

# POLITECNICO DI TORINO

I Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Specialistica in

Ingegneria Meccanica



Tesi di Laurea Specialistica

## **Disegno di una betoniera ad azionamento manuale**

Relatori:

Carlo Ferraresi

Giuseppe Quaglia

Walter Franco

Candidato:

Alberto Sanfelici



## **INDICE**

<b>1. SOMMARIO</b> .....	5
<b>2. INTRODUZIONE</b> .....	7
2.1. Obiettivi .....	9
<b>3. STATO DELL'ARTE</b> .....	10
3.1. Mescolatura della terra.....	10
3.1.1. Composizione.....	10
3.1.2. Preparazione dell'impasto .....	11
3.1.3. Sistemi di mescolare .....	13
3.1.3.1. Sistemi manuali .....	14
3.1.3.2. Sistemi elettrici.....	17
3.2. Le betoniere .....	18
3.2.1. Betoniere elettriche .....	18
3.2.2 Betoniere manuali .....	19
3.3. La inclinazione della mescolatura.....	20
<b>4. STUDIO DELLE SOLUZIONE</b> .....	22
4.1 Requisiti e caratteristiche del disegno .....	22
4.2. Primo prototipo .....	32
4.2.1. Funzionamiento.....	33
4.2.2. Disegno dei componenti.....	37
4.2.3 Cambiamenti per il prossimo disegno .....	42
4.3. Soluzione finale .....	43
4.3.1. Funzionamiento.....	45
4.3.2. Disegno dei componenti e soluzioni meccaniche .....	52
4.3.3. Verifica delle modifiche realizzate .....	77
4.4. Sistemi d'azionamento.....	78
4.4.1 Azzionamento tramite pedali .....	78
4.4.1.1. Primo disegno .....	79
4.4.1.2. Secondo disegno .....	80
4.4.1.3. Disegno definitivo .....	83

4.4.1.3.1. Trasmissione di potenza.....	83
4.4.1.3.2. Attaccamento alla betoniera.....	86
4.4.1.3.3. Disegno dei componenti e soluzioni meccaniche.....	88
4.4.2. Azionamento dalle braccia .....	93
4.4.2.1. Trasmissione della potenza.....	94
4.4.2.2. Sistema di altezza regolabile .....	94
4.4.2.3. Mecanismo di tensionamento .....	95
4.4.2.4. Disegno dei componente .....	97
4.5. Perdita di potenza e calcolo della copia resistente .....	100
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>103</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>105</b>

## **1. SOMMARIO**

Questo progetto è la realizzazione di una betoniera. Questa betoniera verrà usata in paesi in via di sviluppo con fini costruttivi, concretamente per la realizzazione dell'impasto con cui si fanno i blocchi mattone. Il progetto compie tutte le condizioni necessarie per lavorare in un luogo di tali caratteristiche.

Nell'introduzione si spiega il perchè della scelta progettuale e che ulteriori opzioni c'erano.

Il paragrafo che segue fa un elenco dei modi attuali di mescolare la terra, parlando di argomenti come la composizione, la preparazione dell'impasto e anche le diverse miscelatrici o betoniere che esistono.

Una volta si sa come deve essere la terra con cui sarà prodotto l'impasto e come deve essere mescolato si fa uno studio più in dettaglio di quelle devono essere le caratteristiche e condizioni che deve soddisfare una betoniera. Per questo si ha considerato opportuno fare un database con un insieme di betoniere. Da questo database sono stati presi dei dati necessari per la realizzazione del disegno.

Si procede quindi, con l'aiuto di questo database, al disegno del primo prototipo. Sono stati spiegati il funzionamento ed i componenti più importanti senza entrare nel dettaglio. Per concludere sono stati raccolti i cambiamenti da fare nel seguente prototipo.

Il passaggio dopo è stato il disegno finale della betoniera. Sono stati spiegati i movimenti che può realizzare e dettagliati ognuno dei componenti. Per concludere si ha verificato il compimento dei requisiti.

Nel paragrafo dopo sono stati disegnati i due tipi di azionamenti per la betoniera. Sono stati spiegati con più dettaglio il disegno finale di ognuno.

Per concludere sono stati calcolati la coppia resistente del bidone carico e la perdita di carica della trasmissione.

Alla fine c'è l'elenco delle conclusioni.

Desidero rivolgere un sincero ringraziamento a tutte le persone che mi hanno aiutato a realizzare questa tesi. Specialmente ai professori Carlo Ferraresi, Walter Franco e Giuseppe Quaglia, che mi hanno offerto la possibilità di fare questa tesi e per tutto l'aiuto, idee e soluzioni proposte durante il trascorso di questa. Vorrei anche ringraziare il mio compagno Matteo Nisi le innumerevoli buone idee. Infine vorrei ringraziare con tutto il cuore Carla Sicilia Matas il suo valiosissimo aiuto offerto durante tutto il lavoro.

## **2. INTRODUZIONE**

Oggi l'uso del blocco mattone è molto stesso come base per la costruzione nei paesi in via di sviluppo. Il blocco mattone offre caratteristiche molto buone per la costruzione a piccola scala e la sua produzione risulta molto economica. I materiali che servono alla sua fabbricazione sono materiali comuni la cui estrazione della terra non richiede nessun tipo di tecnologia speciale. Le tecniche per la fabbricazione del blocco mattone hanno variato molto nel tempo. Oggi, un metodo molto usato e di alta qualità e fiducia è la fabbricazione con la pressa manuale. Negli ultimi tempi le diverse presse sono state amegliorate con lo scopo di amegliorare le caratteristiche meccaniche del blocco mattone. Una delle ultime presse è la Altech GEO 50, una pressa manuale che introduce il sistema di doppia pressatura.

Oltre ai miglioramenti delle macchine di pressatura sono anche state sviluppate diverse tecniche per la migliore nella mescolatura dell'impasto. Oggi uno dei metodi più usati è la mescolatura nel piano del suolo con l'aiuto di pale, ottenendo purtroppo mischie non omogenee. Invece nei paesi sviluppati la mescola dei materiali si realizza in miscelatrici elettriche dato che ci vuole molto meno tempo e meno fatica. Queste miscelatrici elettriche non sono comunque esportabili perchè richiedono di una fonte elettrica vicina. Al giorno d'oggi esistono anche altri tipi di miscelatrici meccaniche che funzionano manualmente e quindi non richiedono l'elettricità. Questo tipo di miscelatrice è molto costosa se si trasporta costruita al luogo dove deve essere usata. Se invece questa è costruita in situ, c'è un rischio altissimo che la miscelatrice non sia funzionale.

Per concludere, la fabbricazione del blocco mattone è basata in due operazioni, la mischia dell'impasto e la pressatura del blocco. È stato ampiamente studiato l'argomento del miglioramento dell'operazione di pressatura e anche del processo generale di fabbricazione del blocco ma pochi si sono specializzati su di come migliorare il processo di fabbricazione dell'impasto. Si osserva che una gran parte del tempo destinato alla fabbricazione del blocco mattone è dedicata alla preparazione dell'impasto e quindi un miglioramento sostanziale dei modi usati a giorno d'oggi

comportarebbe una diminuzione del tempo di produzione ed un aumento della produttività.

### 2.1. Obiettivi

Il proposito principale del progetto è quello di disegnare un nuovo modo di mescolare i materiali necessari per fare il blocco mattone, tenendo conto dei sistemi correnti e le condizioni in cui si svilupperà il processo di mischia. Uno studio previo delle miscelatrici e le betoniere esistenti aiuterà a realizzare correttamente il disegno.

Nel corso del progetto sono allo studio diversi sistemi al fine di scegliere quello che meglio si adatta al compito. Dal sistema scelto sarà realizzato un disegno con l'aiuto di software come SolidWorks 2011, GearTrax 2012 e GearTeck 2012. All'atto di realizzare il disegno si terranno conto parametri come:

- Funcionalità
- Risorsse necessarie
- Facilità d'uso
- Tempo di lavoro
- Facilità di montaggio
- Facilità di riparazione
- Costo

Il disegno che si addatti meglio alle condizioni sarà il caso studio base da cui si prenderanno quasi tutti i riferimenti. Tutti quei pezzi che possano servire al disegno finale saranno ridisegnati. Si terrà speciale conto della ergonomia del disegno e anche del numero di operai che ci vorranno per l'uso della machina.

Si farà anche uno studio dei diversi modi di azionare la betoniera definitiva.

Per concludere si realizaranno i calcoli che verifichino la viabilità della soluzione del disegno.

