

The Americas and Italy by Design

Manual Trash Compactor: Cluster E

Componenti del team italiano

- Matteo Esposito
- Nicolò Geneletti
- Gioele Greco
- Omar Hassan

Panoramica

Questo progetto è una collaborazione internazionale. Le scuole partecipanti includono vari livelli di studenti di ingegneria e design dal primo al terzo anno.

Le scuole sono:

- Western Michigan University U.S
- Politecnico di Milano, Italy
- USFC – Brazil

Obiettivi del design

Ogni gruppo ha l'incarico di progettare e disegnare, in cooperazione, un prototipo a bassa fedeltà di un compattatore manuale di rifiuti. I team dovranno determinare se il compattatore debba essere dimensionato per l'uso domestico o per altre funzioni.

Requisiti richiesti

Il compattatore in studio deve avere le seguenti caratteristiche:

- Economico
- Maneggevole
- Di facile manutenzione, pulizia
- Sostenibile
- Capace di compattare materiali riciclabili e non

Indice

Manual Trash Compactor: Cluster E.....	1
Componenti del team italiano.....	1
Panoramica.....	1
Obiettivi del design.....	1
Requisiti richiesti	1
Indice	2
Obiettivi e attività.....	3
Criticità	5
Presentazione del compattatore.....	6
.....	6
Target.....	6
Sistema di compattazione	6
Specifiche tecniche.....	6
Utilizzo:	6
Fase 1.....	6
Fase 2.....	7
Fase 3.....	7
.....	7
Fase 4.....	7
Calcoli di progetto	8
Sistema di pompaggio	8
Calcolo dei volumi spostati:.....	9
Sistema pantografo	9

Obiettivi e attività

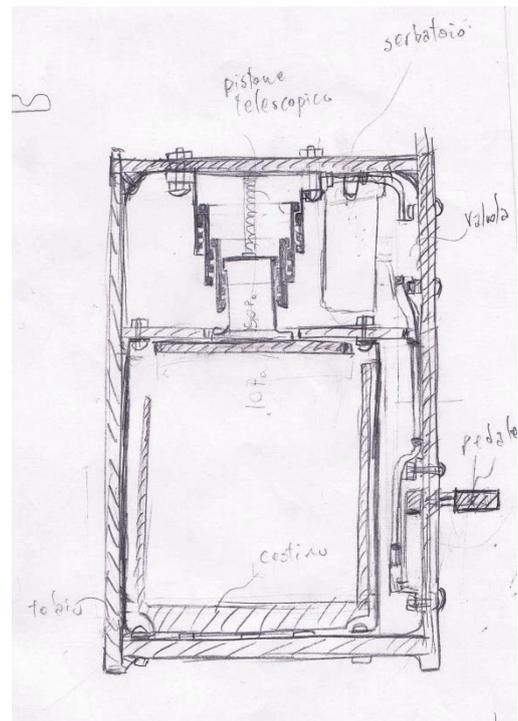
- 18 - 20 Marzo Entrare in contatto con i colleghi oltreoceano.
Definire un metodo di comunicazione efficace e scegliere le piattaforme tramite cui effettuare conferenze (Skype) e scambiare files (Drive).
- 21 Marzo Primo incontro col solo team brasiliano su Skype.
Discussione sui ruoli assegnatici dai corrispettivi docenti e confronto sugli studi universitari in corso. Incontro svolto in mancanza di contatti USA.
Definire il target e il tipo di utilizzo del compattatore.
- 29 Marzo – 3 Aprile Sviluppo di due versioni in parallelo, una puramente meccanica ed un'altra fluidodinamica.
Per quanto riguarda quest'ultima si è pensato ad un pistone telescopico, su cui sono stati fatti dei calcoli preliminari riguardanti forze, volumi e pressioni. Mentre per il sistema meccanico sono state presentate alcune idee (dai team brasiliani e italiani), ma tutte con difetti considerevoli per la definizione di concept iniziale, come ad esempio il meccanismo del torchio dell'uva e un sistema di leveraggio manuale.
Organizzare il meeting del 4 aprile, sviluppare le idee.

- 4 Aprile Presentare idee del team italiano.
Raccogliere gli elaborati di tutti i team confrontandoli.

