttore	Planetario
Lunghezza	96mm
Larghezza	38mm
Corrente nominale	850 mA
Costruzione nucleo	Nucleo ferroso

Batteria	Descrizione componente
	Batteria 24 V a 100Ah utilizzata per far funzionare tutto il sistema, grazie alla sua enorme capacità, nonostante le sue caratteristiche versatili, essendo una batteria al litio e non una batteria tipica delle auto, la quale ha componenti acidi e tossici.
Specifiche tecniche	
Nominal Volt:	24 V
Capacità nominale:	100AH
Array modalità:	7 S
Dimensione della batteria:	270*140*130 millimetri
Peso della batteria:	12 KG
Max Corrente di Scarica Costante:	100A
Corrente di picco:	200A
Tensione di carica:	29.4 V
Scarico cut-off di tensione:	19.6 V
Modo di Carica:	CC/CV
Vita di ciclo:	1000 tims
Temperatura di carica:	-15-65°
Temperatura di scarico:	-15-65°

Funzione di protezione:	Sopra la carica, Sopra scarico, Sopra la corrente, Corto circuito, Equilibrio
-------------------------	---

Scheda Madre	Descrizione componente
	Schema madre per prototipi e applicazioni, molto usata per progetti data la sua versatilità e le buone prestazioni che via via diventano sempre maggiori unite ad un'integrazione di più funzioni per molteplici usi.

Specifiche tecniche	
Processore	Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
Memoria d'uso:	4GB LPDDR4-3200 SDRAM
Connettività	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE
Porta	Gigabit Ethernet
	2 USB 3.0 ports; 2 USB 2.0 ports.
Input output	Raspberry Pi standard 40 pin GPIO header (fully backwards compatible with previous boards)
	2 x micro-HDMI ports (up to 4kp60 supported)
	2-lane MIPI DSI display port
	2-lane MIPI CSI camera port
	4-pole stereo audio and composite video port
Audio-Video	H.265 (4kp60 decode), H264 (1080p60 decode, 1080p30 encode)
	OpenGL ES 3.0 graphics
Dischi di memoria	Micro-SD card slot for loading operating system and data storage
Alimentazione	5V DC via USB-C connector (minimum 3A*) 5V DC via GPIO header (minimum 3A*)
	Power over Ethernet (PoE) enabled (requires separate PoE HAT)
Temperatura di esercizio:	0° - 50°

Motore sterzante	Descrizione componente
	Motoriduttore a 12 V c.c. accoppiato a un riduttore epicicloidale per sterzare le ruote anteriori e posteriori. Saranno utilizzati quattro motori, uno per ogni ruota.

Specifiche tecniche	
Attributo	Valore
Velocità di uscita	15 giri/min.
Tensione di alimentazione	12 V c.c.
Coppia in uscita massima	0,03 mNm (attrito), 0,5 mNm (continuo), 0,82 mNm (stallo), 6,73 mNm (costante)
Tipo di motore c.c.	Con spazzole
Diametro asta	2.92mm
Potenza nominale	0,36 W
Tipo di riduttore	Planetario
Lunghezza	34.7mm
Larghezza	10mm
Profondità	21.8mm
Dimensioni	Ø 10 x 21,8 mm
Corrente nominale	4 mA (senza carico), 80 mA (continua), 149 mA (costante)
Costruzione nucleo	Metallico
Serie	1016
Angolo dell'albero	Diritta
Rapporto di trasmissione	256:1

Cuscinetti ad aghi di spinta	Descrizione componente
	Questo cuscinetto, accoppiato ad un motore viene utilizzato nelle articolazioni di robot che devono ruotare, come nel caso della sonda Curiosity, saranno quattro

Specifiche tecniche	
Dimensioni logistiche (D x W x H)	2,75mm 24mm 24mm
Peso	7g
Diametro interno	10 mm
Diametro esterno	24 mm

Cuscinetti ad aghi di spinta	Descrizione componente
Larghezza	2,75 mm
Serie	LS
Materiale	acciaio da cuscinetti indurito

Motoriduttore	Descrizione componente
	Motoriduttore a 24 V c.c. da 38 mm: 3GP3 Motore con spazzole in grafite Accoppiato a un riduttore epicicloidale

Specifiche tecniche	
interfaccia Gigabit Ethernet	(1000 Mbit/s compatibile con 100 Mbit/s)
Real-time flat field correction (FFC). AOI completa	
Distanze	fino a 100 metri senza switch
Timestamp (latch/reset, precisione µs, 64 bit)	
64 MB memoria immagine	
Singolo / multi frame	
Connettori:	- RJ-45   Gigabit Ethernet con viti di fissaggio - Industry standard Hirose type 12-pin locking connector
Funzionalità mirror:	CMOS: oriz./vert.
Supporto per ottiche motorizzate; circuito elettronico necessario	
Funzionalità I/O avanzate (4 contatori, 2 timers) per	- Pulse Width Modulation - controllo ventola - controllo illuminatore flash
Smart I/O: - 2 ingressi (opto-isolati con limitatori di corrente)  - 4 uscite (high-side)	3..24V ± 1V 11..24V (variante PLC)  10-24V e 700 mA uscita per illuminatori flash, relays o attuatori
Sensore di temperatura	interno (leggibile) con soglia di allarme programmabile
Range alimentazione industriale	24 VDC
Registrazione immagini con opzione pre-trigger	
Calibrazione	C-mount, CS-mount, S-mount

Funzionalità colori avanzate:	- Matrice di Correzione del Colore
	- Conversione RGB-YUV
	- processamento colore a bordo telecamera ad alta precisione
	- bilanciamento del bianco (anche automatico)
Risoluzione ADC: CCD:	14 bit (trasferimento 14/12/8 bit); CMOS ADC on chip
Consumo	< 5,5 W
Look Up Table (LUT) liberamente programmabile: Telecamera a colori Telecamera monocromatica	10 bit - 10 bit
	12 bit - 10 bit
Peso senza ottica:	circa 110 g
Trigger overlap	
Range di temperatura: - lavoro - storage	0 - 45 °C / 30 - 80 %RH
	-20 to 60 °C / 20 to 90 %RH
Opzioni:	WiFi
Dimensioni senza ottica (w x h x l):	39.8 x 39.8 x 35 mm
Memorizzazione configurazioni (5 config.) e parametri utente (512 bytes su EE-PROM)	Settore di 64Kbyte della memoria flash per dati utente (UserFile)
Conformità:	Immunità: EN 61000-6-2:2005; Emissioni: EN 61000-6-3:2007, FCC class B; RoHs; CE; IP30 & opzioni IP67; PoE 802.3af (IEEE 802.3at Type 1)

## Motore aspirazione



## Descrizione componente

Motore brushless ad alte prestazioni per l'utilizzo con piccoli elettrodomestici, nella fattispecie è stato preferibile utilizzare questo componente ed aumentarne l'impiego attraverso tre singoli motori piuttosto che utilizzarne altri più potenti, ma di notevoli dimensioni.

## Specifiche tecniche

Codice del motore	NXK50J350X001
Max. Potenza	350 W(Può essere su misura)
Tensione	24 V
Frequenza	/
Max. Flusso D'aria	84 m3/h
Voltage(V):	DC22.2V-DC25.2V
Max. Vuoto	22.5 kPa(Può essere su misura)
Max. Velocità	90000 numero di giri
Controllo della velocità	0 ~ 5VDC/PWM

Peso	0.18 kg
Fan System:	Attraverso flusso
Max. Flusso d'aria(m³/min):	1.39
Max. Pressione aspirazione(kPa):	22.12
Peso(kg)±0.17	
Parametri alla massimo dell'efficienza	
Ugello(mm):	16
Vacuum Pressure(kPa):	10.16
Flusso d'aria(m³/min):	0.92
Potenza in ingresso(watt):349	38mm
Watt Aria(watt):	155
Max. Efficienza(%):	44.30

## Filtro aria



## Descrizione componente

Sviluppato da RS Pro, questo articolo è un filtro sintetico (100% fibra di poliestere) fornito in rotolo. Fissato termicamente per mezzo di fibre bicomponente, il mezzo di filtrazione è adatto per l'uso come pre-filtro generale.

## Specifiche tecniche

Specifiche	Valore
Attributo	
Grado del filtro	G3
Caduta di pressione iniziale	35Pa
Dimensioni	20 x 1m
Spessore	14mm
Lunghezza	20m
Larghezza	1m

## Molla a compressione



## Descrizione componente

Molla a compressione utilizzata per accompagnare l'oscillazione dell'asse Rocker Bogie.

## Specifiche tecniche

Diametro esterno	12mm
Diametro filo	2mm
Lunghezza libera	79.5mm

Lunghezza minima di lavoro	43.4mm
Carico alla minima lunghezza di lavoro	317.74N
Materiale	Lega di acciaio
Passo molla	8.81N/mm
Terminali	Chiuso (quadrato) superficie

## Molla a compressione del tappo

## Descrizione componente



La molla a compressione serve per permettere al tappo di tornare indietro durante l'operazione di svuotamento del serbatoio.

## Specifiche tecniche

Diametro esterno	2.75mm
Diametro filo	0.25mm
Lunghezza libera	15.7mm
Lunghezza minima di lavoro	5mm
Carico alla minima lunghezza di lavoro	2.31N
Materiale	Lega di acciaio
Passo molla	0.22N/mm
Terminali	Chiuso (quadrato) interrato

## Sensore Lidar

## Descrizione componente



Il kit Seeed studio grove TF mini LiDAR è progettato per rilevare la distanza stabile, precisa, ad alta sensibilità e ad alta velocità. Questo sensore si basa sul principio del tempo di volo (TOF). Dal sensore viene inviata una luce modulata vicino all'infrarosso che viene riflessa da un oggetto, la distanza dall'oggetto da catturare può essere convertita con il sensore calcolando la differenza di tempo o la differenza di fase tra l'invio della luce e la riflessione della luce, per produrre l'informazione di profondità.

## Specifiche tecniche

L'angolo di accettazione è:	2,3°
Elevata sensibilità e stabilità	
Estremamente stabile e preciso	
distanza ad alta velocità	Con spazzole
la tensione di alimentazione in ingresso è	compresa tra 4,5 V e 6V
• Wavelength laser è	850nm

## Sensore Lidar

## Descrizione componente

• interfaccia

UART

## Sensore di distanza

## Descrizione componente



L'SRF05 è un sensore ad ultrasuoni dotato di un microcontrollore che assolve tutte le funzioni di calcolo ed elaborazione. Riesce ad individuare ostacoli ed oggetti, anche di piccole dimensioni. È insensibile alla luce ambientale, quindi ottimo per essere usato all'esterno. Il campo visivo di questo sensore è abbastanza ampio.