Essendo il disegno la parte più importante del progetto, è stato scelto di realizzare la relazione con molte immagini per renderlo più comprensibile.

### **3. STATO DELL'ARTE**

#### **3.1. Mescolatura della terra**

In questo paragrafo si spiega la composizione dell'impasto usato per la costruzione con blocco mattone, come deve essere mescolato questo impasto e anche diversi modi di farlo, sia mediante modi manuali, il cui uso è più adatto ai paesi in via di sviluppo, sia mediante modi elettrici.

##### **3.1.1. Composizione**

Il processo di composizione dell'impasto con cui si realizza il blocco mattone è stato oggetto di studio nel tempo, dato che un blocco fatto solo con la terra non terrebbe contro i fenomeni atmosferici altro che necessitare una molto più forte pressatura perchè il blocco venisse compattato nel modo giusto. Per la realizzazione di un blocco mattone sono necessari i seguenti materiali:



Figura 3.1: Componenti dell'impasto

Per determinare il corretto dosaggio delle componenti sarebbe opportuno conoscere la composizione della terra utilizzata, facilmente identificabile attraverso la cosiddetta "prova della bottiglia".



## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

In seguito alla prova effettuata e alle percentuali di composizione della terra se calcolano le dosi necessarie per la realizzazione dei blocchi.

### Dosi per un blocco

3.5 kg di terra

3 kg di sabbia

0,45 kg di cemento

Acqua secondo necessità

### 3.1.2. Preparazione dell'impasto

La miscelazione può avvenire in diversi modi, manualmente o con l'ausilio di macchine. In ogni caso, è opportuno seguire l'ordine di miscela qui indicato:

1. Uniformare terra e sabbia



*Figura 3.2: Prima fase della preparazione dell'impasto*

2. Aggiungere il cemento poco per volta e continuare a miscelare fino ad ottenere una perfetta omogeneità tra le tre componenti



*Figura 3.3: Seconda fase della preparazione dell'impasto*

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

3. Aggiungere gradualmente l'acqua evitando la formazione di grumi fino a raggiungere la giusta consistenza dell'impasto.



*Figura 3.4: Tera fase della preparazione dell'impasto*

Per verificare la giusta consistenza dell'impasto, si deve seguire la procedura “*prova della pallina*”.

1. Prendere una piccola quantità di impasto, tale da poterla racchiudere in un pugno.
2. Posizionarsi su un suolo in piano, liscio e non erboso ed allungare il braccio davanti a sè in modo da avere la mano all'altezza di circa 120 cm da terra.
3. Lasciare cadere la pallina a terra.
4. Osservare il risultato



*Figura 3.5: Prova della pallina*

A. La pallina si sfalda completamente: l'impasto è poco umido, proseguire con l'aggiunta di acqua



B. La pallina in parte si polverizza in parte resta compatta: l'impasto è pronto per essere utilizzato



C. La pallina rimane sostanzialmente compatta: l'impasto contiene troppa acqua, e non è più utilizzabile



*Figura 3.6: Risultati della prova della pallina*

Per non sprecare il materiale si può procedere aggiungendo parte del composto troppo umido ad un'altra dose di materiali, bilanciando l'eccesso di acqua del primo impasto con una minore umidità del secondo. L'impasto così ottenuto risulterà comunque grumoso.

### 3.1.3. Sistemi di mescolare

Negli ultimi tempi sono stati inventati nuovi modi di mescolare gli impasti usati nella costruzione. Il tipo di mischia dipende sia di caratteristiche intrinseche dei prodotti usati, come la viscosità o la densità di questi, sia delle infrastrutture presenti nel luogo. In un modo molto generale si possono dividere i modi di mescolare tra rudimentali e meccanici, questi ultimi poi vengono divisi tra manuali ed elettrici, prendono il nome comune di miscelatrice. Le miscelatrici vengono usate in quasi tutte le industrie dato che pochissimi prodotti sono fatti soltanto di un componente. Le industrie alimentari, ad esempio, usano miscelatrici per omogeneizzare tutti gli ingredienti di cui sono fatti tutti i suoi prodotti. Sono anche parte di processi industriali come mischia di plastici, metalli legati, ecc. In questo paragrafo si parla delle miscelatrici usate nella costruzione a scala piccola, quindi miscelatrici facili a trasportare e spostare e che non abbiano bisogno di un grande spazio di lavoro.

### 3.1.3.1. Sistemi manuali

#### **Mescolatura a terra**

1. Posizionare le componenti su un terreno in piano, liscio e non erboso
2. Inserire la pala orizzontalmente del mucchio delle componenti da miscelare
3. Ruotare la pala di 90° portandola verso l'alto, lasciando ricadere sul mucchio la parte di impasto sollevato
4. Spostarsi di un passo lateralmente intorno al mucchio e ripetere lo stesso movimento in un altro punto
5. Ripetere l'operazione fino ad ottenere la completa omogeneità tra le componenti in ogni fase.

#### Vantaggi:

Si tratta di un sistema che si può usare ovunque.

La quantità d'impasto prodotta non è ristretta né al volume di un contenitore né alle capacità fisiche del lavoratore.

Non ha bisogno d'elettricità.

#### Svantaggi:

Ci vogliono al meno 4 lavoratori.

C'è un considerevole spreco d'impasto.

È un sistema lento di fabbricazione dell'impasto.

La miscelatura non è totalmente omogenea.



Figura 3.7: Procedura della mescolatura a terra

### Mescolatura con aiuto d'una tela.

1. Buttare poco a poco i materiali sulla tela.
2. Agitare la tela con lo scopo di mescolare tutto.
3. Spruzzare dell'acqua mentre si agita la tela.
4. A misura che l'impasto prende consistenza aggiungere il resto dei materiali e man mano aggiungerci l'acqua.



Figura 3.8: Esempio di tela per la mescolatura

### Vantaggi:

L'uso della tela per la miscelatura aiuta a non sprecare i resti d'impasto che altrimenti rimarrebbero a terra.

Diversamente della miscelatura a terra ci vogliono meno lavoratori.

Non ha bisogno d'elettricità

### Svantaggi:

La quantità d'impasto che si può produrre è minore perchè dipende della forza umana.

### **Miscela con l'ausilio di macchina miscelatrice manuale**

1. Pienare il contenitore con tutti i prodotti.
2. Fare girare il contenitore durante un tempo sufficiente perchè l'impasto comince a mescolarsi.
3. In caso di avere un contenitore chiuso si deve fermare, aprire la portellina e aggiungere l'acqua, e chiudere la portellina.
4. Fare girare di nuovo il contenitore.
5. Ripetere passi 3 tante volte come sia necessario.
6. Buttare l'impasto già mescolato alla pressatura.

### Vantaggi:

Modo più veloce che gli altri due per mescolare.

Ci vuole un solo operatore.

Non ha bisogno d'electricità.

Miscelatura omogenea

### Svantaggi:

Probabilità alta di generare grumi perchè l'acqua non si aggiunge di un modo costante in caso che il contenitore è chiuso.



*Figura 3.9: Esempio di miscelatrice manuale*



*Figura 3.10: Disegno in solidworks di una miscelatrice manuale*

### 3.1.3.2. Sistemi elettrici

#### **Miscela con l'ausilio di macchina miscelatrice elettrica**

1. Riempire la macchina con parte delle componenti solide
2. Azionare la macchina
3. Fermare la macchina
4. Aggiungere la restante parte di terra, sabbia e cemento
5. Ri-azionare la macchina
6. Con la macchina in funzione procedere all'aggiunta dell'acqua vaporizzata tramite spruzzino.

#### Vantaggi:

Si tratta del sistema più veloce di tutti.

Ci vuole un solo operatore.

Miscelatura omogenea

Spruzzatura costante

#### Svantaggi:

Ha bisogno d'electricità



*Figura 3.11: Esempio di miscelatrice elettrica*

Contrastando i diversi modi di mescolare la terra si vede che quello più vantaggioso è la macchina miscelatrice manuale o elettrica.

Come è stato spiegato negli obiettivi, lo scopo del progetto è quello di realizzare una miscelatrice che non funzioni con l'elettricità, dato che forma parte di una catena di montaggio nella costruzione che si effettua in paesi sottosviluppati.

### 3.2. Le betoniere

#### 3.2.1. Betoniere elettriche

La betoniera è un apparecchio che permette di mischiare una serie di prodotti in un modo omogeneo, risparmiando tempo e fatica. Si usa generalmente per fare degli impasti di cemento.