Presentazione del sistema fluidodinamico, con pistone telescopico. Discussione su eventuali variazioni e sulle misure di base per poter iniziare la progettazione, come altezza, larghezza e profondità dell'oggetto e del raccoglitore di rifiuti.

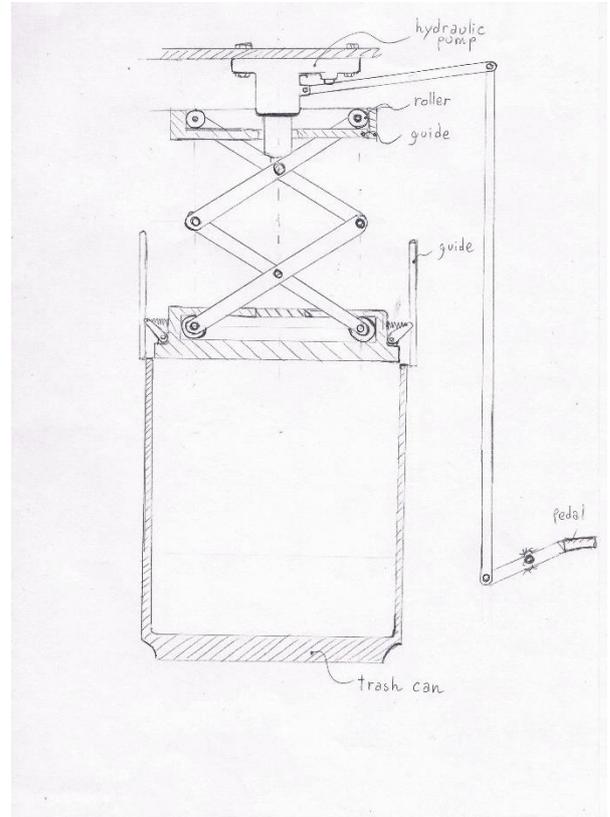
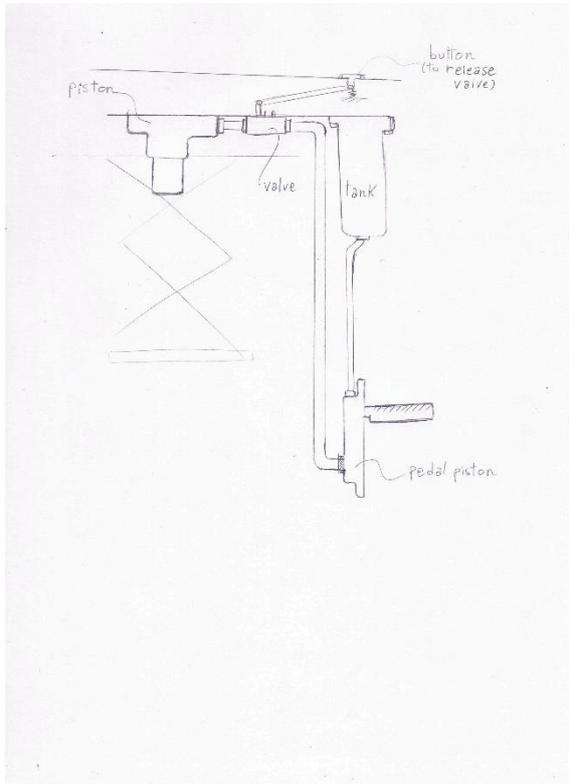
Sorge il problema della presenza di eventuali fluidi nella camera di compattazione.

Si decide che il compattatore servirà per rifiuti omogenei come sola carta, vetro, metallo, plastica.



5 – 10 Aprile

Sviluppo di un sistema ibrido meccanico/fluidodinamico, con meccanismo a pantografo e pistone, discussione degli sketch effettuati dal team italiano con i colleghi americani, osservazioni di design e gestione degli spazi.



11 Aprile

Meeting No.2: presentazione del progetto ibrido, convalida dai team americani

12 Aprile

I ragazzi brasiliani condividono un assieme Solidworks di un compattatore di rifiuti azionato con un crick, e un report, confermando di aver consegnato il lavoro.