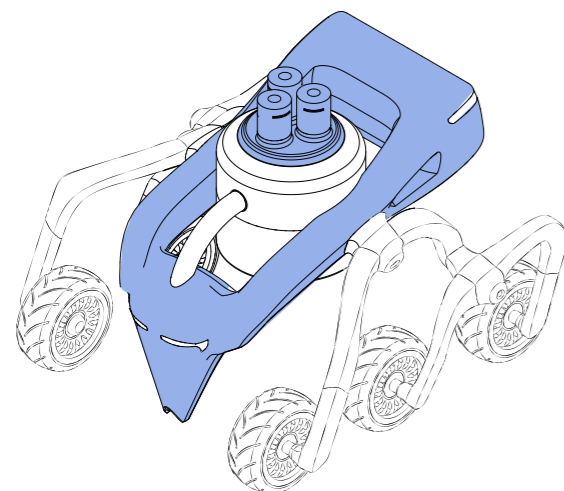
## Specifiche tecniche

Tensione Operativa	5V
Corrente Operativa Tipica	4mA
Frequenza	40 KHz
Portata	1cm - 4mt
Impulso di ritorno	Segnale TTL positivo, di durata proporzionale alla distanza rilevata.
Calibrazione	Impulso TTL di durata minima di 10 uS.
Modalita' di funzionamento	Pin singolo per trig/echo o 2 Pin SRF04 compatibile.
Dimensioni	43 x 20 x H 17 mm

I componenti classificati precedentemente non sono tutti quelli realmente necessari alla realizzazione del progetto finale, ma necessiteranno di un ulteriore step di verifica più dettagliata in un successivo processo di progettazione realizzato in collaborazione con team di tecnici al fine di rendere funzionante il dispositivo

## 9.2 Materiali

ABS



### Proprietà meccaniche

Modulo elastico 50 mm/min:  
(prova di trazione)

Resistenza a trazione 50 mm/min:

Allungamento a snervamento 50 mm/min

Resistenza agli urti (Charpy)

### Proprietà fisiche

Densità

Proprietà termiche

Temperatura Cilindro/processo

Temperatura Stampo

Temperatura Materiale

Motivazione Scelta

Il corpo centrale è in materiale Acrilnitrile-Butadiene-Stirene (ABS) un comune polimero termoplastico, utilizzato per creare oggetti leggeri e robusti, con buona resistenza alla scalfitura.

L'ABS può sopportare temperature tra i -40° e gli +80° a seconda del tipo ed è resistente alle irradiazioni UV, inoltre una volta polimerizzato il materiale risulta completamente atossico.

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

Le più importanti proprietà meccaniche dell'ABS sono la resistenza all'impatto e la durezza. Per migliorare la resistenza all'impatto, la durezza e la resistenza al calore possono essere fatte diverse modifiche al polimero.

Quindi, cambiando le proporzioni dei suoi componenti, l'ABS può essere prodotto per ottenere diverse qualità.

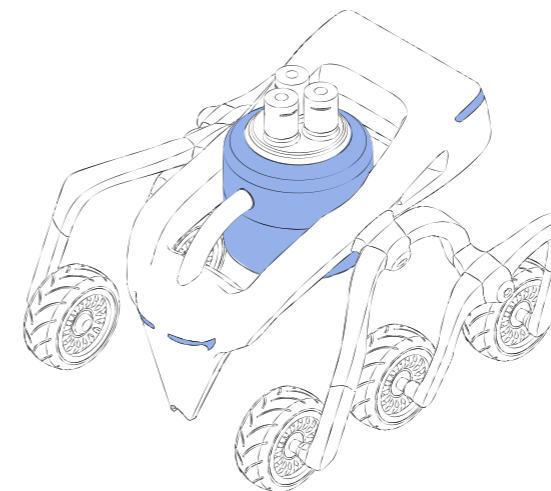
La tecnologia di lavorazione dell'ABS utilizzata è lo stampaggio ad iniezione. Proprio per le sue caratteristiche è stato scelto come il materiale del corpo centrale non sottoposto ad eccessive sollecitazioni, ma che necessita comunque di un materiale resistente e durevole

Granuli



Normativa	Valore	Unità
DIN EN ISO 527-1	1500 MPa	Mpa
DIN EN ISO 527-1	2,2	%
DIN EN ISO 527-1	230	Mpa
DIN EN ISO 179-1eU	38	kJ/m <sup>2</sup>
Normativa	Valore	Unità
	1250	Kg/m <sup>3</sup>
Normativa	Valore	Unità
	280 - 300	°C
	80 - 120	°C
	290 - 300	°C

Policarbonato



### Proprietà meccaniche

Modulo elastico 50 mm/min:  
(prova di trazione)

Resistenza a trazione 50 mm/min:

Allungamento a snervamento 50 mm/min

Resistenza agli urti (Charpy)

### Proprietà fisiche

Densità

indice di rifrazione 20°C

### Proprietà termiche

Temperatura di rammollimento Vicat

### Motivazione Scelta

Il serbatoio centrale, i fari anteriori e le luci di segnalazione posteriori sono Policarbonato(PC) polimero ottenuto dall'acido carbonico un comune polimero termoplastico, utilizzato per creare oggetti leggeri e robusti, con buona resistenza alla scalfitura.

I policarbonati resistono agli acidi minerali, agli idrocarburi alifatici, alla benzina, ai grassi, agli oli, agli alcoli (tranne l'alcol metilico) e all'acqua sotto i 70 °C. Al di sopra di tale temperatura l'acqua attacca il polimero favorendo una graduale decomposizione chimica. La biodegradabilità è scarsa e richiede tempi lunghi.

Il policarbonato ha un'elevata tenacità. Il policarbonato è sensibile all'intaglio, con conseguente riduzione della resistenza a fatica. In caso di usura può essere impiegato solo limitatamente.

Il policarbonato di bisfenolo-A presenta un elevato indice di rifrazione (1.584) dovuto al suo carattere aromatico. La trasparenza e l'assenza di colore permettono una permeabilità alla luce dell'89% nello spettro del visibile. Gli UV vengono assorbiti e causano ingiallimento, si utilizzano perciò degli stabilizzatori come i benzotriazoli o delle protezioni applicate sulla superficie esposta agli agenti atmosferici. La trasparenza del policarbonato, unita alle proprietà meccaniche, fa di esso il sostituto naturale del vetro, a differenza del quale è curvabile a freddo.

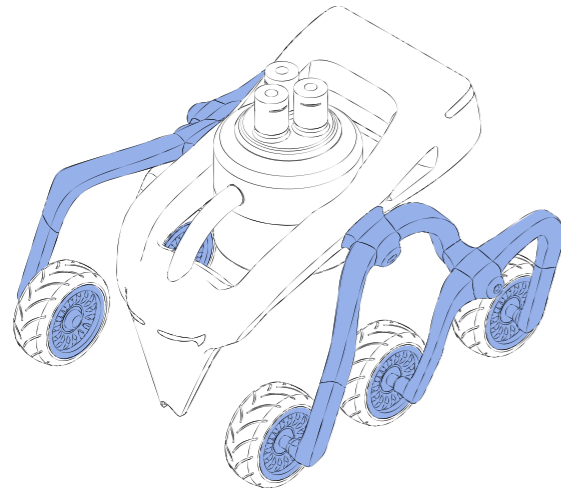
Granuli



Normativa	Valore	Unità
DIN EN ISO 527-1	2400 MPa	Mpa
DIN EN ISO 527-1	6	%
DIN EN ISO 527-1	90	Mpa
DIN EN ISO 179-1eU	11	kJ/m <sup>2</sup>
Normativa	Valore	Unità
	1200	Kg/m <sup>3</sup>
ISO 489	1586	
Normativa	Valore	Unità
ISO306	148	°C



PA66-CF



### Proprietà meccaniche

Modulo elastico 50 mm/min:  
(prova di trazione)  
Resistenza a trazione 50 mm/min:  
Allungamento a snervamento 50 mm/min  
Resistenza agli urti (Charpy)  
Resistenza alla flessione  
23°C, 15mm/min, 3.2m  
Modulo a flessione  
23°C, 15mm/min, 3.2m  
Durezza  
23°C, 50mm/min, 3.2m

### Proprietà fisiche

Densità  
Restringimento in stampo 23°C, 3.2mm ,  
23°C

### Proprietà Termiche

Temperatura Cilindro/processo  
Temperatura Stampo  
Temperatura Materiale  
Indice fluidità 220°C, 10kg

### Motivazione Scelta

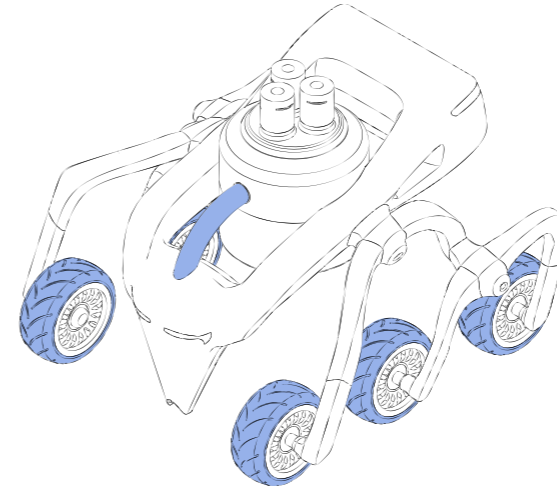
Il poliammide, materiale alla base del Nylon, mescolato con fibre di carbonio ottiene buone caratteristiche di resistenza. Per questo motivo è stato scelto come materiale per le parti dell'asse e dei cerchioni. Oltre alle proprietà tribologiche, con buon comportamento anche utilizzando particolari prodotti con lo stesso materiale, il materiale dal nome commerciale Tecacomp PK TRM, preso come riferimento, possiede una elevata resistenza agli urti. Il polichetone appena stampato a iniezione possiede l'allungamento a rottura più elevato tra tutti i termoplastici semicristallini ( $\epsilon_r > 200\%$ ) e, grazie al basso assorbimento d'acqua, si ottengono elevata accuratezza dimensionale e proprietà meccaniche costanti anche nel caso di componenti esposti per lungo periodo all'umidità. Un ulteriore vantaggio è la resistenza a numerose sostanze chimiche: il polichetone resiste meglio delle poliammidi agli acidi deboli, alle basi e ai lubrificanti. Inerzia chimica che si rileva abitualmente solo su materiali plastici ad elevate prestazioni che si posizionano in fasce di prezzo molto più elevate, come nel caso del PEEK o del PPS. I compound Tecacomp PK TRM offrono inoltre una barriera verso molte sostanze a basso peso molecolare come ossigeno, idrogeno e carburanti.

Granuli



Metodo	Valore	Unità
DIN EN ISO 527-1	1500 MPa	Mpa
DIN EN ISO 527-1	2,2	%
DIN EN ISO 527-1	230	Mpa
DIN EN ISO 179-1eU	38	kJ/m <sup>2</sup>
ASTM D790	62	Mpa
ASTM D790	2000	Mpa
ASTM D785	94	HRA
Metodo	Valore	Unità
	1250	Kg/m <sup>3</sup>
ASTM D95	0.4 ~ 0.7	%
Metodo	Valore	Unità
	280 - 300	°C
	80 - 120	°C
	290 - 300	°C
ASTM D123	10	g/10min

Gomma EPDM



### Proprietà meccaniche

Resistenza alla lacerazione  
  
Resistenza a trazione 50 mm/min:  
Carico di rottura  
  
Resistenza all'abrasione

### Proprietà fisiche

Densità

### Proprietà termiche

Temperatura di servizio massima  
Temperatura di servizio minima  
Temperatura di transizione vetrosa

### Motivazione Scelta

Il materiale scelto per il tubo e le ruote è la gomma sintetica EPDM la quale presenta una soddisfacente inerzia all'aggressione dei fluidi idraulici polari, i chetoni, l'acqua calda e fredda e gli alcali, e un'insoddisfacente resistenza con la maggior parte degli oli di origine fossile, la benzina, il cherosene, gli idrocarburi aromatici ed alifatici, i solventi alogenati e gli acidi concentrati. Le principali proprietà dell'EPDM sono la sua spiccata resistenza al calore, all'ozono e agli agenti atmosferici. Anche la resistenza alle sostanze polari e al vapore sono buone. Le gomme EPDM (dall'inglese Ethylene-Propylene Diene Monomer) sono una famiglia di gomme sintetiche del gruppo M, del quale fanno parte gli elastomeri che contengono catene polimeriche di tipo polimetilenico senza insaturazioni (doppi o tripli legami). Le gomme EPDM sono terpolimeri ottenuti dalla copolimerizzazione di etilene, propilene e da un terzo monomero rappresentato da un diene. Ha inoltre eccellenti proprietà di isolamento elettrico. La miscela di reagenti per la produzione delle gomme EPDM contiene intorno al 45÷75% di etilene. Maggiore è il contenuto, maggiori sono le possibilità di caricamento del polimero, migliori sono il mescolamento e l'estrusione. La vulcanizzazione a base di perossido conferisce a questi polimeri una maggiore facilità di lavorazione.