Durante il percorso degli anni le betoniere hanno cambiato di forma fisica, ma la sua funzione è sempre stata la stessa. Oggi le betoniere hanno una forma standardizzata che può variare nella trasmissione meccanica del moto e anche della grandezza.

La betoniera è costituita da:

- La cisterna.
- Il telaio.
- Un armadio metallico con chiusura, contenente il motore elettrico.
- Il volano di manovra.

Le cisterne possono avere diverse capacità. All'interno di questa ci sono diverse pale che servono a facilitare la mescolatura. La cisterna si trova sopra il telaio collegata ad un motore tramite una corona dentata. La cisterna è fatta in acciaio.

Attualmente si trovano due tipi di betoniera.

### **Betoniera mobile**

É una betoniera piccola di uso a piccola scala. L'albero collega la cisterna direttamente con il riduttore del motore. La capacità massima è abbastanza bassa, intorno ai 100 litri di capacità utile. Tutto il peso scarica sull'asso. Non c'è praticamente persa di potenza nella trasmissione. Lo svuotamento si fa svoltando tutta la betoniera in avanti.



*Figura 3.12: Esempio di betoniera elettrica mobile*

### **Betoniera standard**

É una betoniera ad uso industriale e grande capacità. La trasmissione alla cisterna si fa attraverso una corona dentata. Questa trasmissione non è ottima perchè c'è persa di energia dal reduttore alla cisterna. Il peso totale viene scaricato sul telaio. Quando l'impasto è pronto una ruota serve a svoltare il contenuto in un carretto.



*Figura 3.13: Esempio di betoniera elettrica standard*

## 3.2.2 Betoniere manuali

Oggi quasi non sono prodotte betoniere manuali perchè la elettricità raggiunge ovunque.

La betoniera manuale ha la stessa costituzione che la elettrica tranne il motore. Invece, ha un volano che consente il giro della cisterna. Questo tipo di betoniera richiede una relazione di trasmissione alta. Così l'operatore può muovere la cisterna senza fare tanta fatica.



Figura 3.14: Esemplio di betoniera manuale



Figura 3.15: Esemplio di betoniera manuale e elettrica

Ci sono anche le betoniere con le due opzioni, che vengono usate in caso di perdita dell'elettricità.

### 3.3. La inclinazione della mescolatura

L'inclinazione della cisterna o bidone è un concetto che può sembrare banale ma fa una differenza al momento della preparazione dell'impasto. In questo paragrafo se ne parla.

#### **Miscelatrice orizzontale**

Questo tipo di miscelatrice è utile nei casi in cui si deve lavorare con prodotti difficili a mescolare, dato che le pale interne raccolgono l'impasto del fondo del contenitore e lo spingono su riuscendo a fare un impasto più omogeno. La manutenzione di queste miscelatrici è molto costosa e i prezzi dei pezzi molto alti.

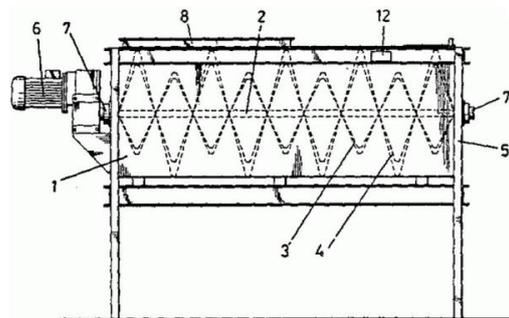


Figura 3.16: Disegno di una miscelatrice orizzontale

### Miscelatrice verticale

Queste miscelatrici non vengono troppo usate dato che le particole più pesanti rimangono sempre al fondo del contenitore. Se le pale ed il contenitore non sono ottimi ci vuole un po' di aiuto delle mani per disincastare ciò che rimane negli angoli. È molto economica in contrasto con quella orizzontale pero l'omogeneità non è buona.



*Figura 3.17: Miscelatrice verticale*

### Miscelatrice a 45°

Tutte le betoniere sono a 45°. Questa orientazione permette che i prodotti più pesanti non rimanghino in fondo al contenitore. Così anche le pale riescono a fare salire il materiale in modo che l'impasto sia più omogenio.



*Figura 3.17: Esempio di betoniera laborando a 45°*

## **4. STUDIO DELLE SOLUZIONE**

### **4.1 Requisiti e caratteristiche del disegno**

Dopo la raccolta d'informazione nei paragrafi anteriori si può cominciare a pensare come potrebbe essere la betoniera. Diversi concetti come il design o le forze che dovrà supportare si vedranno più avanti nel progetto. Per ora quello più importante sono le funzioni che potrà realizzare, sia scaricare il materiale in un modo semplice, l'inclinazione a 45 gradi per una migliore mescolatura e grosso modo la forma e la dimensione che avrà.

Per tutto ciò si fa uno studio di diverse betoniere che ci sono nel mercato e così potere dedurre dati statistici come la capacità utile, la capacità totale, la velocità di rotazione. I dati sono stati presi da diversi fonti in modo che la soluzione sia più precisa e coerente con la realtà.

Di seguito si mostra il database delle betoniere ottenuto:

Betoniera	Capacità della cisterna	Capacità della mischia
260E	260	230
320E	320	290
ECOMIX 130L	125	110
ECOMIX CUBA FUNDICION 150L	140	110
150	150	130
ECOMIX CUBA FUNDICION 180L	180	160
HO-135	135	110
HO-150	150	125
HO-170	170	130
180E	180	160
220E	220	195
MINIBETA QUATTRO	134	100
SUPERBRIC	160	136
ROLLBETA QUATTRO	134	100
SUPERMIX	160	136
UL-140	160	145
SYNTESI 140	140	100
UI 155 PLUS	170	156
PRO-90	109	90
MAC-120	140	120
MAC-160	210	160

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

MAC-200	250	200
MAC-250	330	250
MAC-300	390	300
PRO-90 PLUS	109	90
U-160	221	160
UL-190	220	190
UI-230	230	200
US-160	221	160
CM120-PBC	120	100
CM130-PBC	130	110
CM140-PBC	140	120
CM160-PBC	160	140
CM180-PBC	180	160
CM200-PBC	200	180
U-200	245	200
U-220	300	223
U-250	361	250
U-300	394	300
S-100	160	100
S-160	240	160
S-200	300	200
2-250	375	250
S-300	425	300
H-100	150	100
H-120	180	120
H-140	220	140
H-160	240	160
H-200	300	200
H-250	375	250
H-300	425	300

Questa prima tavola mostra le capacità delle betoniere e la capacità utile della miscchia, cioè il volume di impasto che si può raggiungere perchè la betoniera sia al suo punto di migliore funzionamento.

Ci sono betoniere piccole spostabili ma anche betoniere industriali. Comunque tutte funzionano con un motore elettrico e, in qualche caso, possono anche funzionare con un motore diesel. Tutto ciò dipende delle risorse che si trovano nel luogo di costruzione.

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

Di seguito si mostra un'altra tavola con le stesse betoniere, aggiungendoci la potenza e la RPM di qualcuna di loro.

Betoniera	Potenza(W)	Potenza(Hp)	RPM
260E	1104	1,5	
320E	1104	1,5	
ECOMIX 130L	600		
ECOMIX CUBA FUNDICION 150L	600		
150	600		
ECOMIX CUBA FUNDICION 180L	700		
HO-135	500		
HO-150	500		
HO-170	736	1	
180E	552	0,75	
220E	1104	1,5	
MINIBETA QUATTRO	300		
SUPERBRIC	242,88	0,33	
ROLLBETA QUATTRO	300		
SUPERMIX	368	0,5	
UL-140	368	0,5	
SYNTESI 140	300		
UI 155 PLUS	368	0,5	
PRO-90	242,88	0,33	
MAC-120	242,88	0,33	21
MAC-160	1104	1,5	26
MAC-200	1472	2	26
MAC-250	2208	3	22
MAC-300	2208	3	22
PRO-90 PLUS	242,88	0,33	
U-160	1104	1,5	
UL-190	1104	1,5	
UI-230	1104	1,5	
US-160	1104	1,5	
CM120-PBC	550		26,5
CM130-PBC	550		26,5
CM140-PBC	550		28,8
CM160-PBC	850		29,5
CM180-PBC	850		29,5
CM200-PBC	850		29,5
U-200	1472	2	
U-220	1472	2	

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

U-250	2208	3
U-300	2208	3
S-100	368	0,5
S-160	1104	1,5
S-200	1104	1,5
2-250	1472	2
S-300	1472	2
H-100	368	0,5
H-120	552	0,75
H-140	552	0,75
H-160	1104	1,5
H-200	1472	2
H-250	1472	2
H-300	2208	3

Si può vedere che le potenze variano dai 300 W dei motori più piccoli ai 2400 W di quelli più grandi. Si può anche vedere che le rpm di tutte le betoniere variano intorno alle 20-30 rpm.