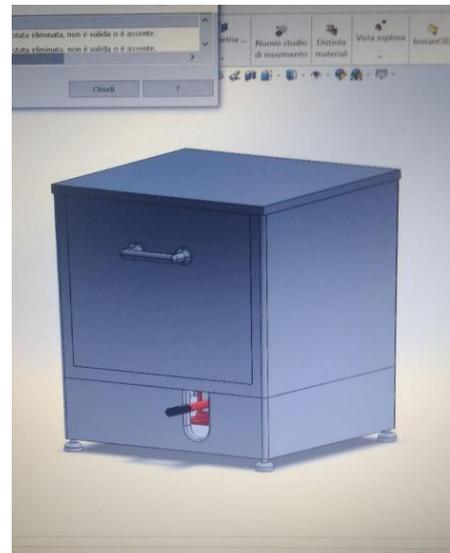


Figura 1 vista del compattatore consegnato dai brasiliani

13-28 Aprile

Sviluppo di ulteriori dettagli sul progetto del compattatore ibrido.

3 Maggio

Confronto fra soluzione per trasferimento del moto dall'utente al pistone tramite leveraggio e pompa a pedale. Inizio del lavoro di dettaglio sul software CAD.

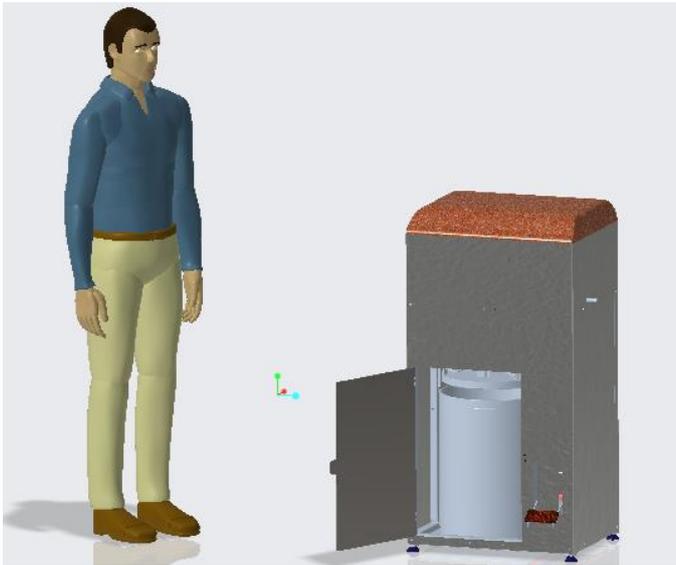
10 Maggio	<p>Calcoli degli spostamenti del pantografo e del pistone tramite le conoscenze apprese dai corsi precedenti, valutazione degli spazi effettivamente occupati, definizione delle grandezze di tutti i componenti di sistema e la percentuale di compattazione.</p> <p>I calcoli sulle pressioni vengono effettuati in modo approssimato, dato che si è optato per l'utilizzo di aria compressa con comportamento non lineare.</p> <p>Viene quindi fatto un calcolo sui volumi spostati e sulle pressioni generate attraverso il torchio di Pascal per fluidi incomprimibili, su consiglio del tutor, per poi raddoppiare i valori ottenuti.</p> <p>Il calcolo delle forze scambiate viene effettuato su una variazione di pressione media di 1 bar, valutazione fatta attraverso osservazioni di confronto con altri compattatori in commercio.</p>
28 Maggio – 25 Giugno	Ultimi ritocchi al CAD, esportazioni, e sviluppo dei disegni d'assieme ed esplosi delle varie parti del compattatore.
25 Giugno – 1 Luglio	Lavoro di organizzazione in vista della consegna del progetto.

Criticità

21 Marzo	Inizialmente è presente solo il team brasiliano di cui solo un ragazzo parla fluentemente l'inglese (motivo per cui sarà l'unico a presenziare nei successivi meeting).
4 Aprile	<p>Ritardo di due settimane rispetto al planning iniziale a causa della non reperibilità del team USA.</p> <p>Prima risposta del team USA, ma impossibilità nel procedere con una videoconferenza per problemi organizzativi tra i tre team.</p>

Durante tutto il periodo di sviluppo del compattatore con gli studenti americani abbiamo riscontrato una scarsa collaborazione nel lavoro da parte dei team stranieri, nonostante i nostri solleciti, e una scarsa chiarezza dei loro obiettivi specifici di progetto didattico.