Rotoli



Metodo	Valore	Unità
UNI 4916 ASTM D2240 DIN 53505 AFNOR 46-052	15	N/mm
UNI 6065 ASTM D412DIN 53504 AFNOR 46-002	450	%
UNI 9185 ASTM 4649 DIN 53516 AFNOR 46-01	12	Mpa
		MAX
Normativa	Valore	Unità
	900-2000	Kg/m <sup>3</sup>
Normativa	Valore	Unità
	150	°C
	-50	°C
	-54	°C

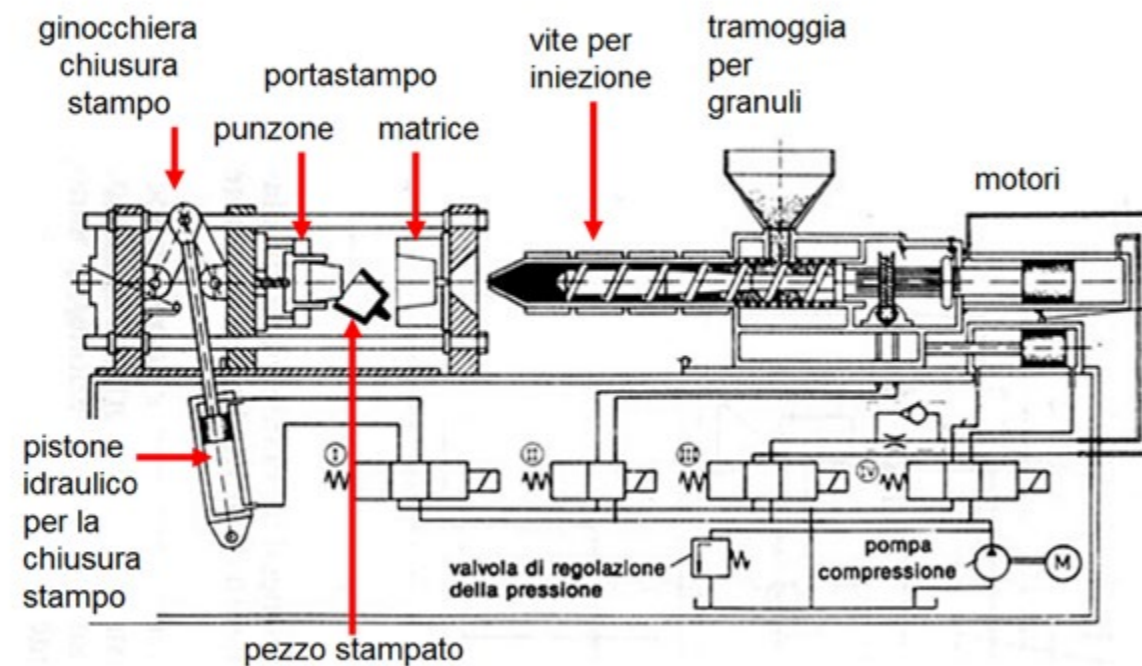
## 9.3 Tecnologie Produttive

### 9.3.1 Stampaggio a Iniezione

#### Processo produttivo

Lo stampaggio a iniezione è un processo di produzione industriale in cui un materiale plastico viene fuso (plastificato) e iniettato ad elevata pressione all'interno di uno stampo chiuso, che viene aperto dopo la solidificazione del manufatto.

Un processo produttivo in cui il granulo versato in una tramoggia passa attraverso la camera di plastificazione, trasportato da una vite fino ad un ugello e spinto, infine, all'interno dello stampo. Durante il percorso nella camera di plastificazione attraverso il riscaldamento, il materiale passa dallo stato solido allo stato



fluido permettendo, così, il riempimento dello stampo.

Successivamente un liquido refrigerante provvederà a far solidificare il materiale nello stampo e l'apertura dello stesso permetterà al pezzo stampato di fuoriuscire aiutato da appositi estrattori.

La pressa a iniezione

La pressa a iniezione è la macchina che serve per ottenere il processo di trasformazione delle materie plastiche dallo stato solido (granulo) allo stato fluido e di nuovo allo stato solido (particolare nello stampo). Ogni stampo, quindi ogni particolare, deve essere utilizzato con la pressa giusta essendo proporzionale il peso e la superficie da stampare alla potenza erogata dalla stessa.

Le fasi del processo di iniezione possono essere schematizzate come segue:

- Chiusura dello stampo, chiusura dell'ugello e applicazione della forza di chiusura;
- Prelievo di materiale, rotazione vite, trasporto e plastificazione: dopo la misce-

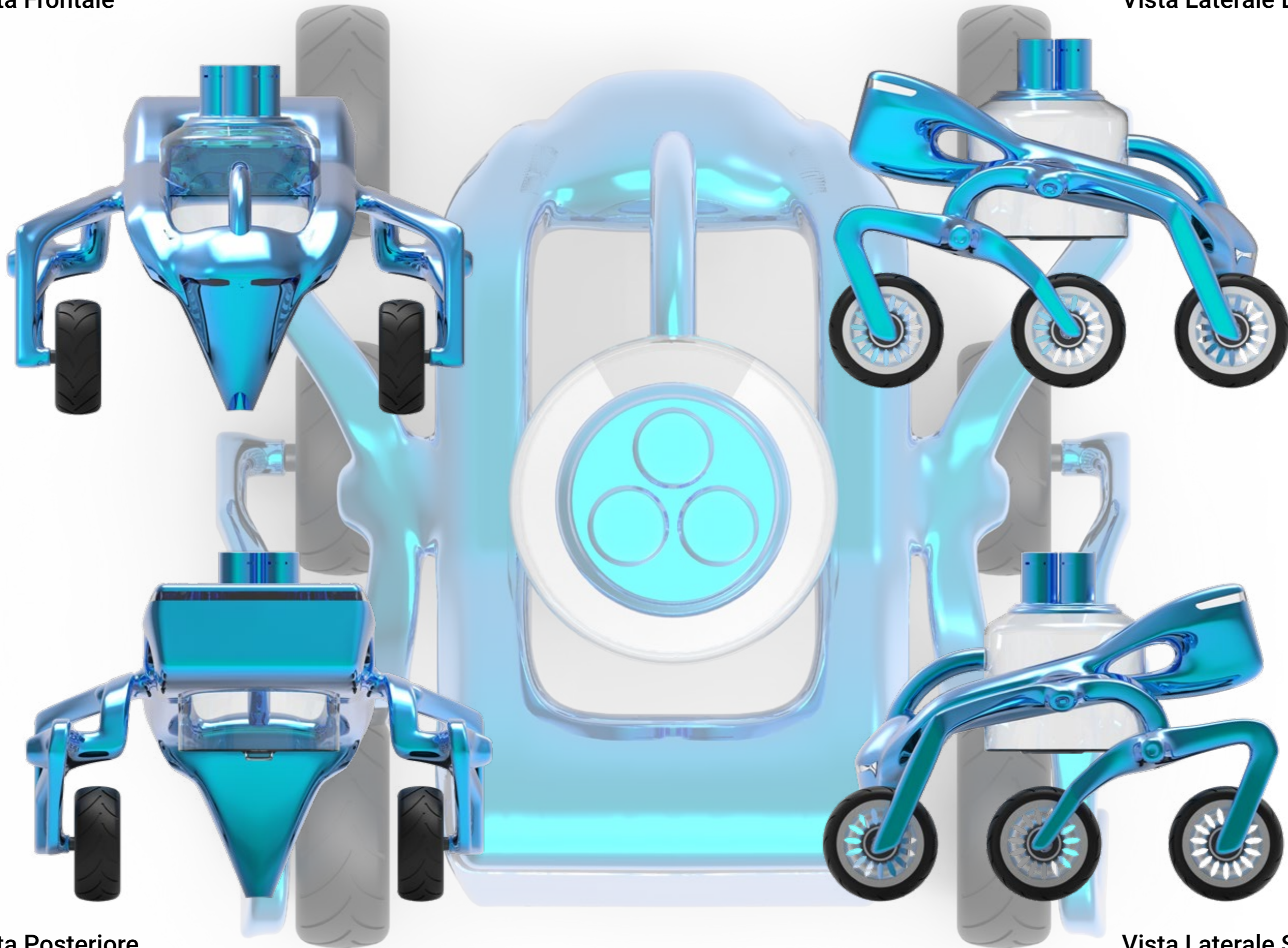
lazione, il granulo passa dalla tramoggia al cilindro dove la vite provvede a plasticizzarlo e a farlo muovere verso la zona di iniezione che si trova nell'altra estremità della vite;

- La camera è a volume crescente e, man mano che il fuso entra, la vite arretra fino ad attivare un sensore che controlla il volume da iniettare;
- Arresto rotazione vite, apertura ugello e avanzamento del pistone: una volta terminato il processo di plastificazione la vite inverte la corsa per far avanzare il polimero fuso verso la zona di iniezione. In questa fase dello stampaggio, la vite funge da pistone perché muove il materiale mantenendo la pressione corretta. Una valvola di non ritorno posta in testa alla vite evita che il materiale fuso fluisca all'interno del cilindro di plastificazione;
- Iniezione del polimero all'interno dello stampo utilizzando una pressione di iniezione elevata (solitamente il valore di picco nella curva di pressione);
- Mantenimento a pressione minore della pressione di iniezione. Viene applicata una pressione anche in questa fase di processo per contrastare i ritiri dovuti al raffreddamento;
- Terminata la fase di raffreddamento si effettua l'espulsione del prodotto finito.
- Intervallo di tempo tra uno stampaggio e l'altro.

Gran parte dei pezzi del modello, fatta eccezione degli standardizzati, e delle guarnizioni e gomme, sarà stampata ad iniezione.