A partire dalle tavole anteriori si possono dedurre diverse funzioni che ci aiuteranno al momento di fare il disegno. Di seguito i grafici delle funzioni.

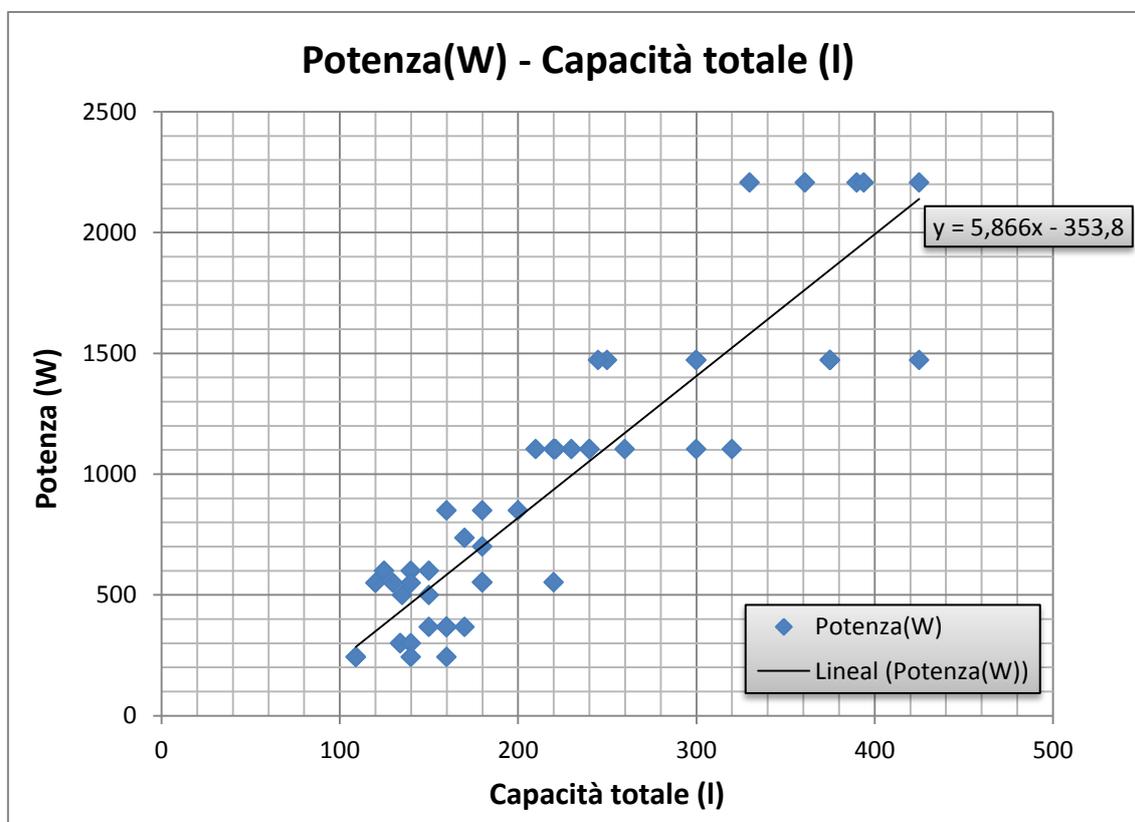


Figura 4.1: Grafico Potenza(W)-Capacità totale(l)

Il grafico anteriore mostra la potenza necessaria per fare girare una cisterna di dimensioni 'x'. Per ora la retta non passa dall'origine, più avanti l'equazione verrà corretta perchè sia più adatta alla realtà.

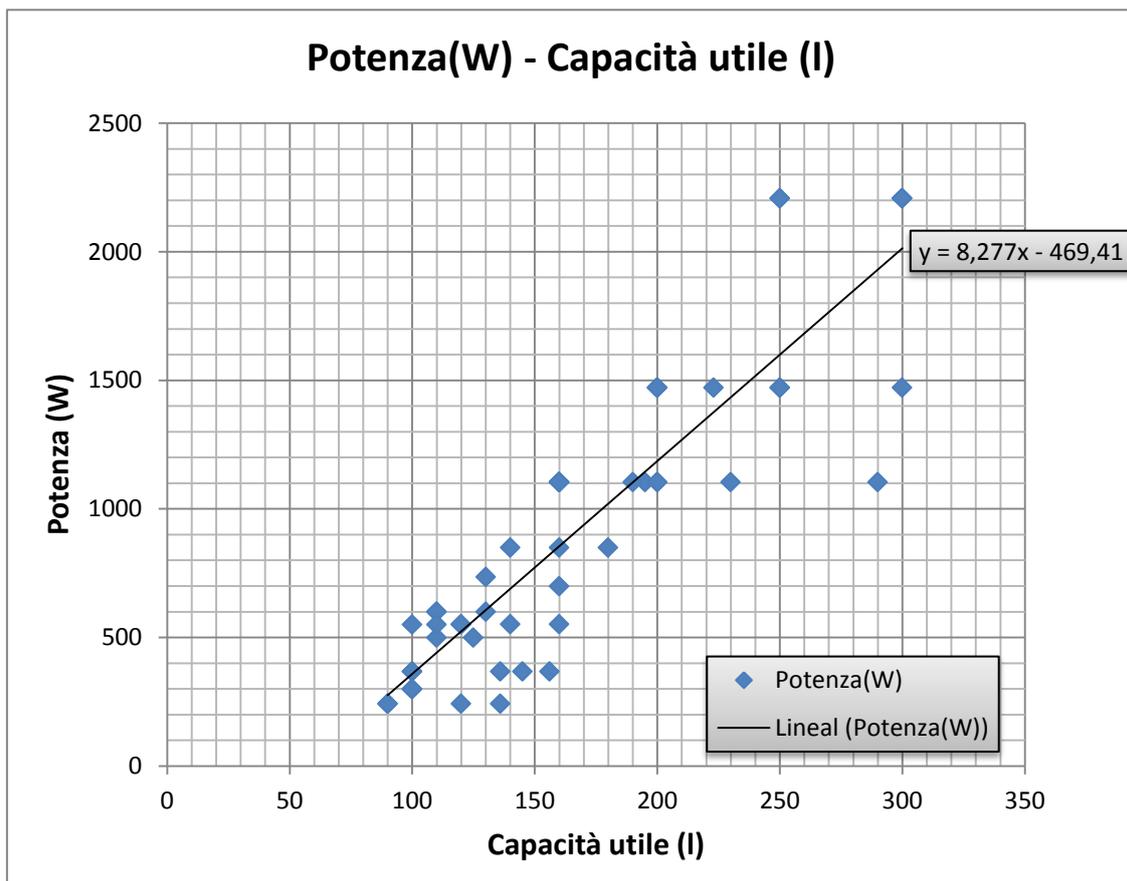


Figura 4.2: Grafico Potenza(W)-Capacità utile(l)

In questo grafico (figura 4.2) si mette in relazione la potenza della cisterna con la sua capacità utile. Come è già stato detto, perchè la mescola venga bene bisogna mettere meno materiale di quello che la cisterna può contenere. Si osserva che le mostre raccolte sono abbastanza disperse per potenze alte, quindi l'equazione sarebbe meno precisa se si dovesse prendere un'alta capacità. Comunque l'equazione verrà anche corretta più avanti.