Presentazione del compattatore



Target

Utilizzo domestico, senza la necessità di una connessione alla rete elettrica.

Sistema di compattazione

Pompa a pedale ad aria compressa, pistone collegato a sistema meccanico a pantografo.

Specifiche tecniche

Dimensioni esterne: 614 x 464 x 1215 mm

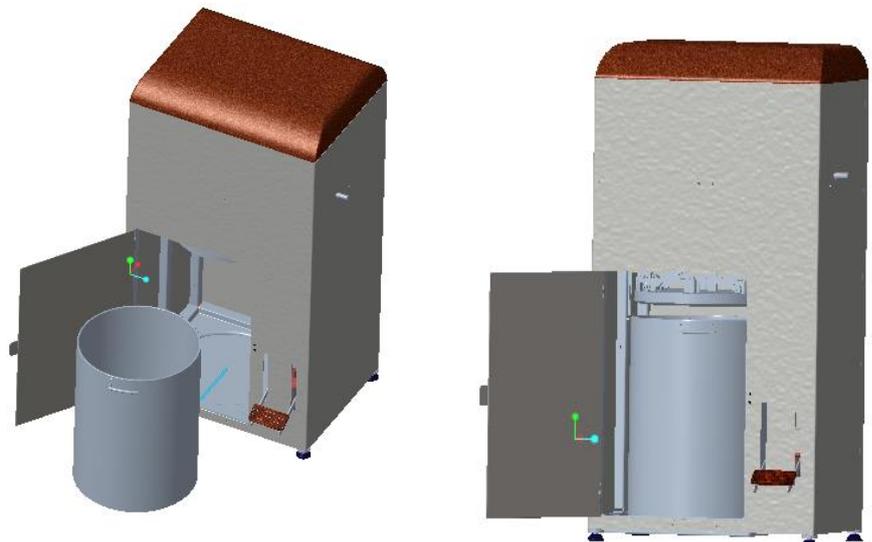
Grado di compattazione: riduzione del 70 % del volume

Utilizzo:

Fase 1

Una volta riempito il cestino, aprire lo sportello ed inserirlo correttamente aiutandosi con l'opposita sede di centraggio.

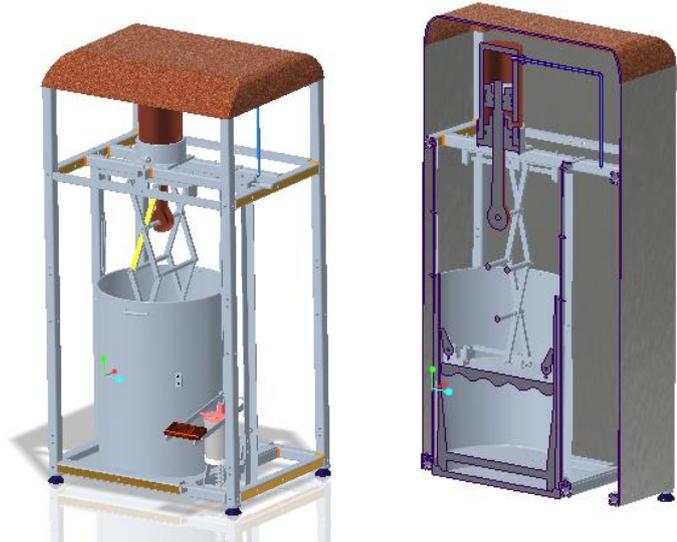
Dunque chiudere lo sportello frontale, che rimarrà in posizione grazie al sistema di chiusura a magnete.



Fase 2

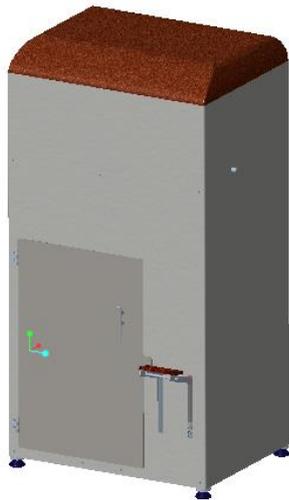
Come una qualsiasi pompa per materassino è semplice azionare il pedale per il numero di volte (da 8 a 15) necessario a comprimere al meglio la spazzatura.