Vista Frontale

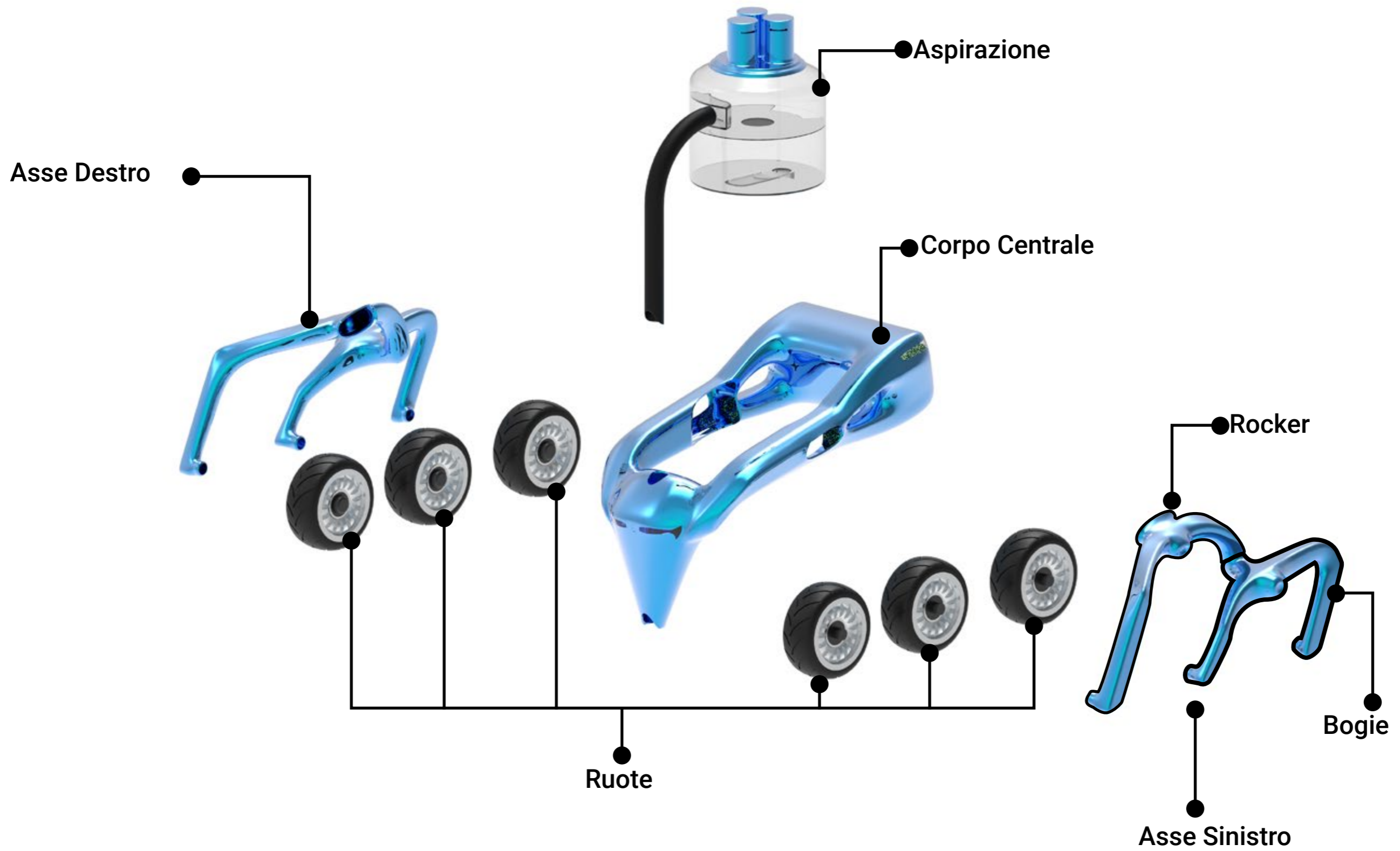
Vista Laterale Destra



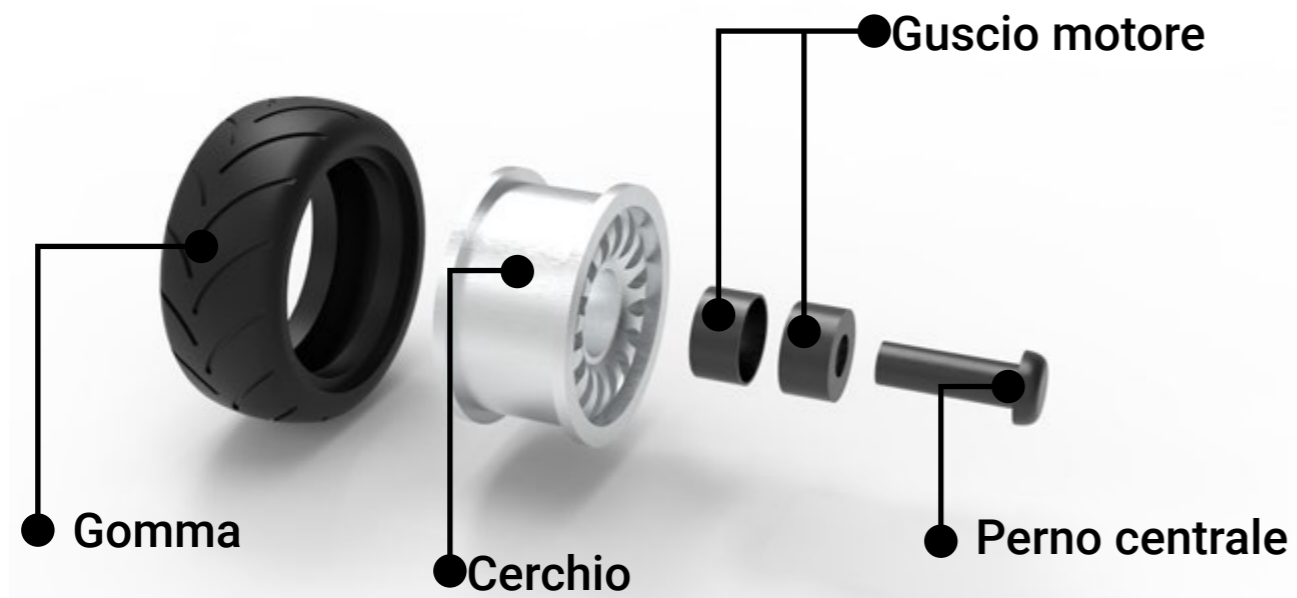
Vista Posteriore

Vista Laterale Sinistra

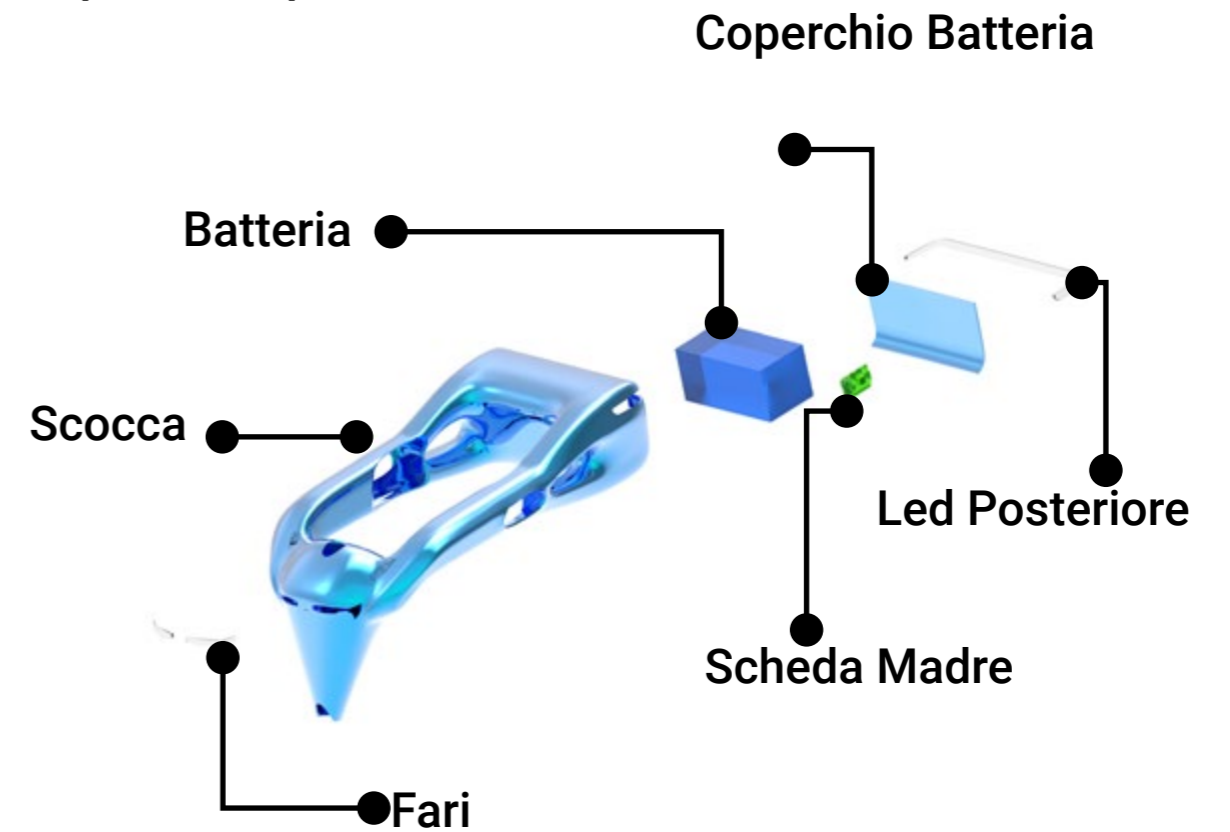
# Esplso Generale



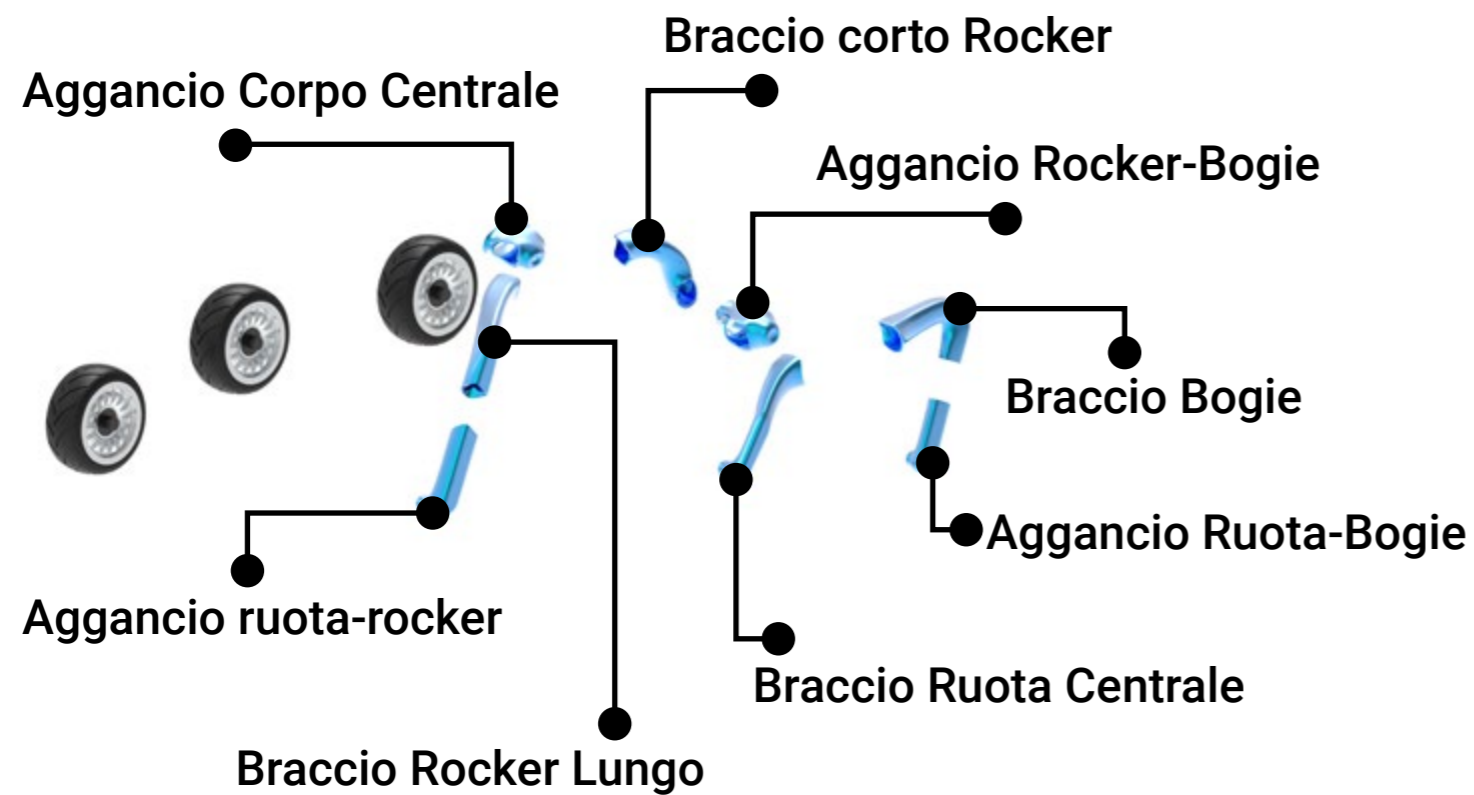
### Esploso Ruote



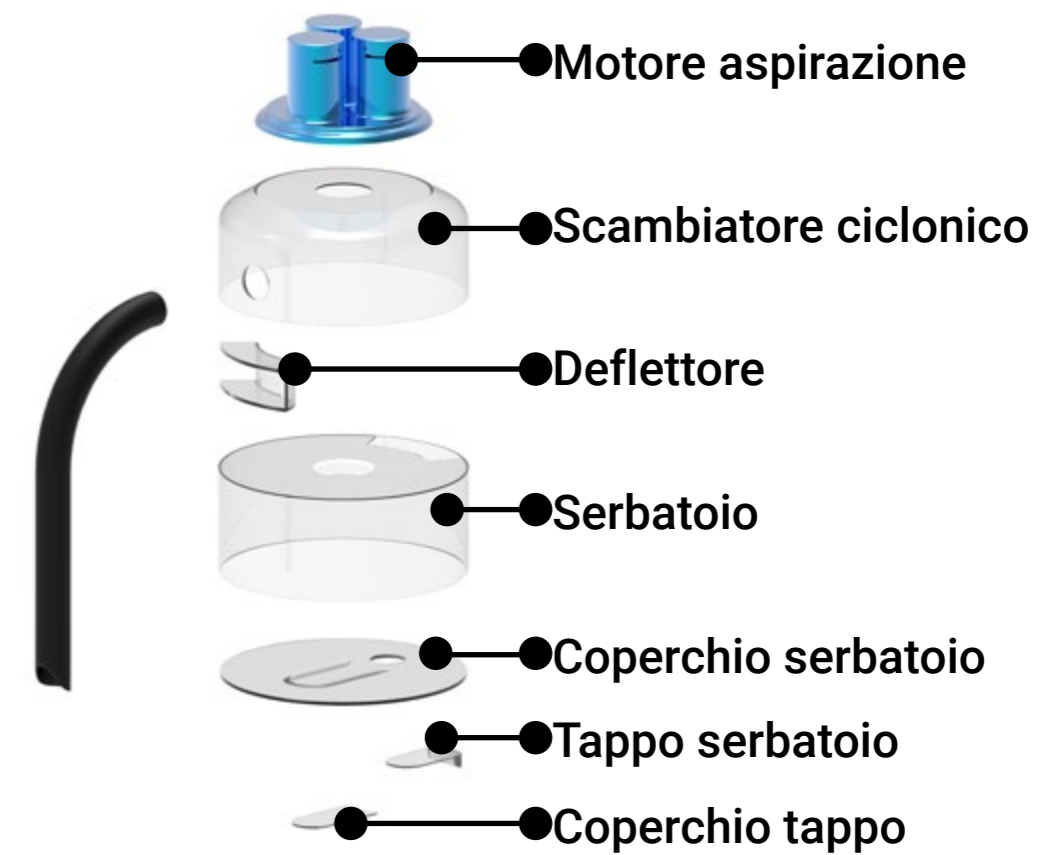
### Esploso Corpo Centrale



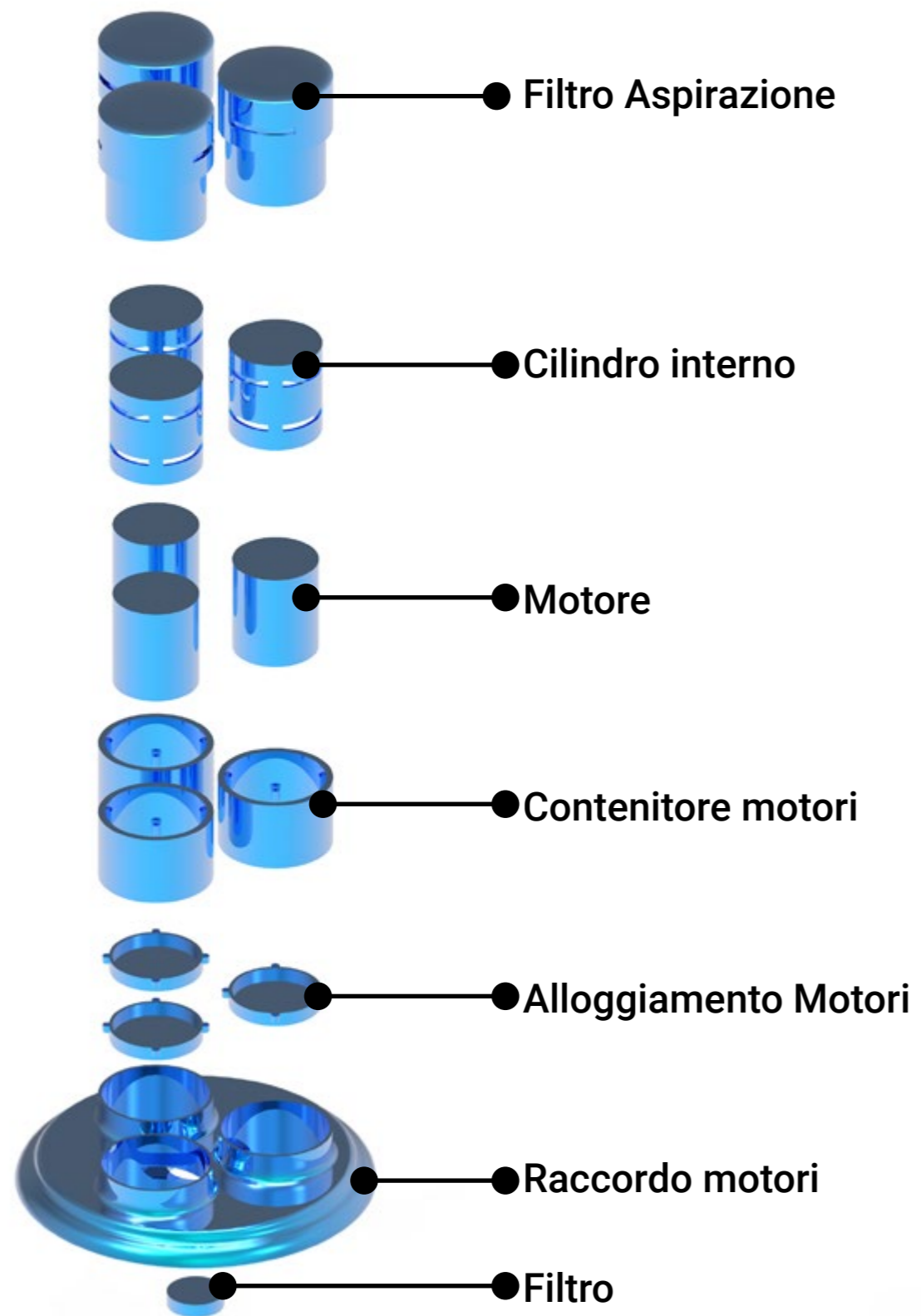
### Esploso Asse



### Esploso Serbatoio



## Esploso Motore Aspirazione



# 10 Risultati del caso studio

## 10.1 Robocollector

## 10.2 Dimensionamento e viste

## 10.3 Interazioni tra oggetto e ambiente

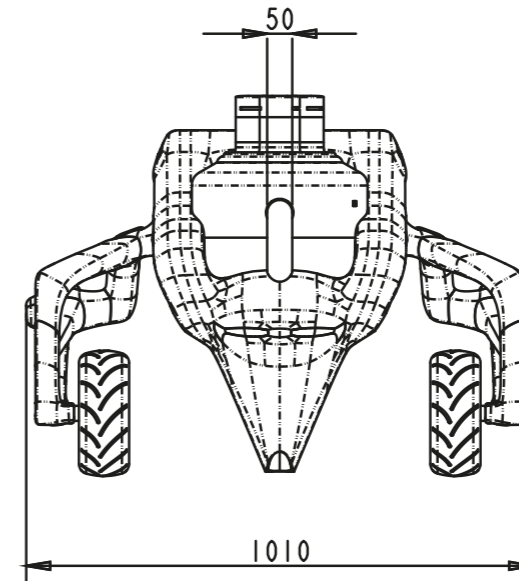