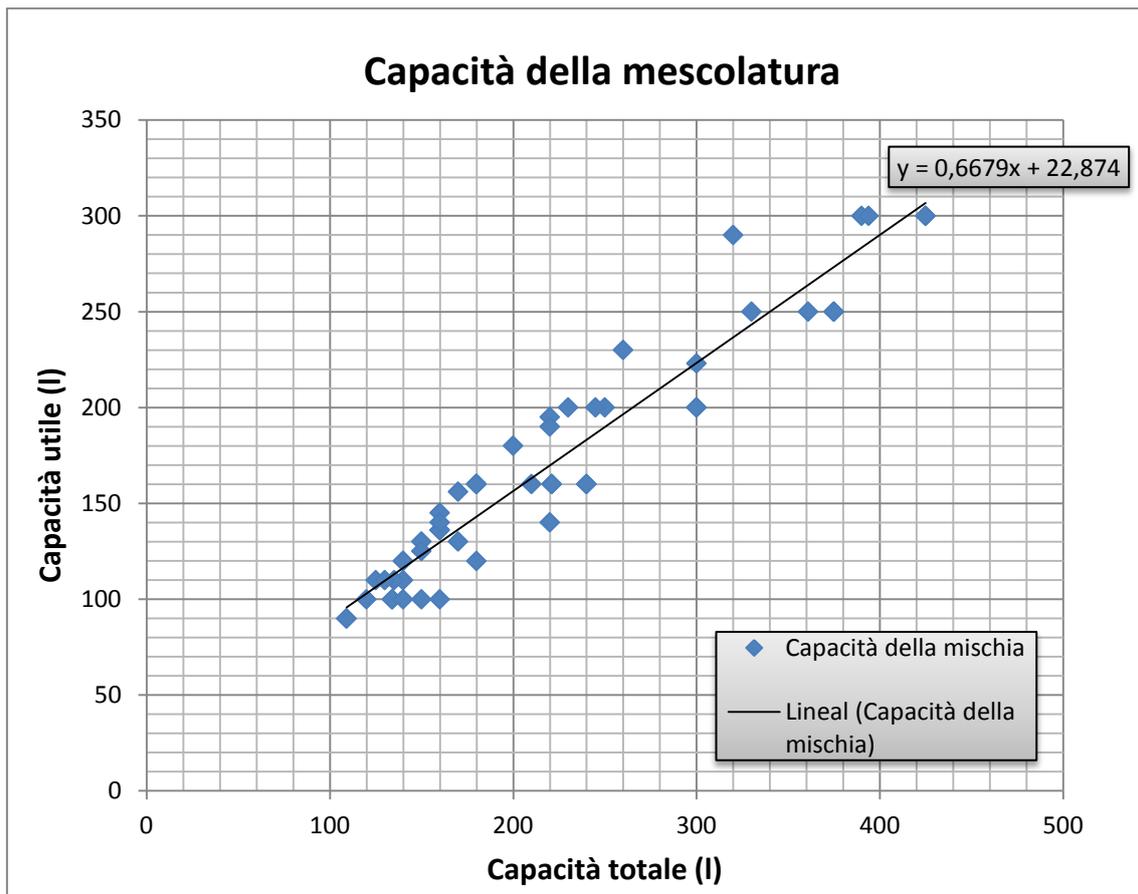


Figura 4.3: Grafico Capacità utile(l)-Capacità totale(l)

Dal grafico (figura 4.3) vediamo che la capacità della mischia e la capacità utile sono abbastanza lineare e quindi la equazione lineare rappresenta in un modo abbastanza preciso quale sarà la capacità utile una volta avremmo scelto il volume totale.

Di seguito si mostrano 3 grafici delle rpm in funzione alla capacità, la capacità utile e la potenza (W).

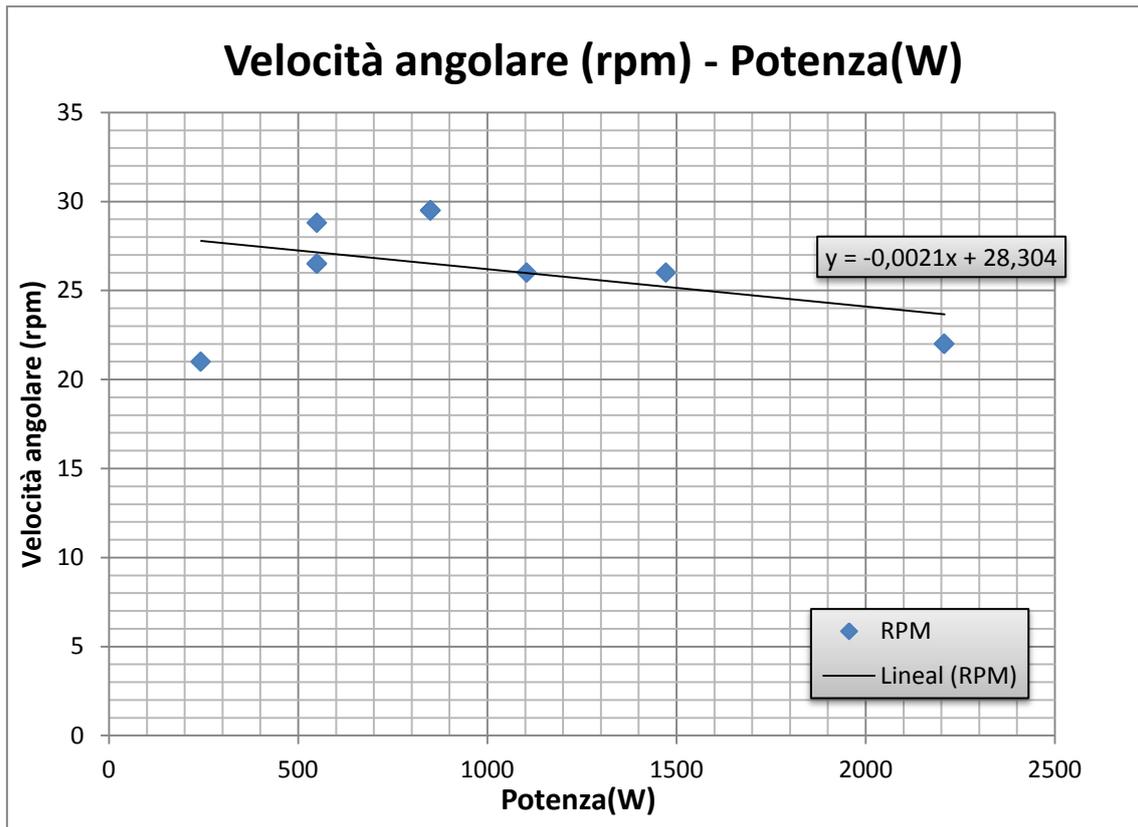


Figura 4.4: Grafico velocità angolare(rpm)-potenza(W)

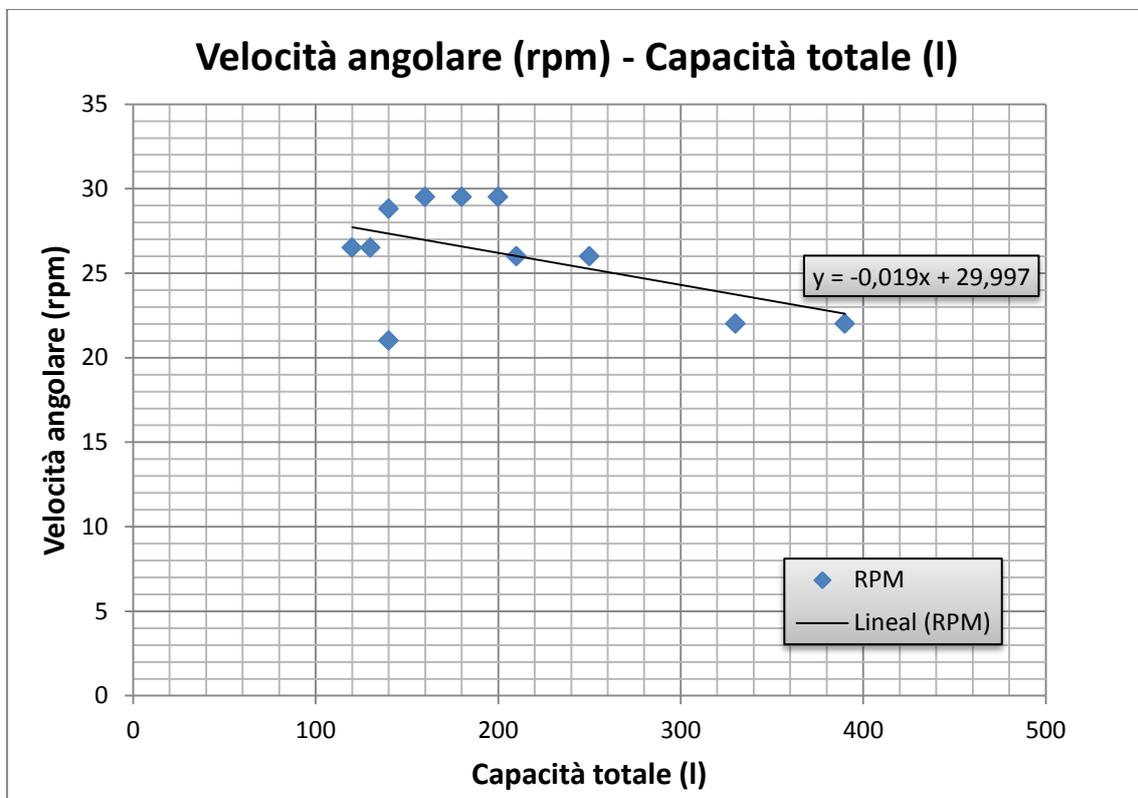


Figura 4.5: Grafico velocità angolare(rpm)-Capacità totale (l)