Grazie al sistema a pantografo si riescono ad amplificare gli spostamenti del pistone.



Fase 3

Essendo il pistone a doppio effetto collegato ad una valvola 3/2 monostabile, è sufficiente premere il tasto laterale per ottenere lo scarico della pressione e la risalita del disco di compattazione, riportando il sistema alla condizione iniziale. Il processo di risalita del disco è aiutato da due molle montate sui distanziali (non riportate in figura).



Fase 4

Aprire lo sportello frontale e prelevare il cestino; capovolgendolo estrarre il materiale compattato.

Calcoli di progetto

Sistema di pompaggio

Si ipotizza di compattare solo alluminio, ponendosi quindi nel caso estremo si trova che al più si possono porre 20 lattine di diametro standard 66mm.

Dimensioni della lattina:

Diametro esterno 65,7 mm

Diametro interno 65,55 mm

Lunghezza 115,6 mm

Area della sezione e momento quadratico minimo della lattina:

$$A_{tot} = A_e - A_i = \frac{\pi}{4} * d_e^2 - \frac{\pi}{4} * d_i^2 = 15,5 \text{ mm}^2$$

E' possibile calcolare il valore del carico di snervamento del materiale. Con lattine di alluminio:

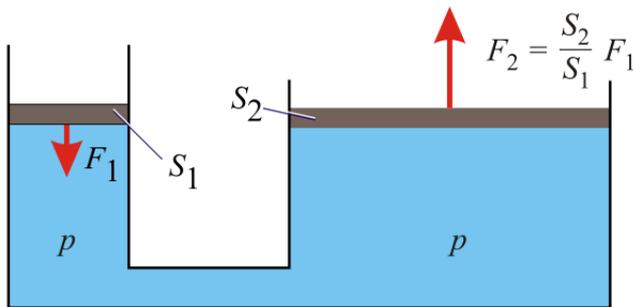
Carico di snervamento calcolato al 2% dell'allungamento $\sigma_s = 80 \text{ N/mm}^2$.

Carico critico di punta $\sigma_p = \pi^2 * E / \lambda^2 = 68,6 \text{ N/mm}^2$.

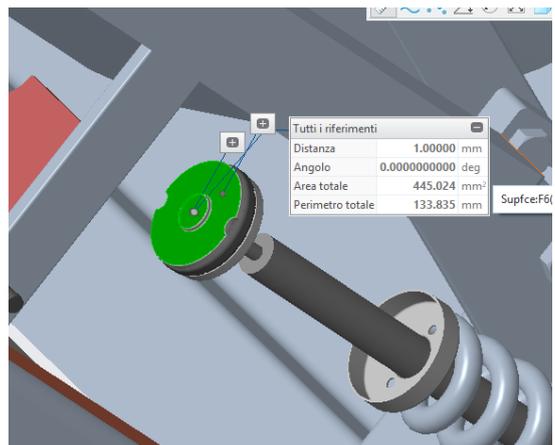
La forza che porta la lattina al cedimento vale quindi: $68,6 \cdot 15,4 = 1060 \text{ N}$.