L'interazione tra l'oggetto e l'ambiente ha inizio mediante l'inserimento di un timer programmato settimanale e giornaliero per l'inizio del processo di raccolta dei rifiuti.

La fase iniziale del lavoro comprende la mappatura dell'area attorno al robot attraverso il sensore lidar presente sulla parte anteriore del dispositivo. Insieme a questo

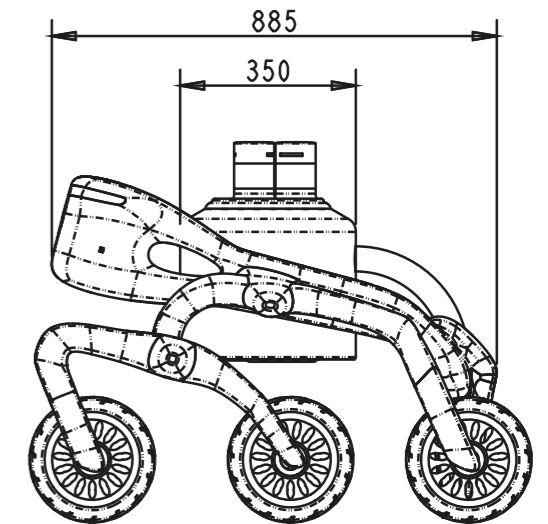
Il sistema utilizza la telecamera anteriore ed il sensore lidar per individuare il rifiuto e raggiungerlo percorrendo il percorso più corto.