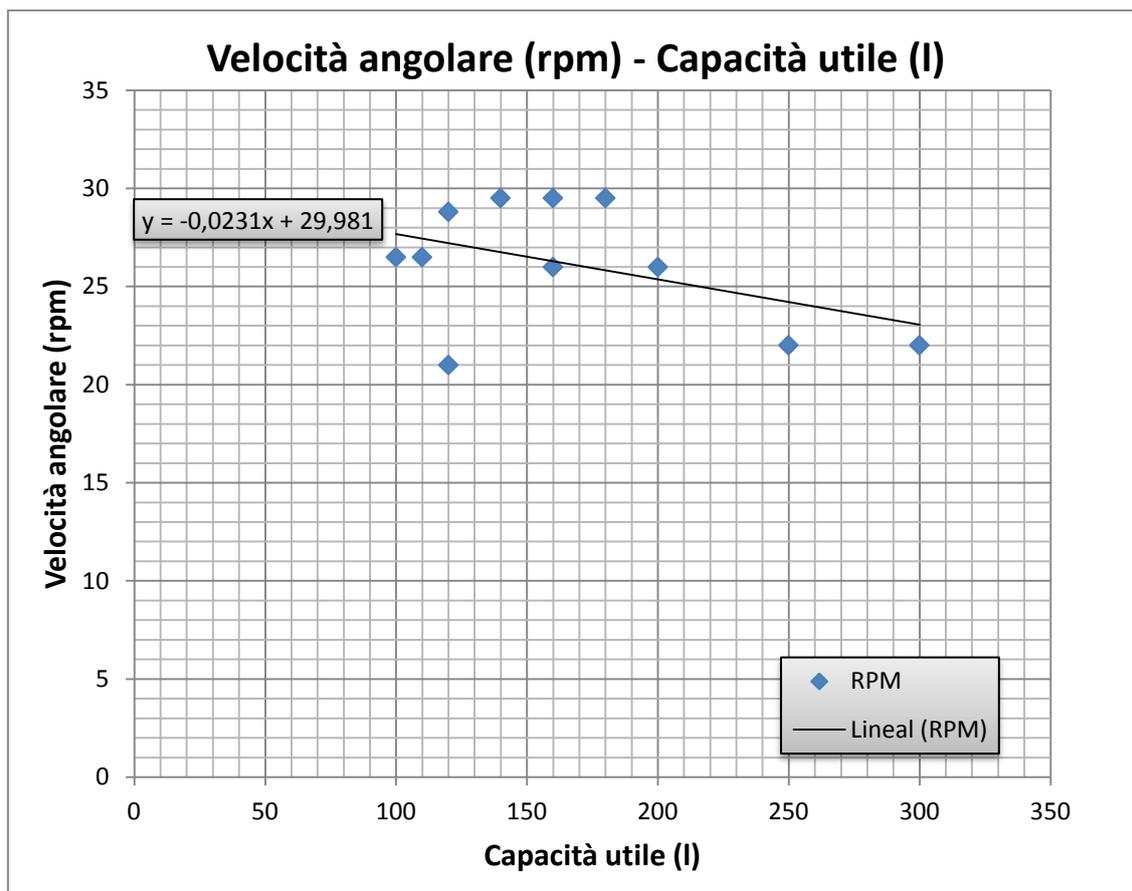


Figura 4.4: Grafico velocità angolare(rpm)-capacità utile(l)

In questi tre grafici si osserva che le rpm non variano sia rispetto alla capacità, la capacità utile che la potenza. Questo è normale dato che la velocità stabilita perchè l'impasto di cemento sia giusto è 20-30 rpm. Altrimenti i componenti più pesanti sarebbero spinti verso i lati della cisterna e la mescolatura non sarebbe omogenea. Si deve tenere sempre conto che la cisterna comprende delle pale nel suo interno. Se non fosse questo il caso la velocità dovrebbe essere molto più bassa.

Una volta ottenuti i grafici si possono calcolare le equazioni giuste:

	Ottenuta	Giusta
Equazione Potenza-Capacità totale	$y = 5,866x - 353,8$	$y = 4,4749x$
Equazione Potenza-Capacità utile	$y = 8,277x - 469,41$	$y = 5,8239x$
Equazione Capacità utile-totale	$y = 0,6679x + 22,874$	

Le equazioni sono state modificate considerabilmente dato che glieli è stato imposto passare dall'origine. Anchese non è un calcolo del tutto giusto, perchè con capacità=0L → la potenza necessaria per far girare il tutto dipende del suo proprio peso e del momento di inerzia, per adesso si prendono questi valori perchè sono più vicini alla nostra soluzione. Più avanti si calcolano i valori giusti. Tutte le equazioni ottenute sono utili per decidere come deve essere la betoniera.

Una volta studiata la capacità, la potenza e le rpm della betoniera, si procede a stabilire la potenza umana. Questi valori saranno utili quando dovremmo decidere i valori finali del disegno come le dimensioni del bidone o le relazioni di trasmissione.

Ci sono studi che dicono che la potenza massima che può fare un adulto con le gambe è di 300 W. Questo è il caso di ciclisti e persone allenate che può stare molto tempo dando la massima potenza. Un adulto normale, senza distinzione di sesso, può fare una media di 70 W di modo costante. Questo è l'esempio di una persona su una cyclette senza fare troppo sforzo. La velocità media di questa potenza è all'incirca di 100 pedalate al minuto.

L'equazione è la seguente:

$$\text{Potenza} = \text{Coppia} \times \text{velocità angolare}$$

$$P = \Gamma \times \omega$$

Quindi per l'umano la copia media che si può esercitare è di:

$$\Gamma = \frac{70 \cdot 60}{100 \cdot 2 \cdot \pi} = 6,68 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (\text{Eq. 3.1})$$

A parte di quelle caratteristiche citate anteriormente, ci sono altre caratteristiche che la betoniera deve soddisfare e che devono essere prese in considerazione.

Movimento: deve effettuare la funzione di svuotamento in un modo semplice, che non richieda troppo sforzo e che possa essere fatto da una sola persona. Deve soddisfare la funzione basica de miscelatura della terra oltre che quella di lavorare a 45 gradi, perchè come è stato spiegato prima così la mischia sarà più omogena.

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

Material: la betoniera deve essere fatta con materiali a prezzi bassi. Non devono essere troppo pesanti perchè al momento di farla girare o di spostarla lo sforzo non sia troppo e quindi possa essere fatto da una sola persona. I materiali, se possibile, devono essere se non del luogo, il più vicino possibile del posto in cui la betoniera sarà usata.

Componenti: i componenti possono essere prefabbricati, o prodotti tramite tecniche semplici a corto tempo di fabbricazione. I componenti non devono essere saldati, così in caso di rotura la ricostruzione è più veloce.

Costo: la nuova betoniera deve essere economica, non nel senso della vendita dato che non sarà prodotta in serie, ma sì nel prezzo, altrimenti sarebbe meglio comprarne una di fabbrica e riformarla.

Di seguito si riassumono queste caratteristiche in una tavola:

Caratteristiche	Descrizione
<b>Moto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mescolatura a 45° d'inclinazione.</li><li>- Sistema di svuotamento</li></ul>
<b>Materiali</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bassa densità.</li><li>- Prezzo economico.</li></ul>
<b>Componenti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Facilità di montaggio</li><li>- Facilità di fabbricazione</li><li>- Facilità di riparazione</li></ul>
<b>Dimensione</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Capacità sufficiente della cisterna</li><li>- Facilità di trasporto</li></ul>
<b>Potenza</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Forza umana</li></ul>
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prezzo economico.</li></ul>

### 4.2. Primo prototipo



*Figura 4.5: Disegno del primo prototipo in solidworks*

Il primo prototipo (figura 4.5) è il disegno realizzato tenendo conto di tutti i requisiti necessari ma senza entrare nel dettaglio. Anteriormente erano stati fatti altri disegni ma il primo che ha compiuto con tutte le funzioni e requisiti è stato questo.