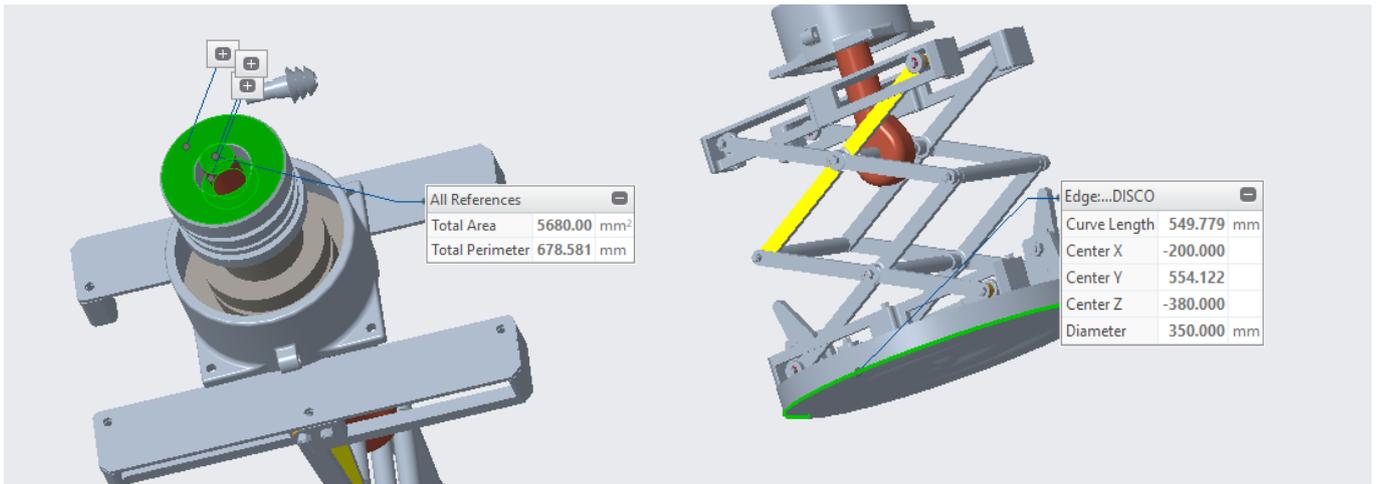
Con 20 lattine $F=21200 \text{ N}$ quindi con diametro del piattello di compressione di 380 mm si ottiene la pressione di compressione $P_c = 187024 \text{ Pa} = 1,8 \text{ bar}$.

Si decide di sottostimare tale valore a 1 bar (circa 10 lattine sullo stesso piano) considerando che gli angoli all'interno del compattatore agevolano la compressione delle lattine.



Sfruttando il sistema del torchio di Pascal viene trasmessa la forza dal pistone di pompaggio ($D=25,5\text{mm}$) di area S_1 circa 510 mm^2 al pistone di compressione di area $S_2 = 5680 \text{ mm}^2$ perpendicolari e 500 mm^2 raccordati





Si ipotizza la pressione di compressione $P = 1 \text{ bar}$ (inclusa la forza delle molle di ritorno del sistema a pantografo) e l'area del piattello di compressione di $S_c = 113354 \text{ mm}^2$ di conseguenza la forza necessaria da imprimere col pistone di compressione è $F_2 = 11485 \text{ N}$ circa.

Posso garantire al massimo $F_1 = 1000 \text{ N}$ (circa 100kg) sul pedale.

Sulla pompa, ipotizzando un comportamento lineare e conservativo del fluido di prima approssimazione, potrò raggiungere un grado di resistenza del rifiuto fino a 1000 Kg dato il rapporto di compressione di circa 10.

Calcolo dei volumi spostati:

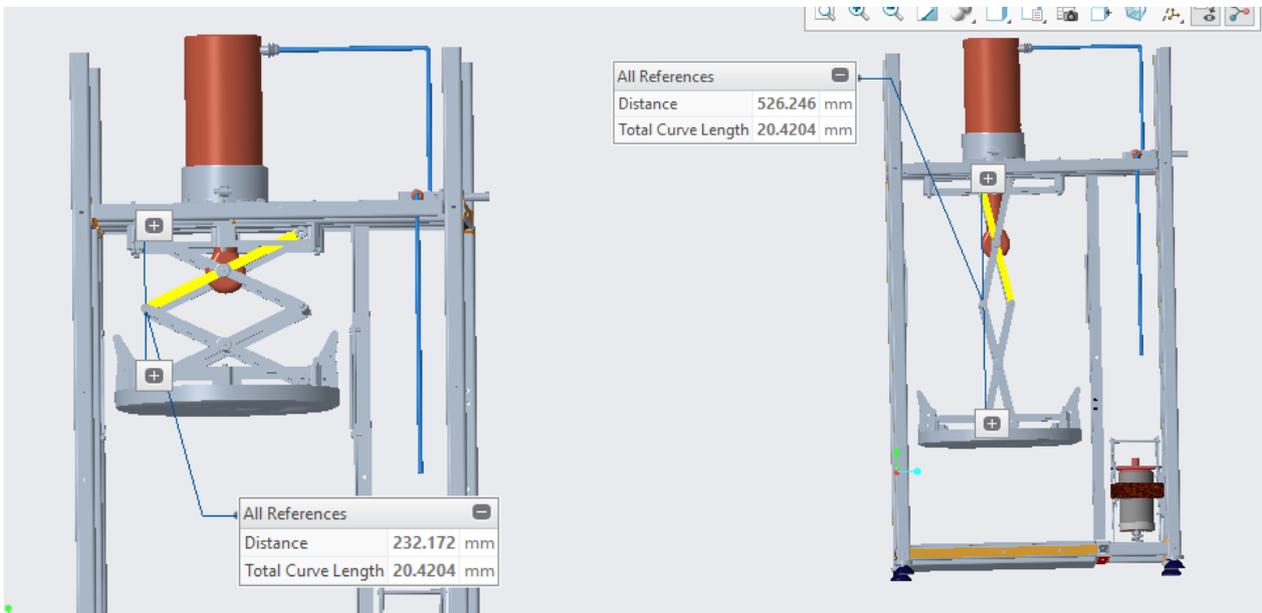
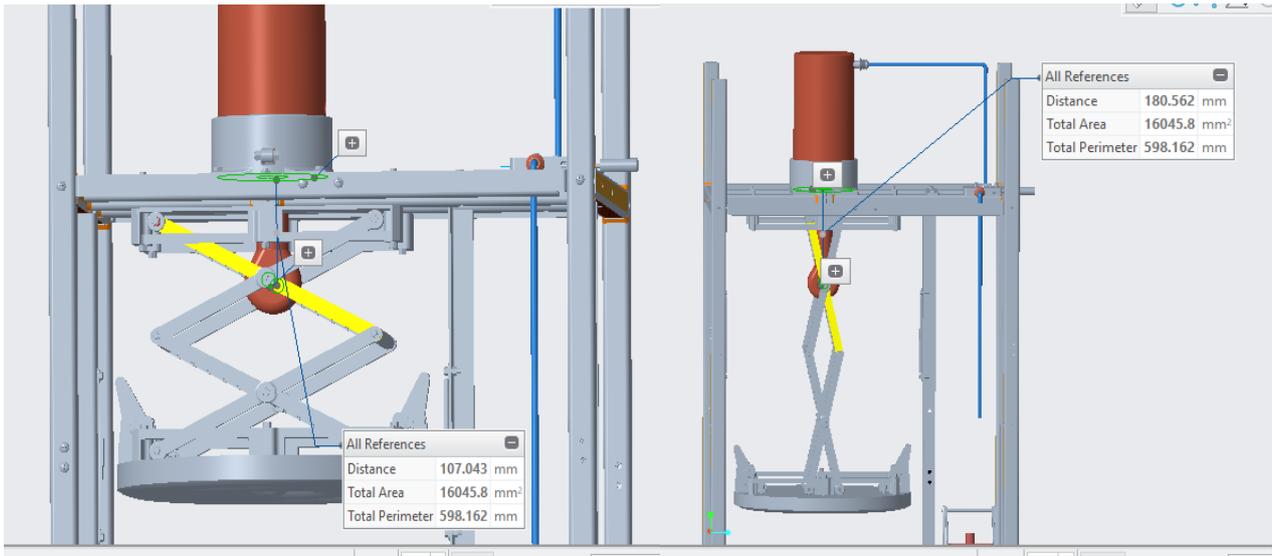
La corsa del pistone risulta essere $c = 73.56 \text{ mm}$, volume di compressione $V_c = c \cdot S_2 = 431060 \text{ mm}^3$

la corsa massima della pompa $c_p = 100 \text{ mm}$, volume di pompaggio $V_p = c_p \cdot S_1 = 51000 \text{ mm}^3$ per un rapporto di volumi circa pari ad 8.

Sono necessarie 8 pedalate per completare la compattazione in ipotesi di fluido incompressibile, queste vengono raddoppiate sotto ipotesi di fluido comprimibile.

Sistema pantografo

Questo sistema ci consente di avere una corsa del sistema quadruplicata rispetto a quella del pistone, affondamento del pistone $\Delta h_p = 73.5 \text{ mm}$ mentre quello del sistema è $\Delta h_s = 294 \text{ mm}$.



Per ottenere questi valori si è dovuto considerare un angolo di partenza delle bielle rispetto all'orizzontale di circa 25°, uno finale di 77° ed usare una guida collegata agli estremi delle bielle di lunghezza 243.77 mm.