Il sistema riconoscerà ostacoli con una telecamera ed un sensore lidar posti sul braccio meccanico e con due telecamere poste ai lati del robot. Un sensore di distanza rivolto nella zona davanti le ruote per eviterà eventuali dislivelli eccessivi.

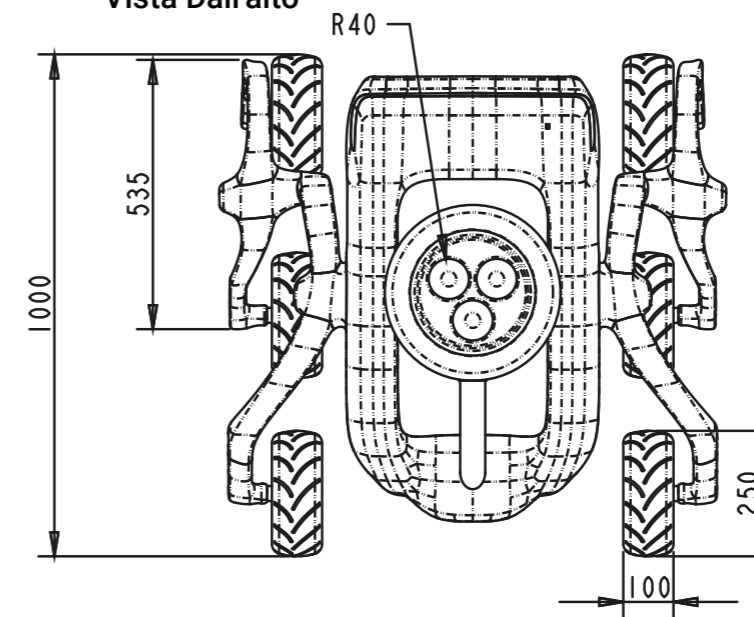
Vista Frontale



Vista Laterale



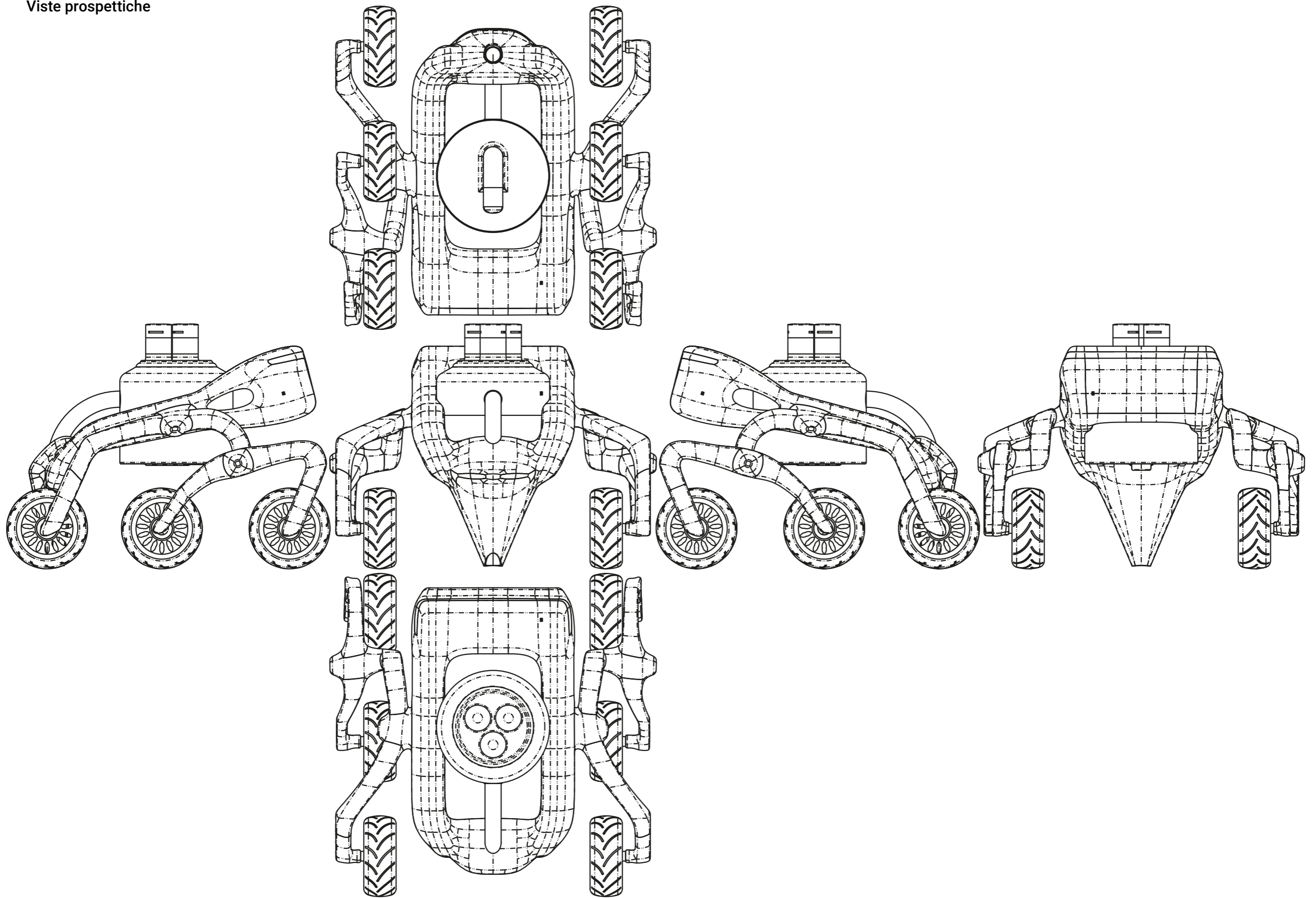
Vista Dall'alto



Scala 1:10

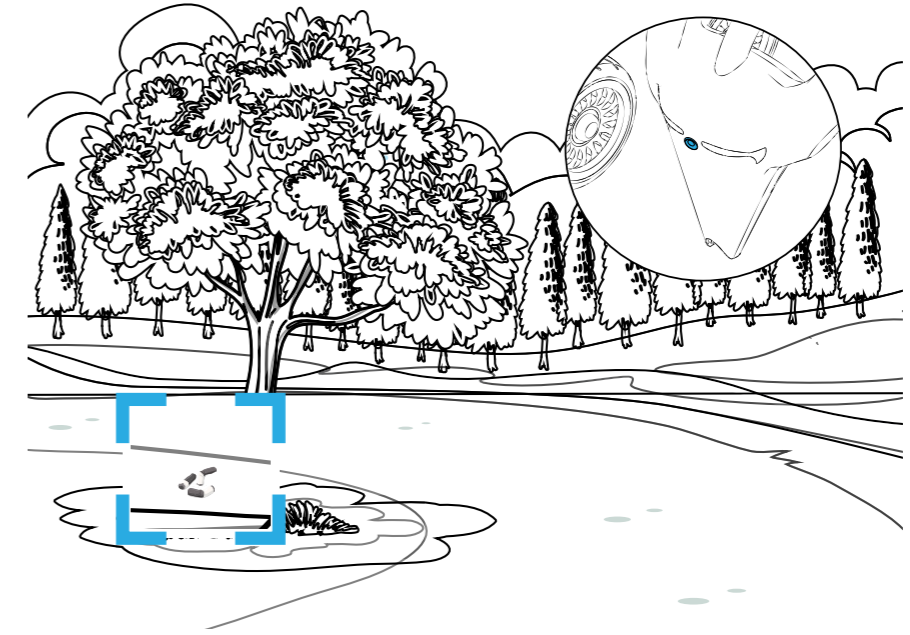
Misure in millimetri

Viste prospettive

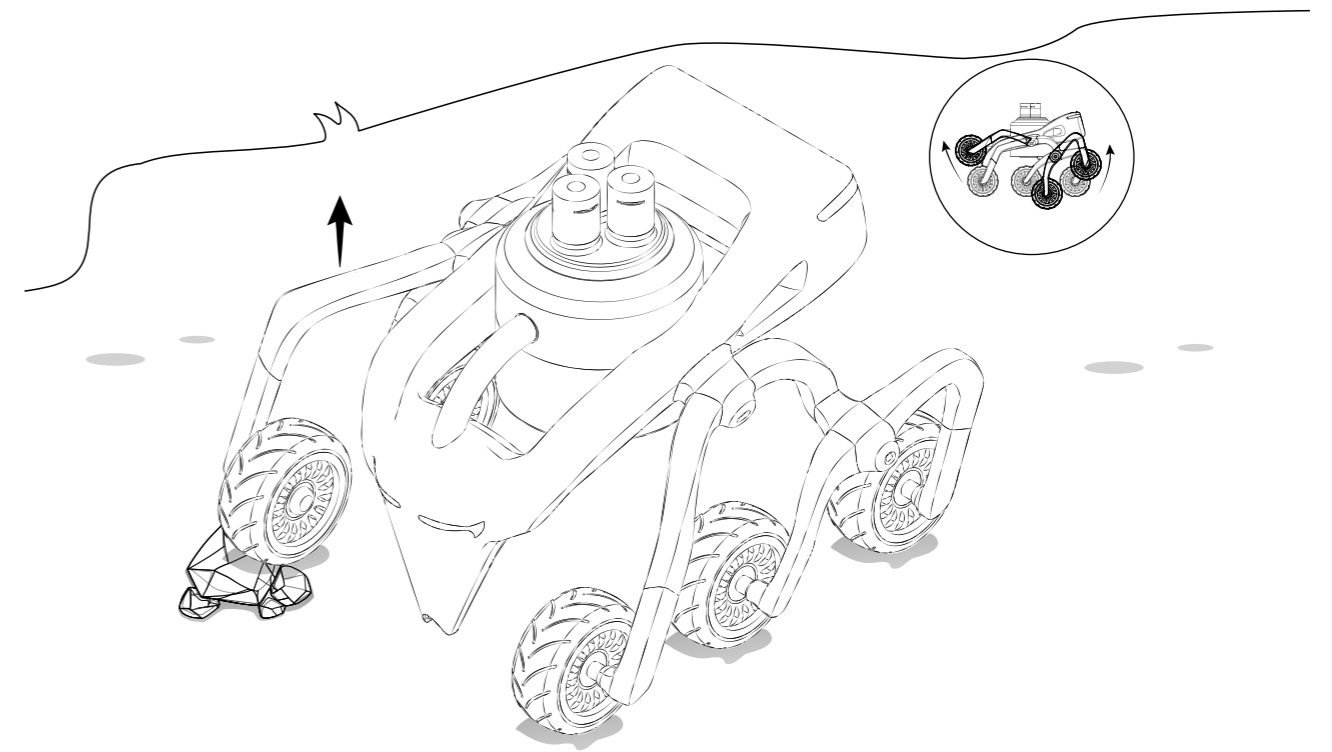
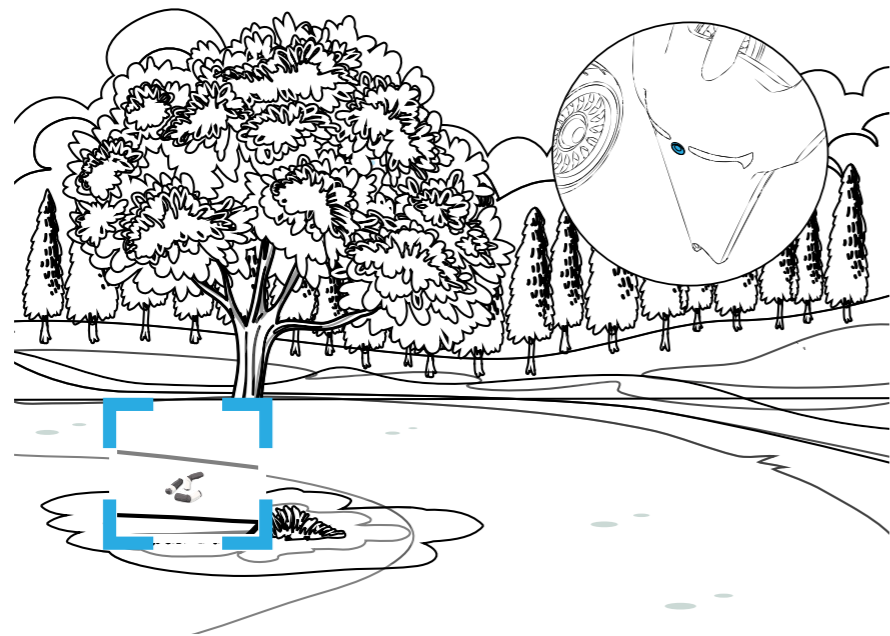