L'idea iniziale era quella di fare un disegno simile a quello delle betoniere correnti manuali con corona dentata. Più tardi si è arrivato alla conclusione che una corona dentata di quelle dimensioni e saldata alla cisterna comporterebbe troppo lavoro ed un sopraccosto, oltre a richiedere la presenza di un saldatore sperimentato nel luogo di uso della betoniera. Si ricorda che se la betoniera si trasporta costruita al luogo di uso è estremamente costosa, quindi è importante che possa essere costruita lì dove sarà usata. Quindi questo disegno fatto così è stato bocciato. Più avanti è stato bocciato l'uso di una cisterna con la forma delle betoniere correnti, perchè per la stessa ragione questa dovrebbe essere comprata in posti specializzati ed il costo aumenterebbe. Finalmente è stato scelto l'uso di un bidone standard che può essere comprato ovunque. Dopo questa decisione si è proceduto al disegno del resto dei componenti perchè la betoniera potesse soddisfare tutte le sue funzioni.

Il modo di azionare la betoniera è molto importante perchè, come è già stato spiegato, uno sforzo fatto con le gambe è meno faticoso e genera una forza maggiore. È per questo che, inizialmente, si ha deciso di lavorare con dei pedali di bicicletta come principali attivanti della betoniera.

Ora che si sa il perchè della forma del disegno si può procedere a spiegare il funzionamento globale della betoniera.

### 4.2.1. Funzionamento

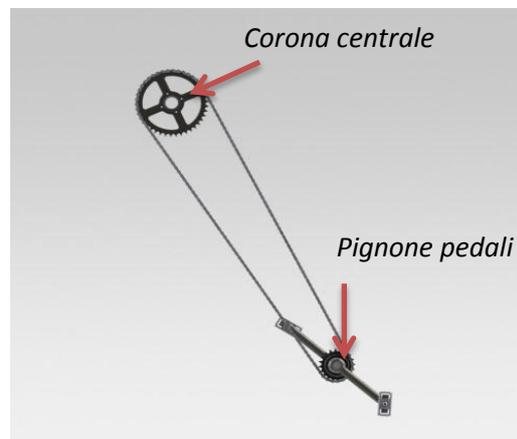
Con le gambe fissate al suolo la betoniera ha due movimenti possibili:

- Movimento di rotazione o vascolare del bidone intorno all'asso centrale.
- Sistema di svuotamento.

#### **Rotazione del bidone**

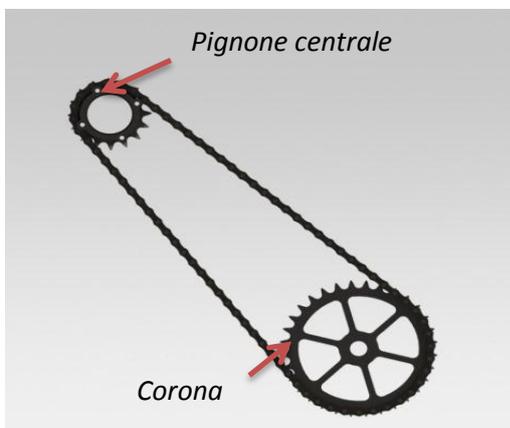
Se si posiziona la struttura che supporta il bidone a 45° (così come si vede nella figura 4.5) si può osservare la trasmissione che fa arrivare la forza dai pedali fino al punto più alto del sostegno (figura 4.6). Questo punto è particolare perchè, come verrà spiegato più avanti, è il punto di rotazione di svuotamento e quindi tutte le distanze da lì ad un altro punto saranno sempre uguali, anchese entrano in gioco i due movimenti possibili.

La trasmissione si fa con l'aiuto di una catena che ha una longitudine totale di quasi due metri. Questa trasmissione ci permette di traslare la potenza dai piedi fino all'altezza di un metro. La distanza tra i centri della corona centrale e il pignone è di 800 mm.



*Figura 4.6: Trasmissione pignone pedali-corona centrale*

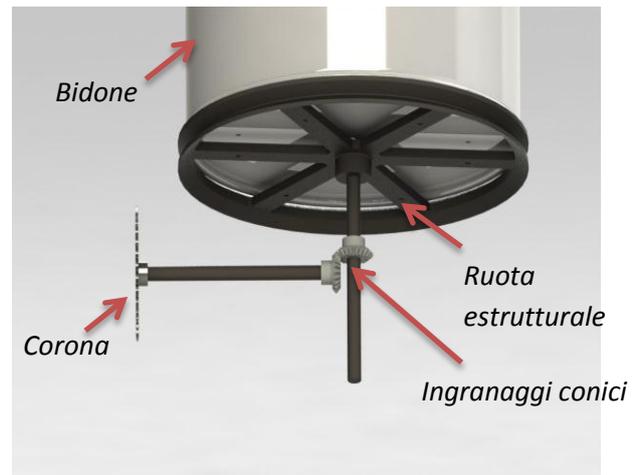
La seconda parte della trasmissione si fa da un pignone fissato con dei viti alla corona centrale. Di là parte una catena che unisce questo pignone con un'altra corona.



*Figura 4.7: Trasmissione pignone centrale-corona*

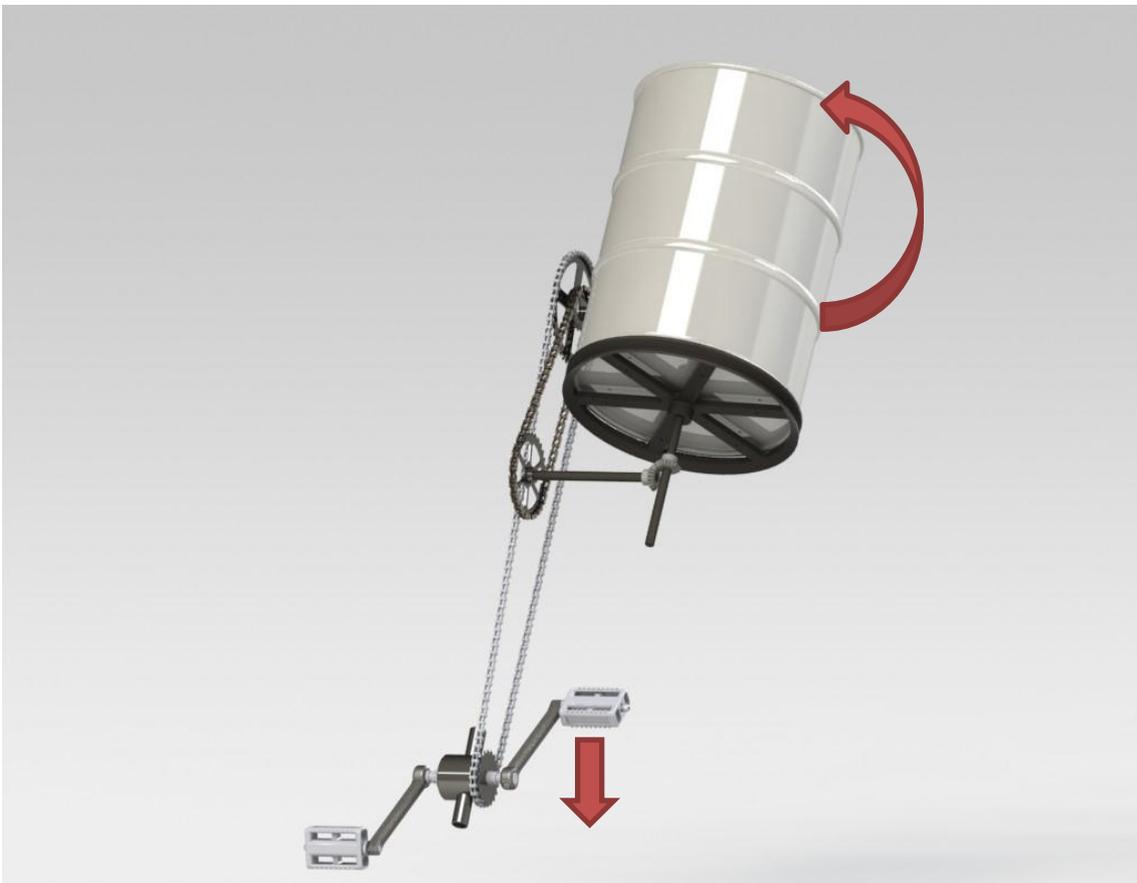
## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Poi la corona centrale trasmette la potenza tramite un asse speso 15 mm fino ad un ingranaggio conico. Questo è in contatto con un altro ingranaggio conico che trasmette la potenza tramite un altro asse fino ad una ruota che aiuta strutturalmente ad unire il bidone con l'asse in questione.