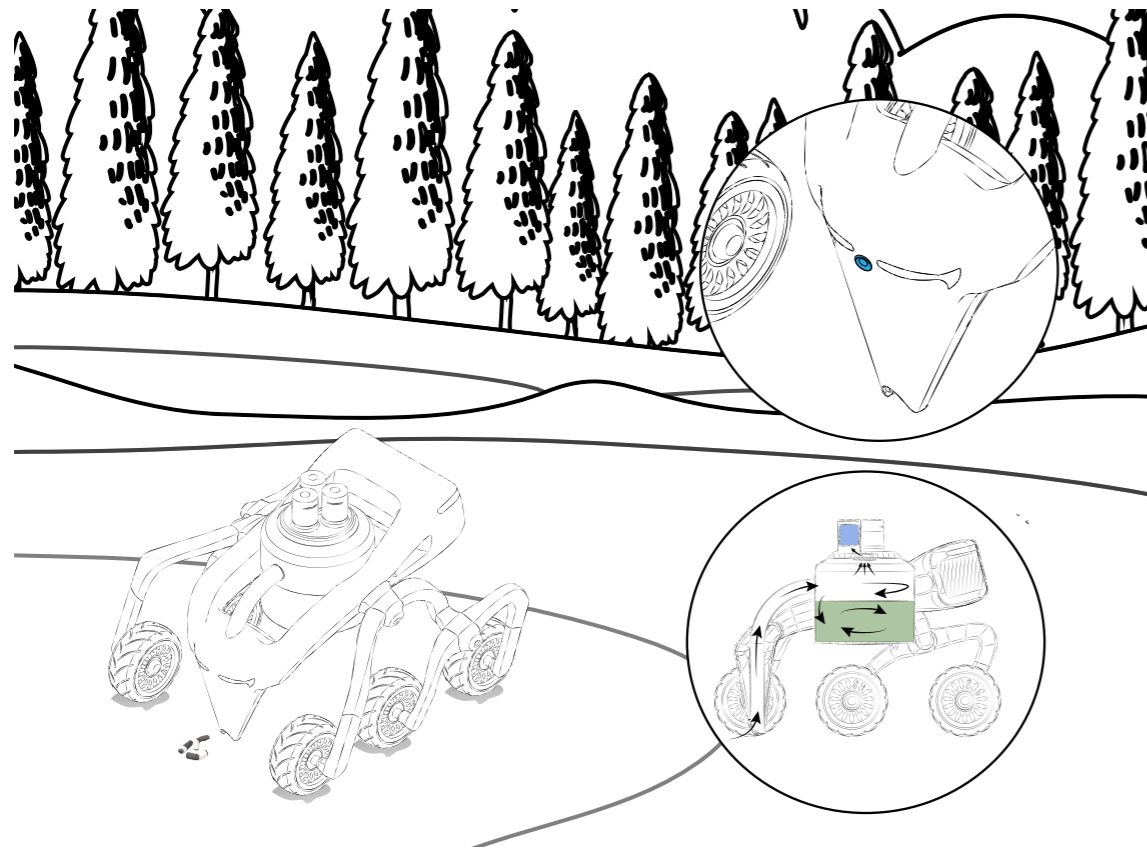
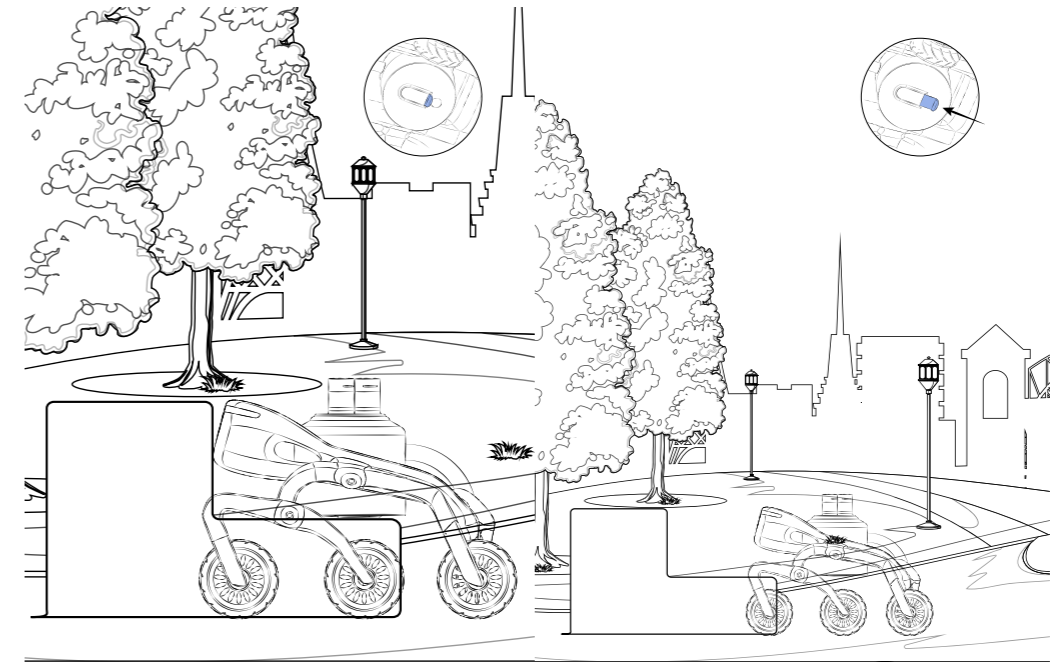
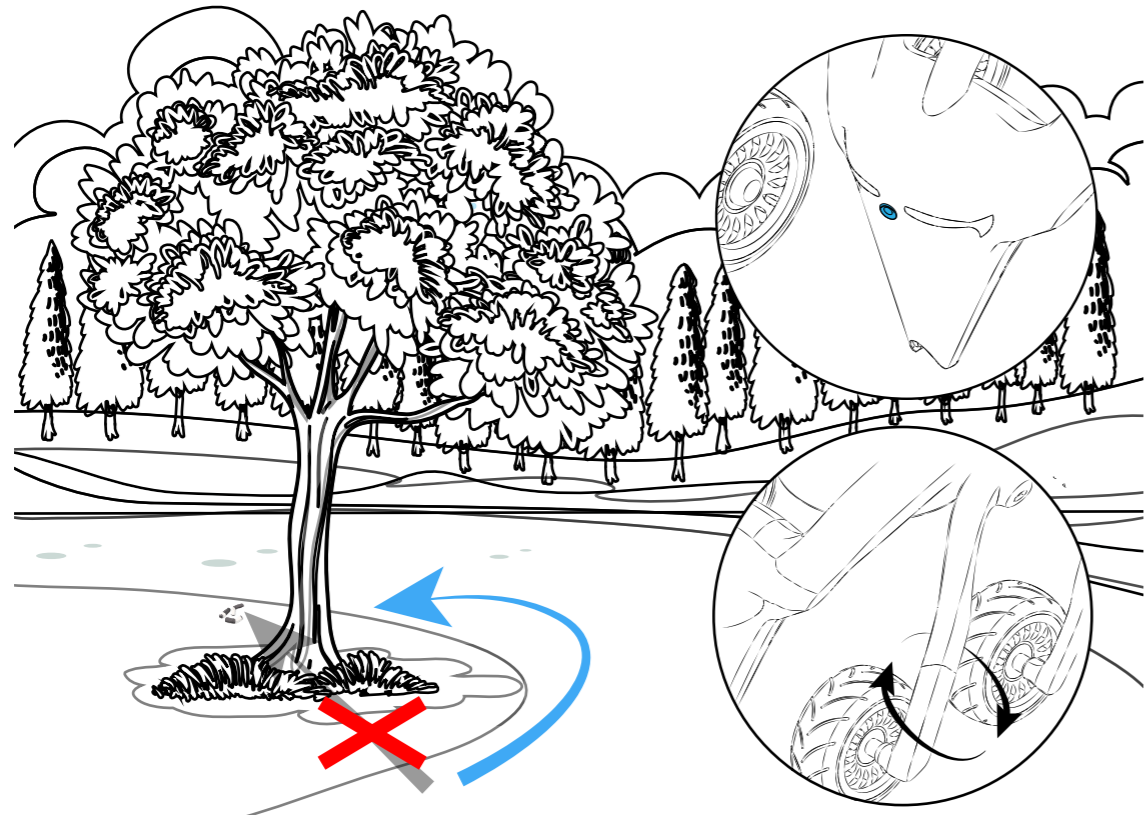


Il sistema deve tornare alla base di ricarica quando la batteria è quasi scarica utilizzando il percorso più rapido. Il sistema apre il serbatoio dei rifiuti tramite contatto con la base di ricarica che apre il coperchio quando il robot va verso il



connettore per la ricarica.





#### 10.4 Colorazioni

La maggior parte delle componenti era costituita da polimeri, questo ha fatto sì che la scelta preponderante riguardo le colorazioni andasse verso i colori iridescenti, in modo da realizzare un robot facilmente individuabile all'interno del parco.

Questa tipologia di tinte è stata scelta perché i colori di questo tipo hanno la capacità di cambiare sfumatura in base all'incidenza dei raggi del sole.

La colorazione principale è quella del Blu Cyano, seguono poi il Golgen Yellow, il Russo flame, il verde smeraldo ed il Rainbow flow.

Sono state scelte cinque colorazioni ipotizzando di poterne fare una gamma colori per un eventuale azienda interessata alla realizzazione del Robot.



## 10.5 Led di Segnalazione

Il sistema utilizza dei led lampeggianti per segnalare lo stato del lavoro:

- Lavoro in stato di avanzamento(led gialli lampeggianti)
- Problemi o guasti(led rossi lampeggianti)
- Serbatoio carico (led gialli fissi)
- problema irreparabile(led rossi fissi)
- in carica(led verdi progressivi)
- batteria carica(led blu fissi)



Luce Gialla Segnalazione Lavoro



Luce Blu Segnalazione Carica completa



Luce Verde Segnalazione In Carica



Luce Rossa Segnalazione Guasto





# 11 conclusioni progettuali

---

Il progetto di ricerca rappresenta un timido inizio verso la produzione di robot in grado di sostituire l'uomo nelle mansioni meno gratificanti, ma non per questo meno necessarie. Il problema impellente dei rifiuti analizzato all'inizio di questo percorso necessita di sistemi sempre più sofisticati per eliminare il problema alla radice anche quando l'orario di lavoro termina. Probabilmente questo discorso è un po' troppo perfezionistico, troppo radicale e rigido da attuare, ma occorre necessariamente iniziare a trattarlo. È questo lo scopo di questo concept, un dispositivo che nonostante alcuni limiti insormontabili, può rappresentare un inizio per un futuro pieno di numerosi dispositivi autonomi connessi e in grado di eliminare mansioni secondarie per l'uomo in modo da lasciarlo libero di concentrarsi su ciò che veramente conta nella vita di tutti i giorni.

Nell'ultimo decennio è esplosa la diffusione dell'elettronica embedded, formata cioè da schede elettroniche pensate per essere facilmente programmate e dar vita a piccoli progettini casalinghi. Questa tipologia di prodotti ha dato una spinta ulteriore alla progettazione e all'educazione di nuove generazioni di Designer ed ingegneri. Nel decennio che verrà i tempi sembrano maturi per una conversione elettrica e connessa di tutti i sistemi di oggetti attorno a noi. Una grossa spinta potrebbe arrivare dal comparto auto. Robocollector per esempio prende spunto dal mondo delle biciclette elettriche e dai nuovi aspirapolveri di uso domestico. La citazione di questi due ambiti è stata fatta proprio perché grazie al mondo delle due ruote sarà possibile avere batterie più performanti e più versatili rispetto a quelle delle auto. Riguardo l'ambito degli aspirapolveri, lo sviluppo di dispositivi performanti, ridotti nelle dimensioni e portatili, oltre a dare maggiore forza alle potenzialità di questo progetto, rappresenta un ulteriore balzo in avanti nello sviluppo di prodotti più accessibili ed economici.

L'analisi delle prospettive future di questo progetto ha bisogno di un ulteriore passo indietro per tornare allo scenario iniziale pensato per questo caso studio. Lo sviluppo iniziale infatti prevedeva di realizzare una base di ricarica complementare al robot, in grado di raccogliere al proprio interno i rifiuti del Robocollector e dialogare direttamente con camion autonomi in grado di svuotare questo serbatoio tecnologico. I parchi vedranno poi aumentare di numero questi robot sempre più in grado di comunicare tra loro, sia come Robocollector, sia come altri dispositivi incaricati di altre mansioni. Il mondo dei videogiochi gestionali già ne parlava vent'anni fa, con la serie "Command&Conquer", sebbene con altri caratteri, di questi scenari futuri. Ben presto tutto il mondo delle macchine parlerà una lingua a noi sconosciuta, senza necessariamente dover passare dall'uomo. Questo però non sarà un suo pensiero, ed anzi vedrà il mondo in cui vive passare ad una nuova era, quella del Posthumanesimo. È questa la sfida che attende i Designer, in un mondo dove l'interazione uomo-macchina sarà sempre più ridotta al minimo, per lasciar spazio a quella tra macchine. Nella speranza ci sia spazio anche per loro nel futuro, tra Ingegneri Informatici, Elettronici e Meccanici termina questo progetto di ricerca, consapevole di tante lacune e di tante possibilità non colte in questa fase, ma tenute in serbo per la fase che verrà.

## Sitografia

### Dispersione dei rifiuti

<https://www.internazionale.it/notizie/2018/10/12/sopravvivere-rifiuti>  
[https://www.repubblica.it/ambiente/2018/08/01/news/la\\_plastica\\_nell\\_ambiente\\_produce\\_gas\\_serra\\_aumenta\\_il\\_riscaldamento\\_globale\\_-203162600/](https://www.repubblica.it/ambiente/2018/08/01/news/la_plastica_nell_ambiente_produce_gas_serra_aumenta_il_riscaldamento_globale_-203162600/)  
[https://www.repubblica.it/ambiente/2019/03/05/news/plastica\\_100\\_milioni\\_di\\_tonnellate\\_all\\_anno\\_disperse\\_in\\_natura-220782710/](https://www.repubblica.it/ambiente/2019/03/05/news/plastica_100_milioni_di_tonnellate_all_anno_disperse_in_natura-220782710/)  
<https://www.wired.it/attualita/ambiente/2019/07/27/inquinamento-vacanze-turismo/>  
<https://www.ilfattoquotidiano.it/2019/08/01/isola-di-henderson-latollo-patrimonio-dellunesco-e-sommer-so-dai-rifiuti-provengono-da-tutto-il-mondo/5362442/>  
<https://www.focus.it/ambiente/ecologia/rifiuti-dove-finisce-la-plastica-che-gettiamo>  
<https://www.focus.it/ambiente/ecologia/cinque-grammi-alla-settimana-le-microplastiche-che-ingeriamo>  
[https://www.repubblica.it/ambiente/2019/09/19/news/legambiente\\_analizza\\_i\\_rifiuti\\_i\\_sacchetti\\_di\\_patatine\\_i\\_piu\\_abbandonati\\_nel\\_verde-236345153/](https://www.repubblica.it/ambiente/2019/09/19/news/legambiente_analizza_i_rifiuti_i_sacchetti_di_patatine_i_piu_abbandonati_nel_verde-236345153/)

### Immagini

Fiumi di rifiuti <https://static.ohga.it/wp-content/uploads/sites/24/2019/02/gettyimages-967818872-1.jpg>

### Componenti

Batteria: [https://it.aliexpress.com/item/33025676306.html?spm=a2g0y.search0306.3.17.282bcbafPRD-Vlz&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_0,searchweb201603\\_0,ppcSwitch\\_0&algo\\_pvid=cf8d31be-04d6-4f53-8af0-4a0046ca0c66&algo\\_expid=cf8d31be-04d6-4f53-8af0-4a0046ca0c66-5](https://it.aliexpress.com/item/33025676306.html?spm=a2g0y.search0306.3.17.282bcbafPRD-Vlz&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0,ppcSwitch_0&algo_pvid=cf8d31be-04d6-4f53-8af0-4a0046ca0c66&algo_expid=cf8d31be-04d6-4f53-8af0-4a0046ca0c66-5)  
Cuscinetti ad aghi di spinta: <https://www.minetti.it/it/ls-1024/p-G1321006916>  
Filtro Aspirazione: [https://it.rs-online.com/web/p/mezzi-di-filtrazione/1221771?cm\\_mmc=IT-PLA-DS3A-\\_google\\_-\\_CSS\\_IT\\_IT\\_HVAC\\_&\\_Ventilatori\\_e\\_Gestione\\_termica\\_Whoop\\_-\(IT:Whoop!\)+Mezzi+di+filtrazione\\_-\\_PRODUCT\\_GROUP](https://it.rs-online.com/web/p/mezzi-di-filtrazione/1221771?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_google_-_CSS_IT_IT_HVAC_&_Ventilatori_e_Gestione_termica_Whoop_-(IT:Whoop!)+Mezzi+di+filtrazione_-_PRODUCT_GROUP)  
Molla a compressione <https://it.rs-online.com/web/p/molle-a-compressione/0121258/>  
Molla a compressione del tappo: <https://it.rs-online.com/web/p/molle-a-compressione/0751360/>  
Motore Aspirazione: <http://www.newthinkmotor.com/en/proview.php?id=99>  
Motore Ruote: <https://it.rs-online.com/web/p/motoriduttori-cc/3989805/>  
Motore Sterzante: <https://it.rs-online.com/web/p/motoriduttori-cc/8777174/>  
Scheda Madre: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>  
Sensore a Ultrasuoni: <https://www.robot-italy.com/it/low-cost-ultrasonic-range-finder-1.html>  
Sensore LIDAR: <https://www.seeedstudio.com/Seeedstudio-Grove-TF-Mini-LiDAR.html>  
Telecamera: <https://www.matrix-vision.com/telecamere-gige-vision-mvbluecougar-x.html?camera=mvBlue-COUGAR-X100wC&col=1&row=cmos>

### Libri

What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050

## 22. Riferimenti

### Sitografia

Sitografia ricerche Aprile 2019:

<https://www.a2a.eu/it/cestini-stradali-intelligenti-sensori>  
<https://www.youtube-nocookie.com/embed/t3CH6EukHds?feature=oembed>  
<https://www.ecoinnovasrl.it/>  
<http://www.treccani.it/vocabolario/netturbino/>  
<https://www.amsa.it/cittadini/milano/riciclerie>  
<https://www.fasda.it/operatori-ecologici-e-altri-raccoglitori-e-separatori-di-rifiuti/>  
<http://nuvola.corriere.it/2017/03/06/il-lavoro-delloperatore-ecologico/>  
<https://www.bulkhandlingsystems.com/athens-services-opens-state-art-mixed-waste-mrf/athens-services-bhs-recycling-equipment/>

Sitografia Maggio 2019

Video comparazione robot tosaerba: <https://www.youtube.com/watch?v=fv4udlqpkY>

### Componenti

<https://www.robotshop.com/en/pololu-universal-aluminum-5mm-mounting-hub.html>  
<https://www.adafruit.com/product/4027>  
[https://it.aliexpress.com/item/KLUOSI-7S4P-29-4-V-10Ah-24-V-Lilon-Battery-Pack-con-20A-BMS-per/32856688997.html?transAbTest=ae803\\_4&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0%2Csear](https://it.aliexpress.com/item/KLUOSI-7S4P-29-4-V-10Ah-24-V-Lilon-Battery-Pack-con-20A-BMS-per/32856688997.html?transAbTest=ae803_4&ws_ab_test=searchweb0_0%2Csear)  
<https://www.mouser.it/ProductDetail/Digilent/290-006?qs=sGAEpiMZZMvuFyKEiodORvlgCx726Ypc0heXBiAkPQ%3D>  
<https://it.rs-online.com/web/p/motori-cc/8929120/>  
<https://www.mouser.it/ProductDetail/?qs=WbxR7jUW5e9%2FA31AFwMKUA==>  
<https://it.rs-online.com/web/p/driver-per-motori/1864542/>  
<https://it.rs-online.com/web/p/driver-per-motori/1864542/>  
<https://it.rs-online.com/web/p/controllo-motori-cc/1817544/>  
<https://www.kaercher.com/it/accessori/spazzola-laterale-26440260.html>  
<https://www.adafruit.com/product/4007>  
<https://www.adafruit.com/product/466>  
<https://www.adafruit.com/product/3660>  
<https://www.adafruit.com/product/2324>  
<https://www.adafruit.com/product/2324>  
<https://www.adafruit.com/product/419>

<https://www.studiarapido.it/il-sensore-lidar-il-laser-che-permette-ai-robot-di-vedere/>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Rocker-bogie>

Università di Camerino, Scuola di Architettura e Design  
CdL: Design Computazionale LM-12  
LABORATORIO DI DESIGN DEL PRODOTTO  
E NUOVE TECNOLOGIE DIGITALI  
A.A. 2018/2019  
Prof.: Giuseppe, Losco Giuseppe Carfagna  
Studente: Marco Chiappini