*Figura 4.8: Trasmissione corona-ingranaggi conici-ruota strutturale-bidone*

Tutto l'assieme sarebbe il seguente:



*Figura 4.9: Sistema di trasmissione completo*

### Sistema di svuotamento

L'aggiunta del sistema di svuotamento è dovuta a fattori come: sicurezza, comodità, persa di carico utile...

Il sistema di svuotamento è basato in un movimento vascolare di tutto l'assieme del bidone rispetto alle gambe che sono in contatto con il suolo. Il centro di rotazione si trova nel punto che si ha detto prima. Di seguito si spiega come funziona questo centro di rotazione.

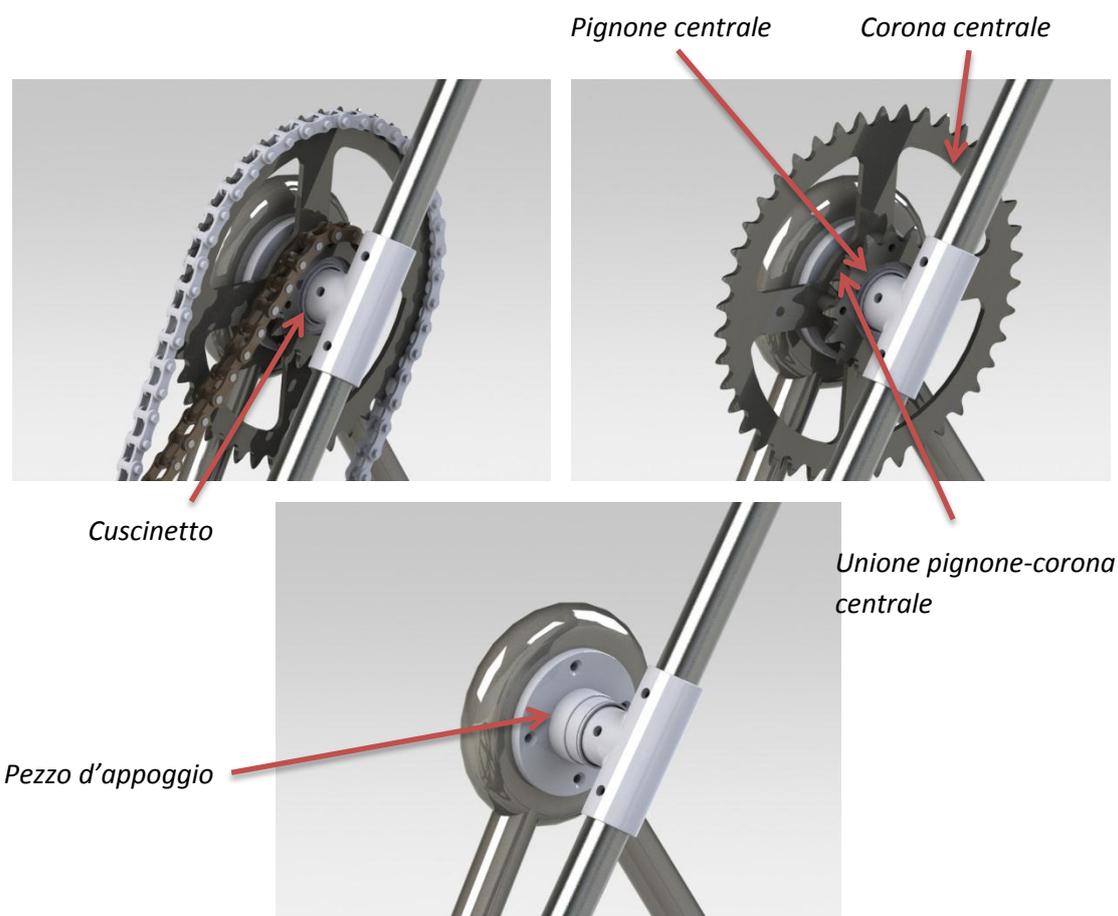


Figura 4.10: Diversi visualizzazioni del centro de rotazione o punto centrale

Come si vede il sistema è composto da una corona ed un pignone uniti tramite viti. Tra di loro c'è un pezzo (unione pignone-corona centrale) che gli separa ma che gli fissa e tra i due pezzi e il pezzo di appoggio intorno a cui girano c'è un cuscinetto. Questo cuscinetto appoggia in un pezzo disegnato specialmente e avvitato alle gambe della betoniera. Ciò permette che il blocco corona centrale-pignone abbia libertà di movimentazione rispetto al asse e le gambe. Nel centro di rotazione c'è l'asse che è

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

unito al supporto-bidone. Così il bidone si può svuotare senza forzare la catena e, se il sistema rimane fisso, il bidone può girare come si ha spiegato anteriormente.



*Figura 4.11: Fasi del sistemi di svuotamento*

Il sistema di trasmissione di potenza passando dal centro di rotazione è una buona soluzione al problema dello svuotamento. Se non fosse così la catena dovrebbe modificare la sua lunghezza ogni volta e quindi non sarebbe fattibile.

## 4.2.2. Disegno dei componenti

In questo paragrafo si parla delle parte più importanti della betoniera in modo generale, tenendo conto che più avanti, nella versione definitiva, verranno spiegate con più di dettaglio.

### **Bidone**

Si tratta del contenitore in cui si mettono e si miscelano tutti i materiali. Le dimensioni del bidone sono standardizzate. Per questo disegno è stato scelto un bidone piccolo con capacità di 47,38 litri. Con questa dimensione si possono produrre fino a 3 blocchi mattone ad ogni miscelatura. Per quanto riguarda alla forza che bisogna fare per farlo girare questa misura è anche ottima. Dentro ci sono 3 paletti ognuna a 120° delle altre. Queste si agganciano al bidone tramite viti. La capacità utile del bidone è stata calcolata con le equazione ottenute prima.



Figura 4.12: Bidone e paletti interiori

	Altezza (cm)	radio (cm)	Capacità (L)	Capacità utile (L)
Cisterna	47,6	17,8	47,3801935	36,69141114

La capacità utile diminuisce abbastanza rispetto a quella totale e quindi potremmo fabbricare impasto sufficiente per, al massimo, 3 blocchi mattone.

### **Piastra d'appoggio**

Questo pezzo (figura 4.13) è composto da una piastra in alluminio di spessore 5 mm sopra della quale appoggiano 2 cuscinetti di 15 mm di asse a sfere assiali. Ci appoggiano anche due supporti per cuscinetti di 15 mm. Siccome i cuscinetti sono prefabbricati bisogna soltanto avvitargli nella sua rispettiva posizione. Gli altri due

supporti devono essere fabbricati così come la piastra in alluminio. Le dimensioni della piastra sono 200 x 440 mm.

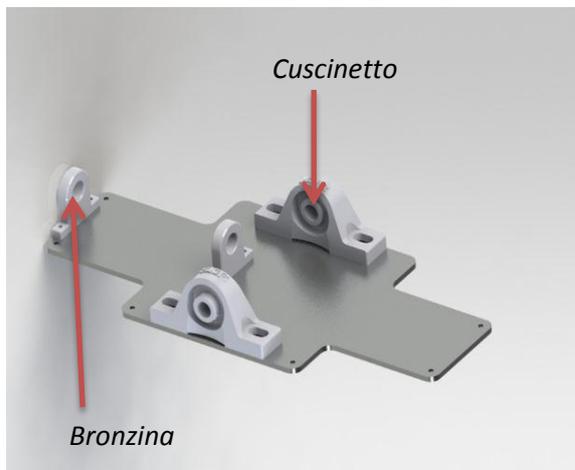


Figura 4.13: Piastra d'appoggio vista isometrica

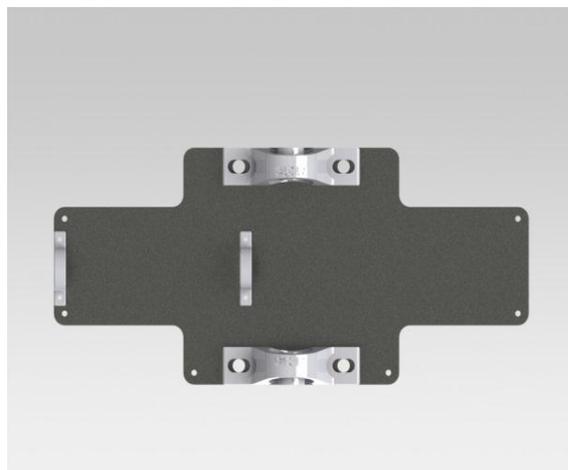


Figura 4.14: Piastra d'appoggio vista in pianta

La forma della piastra risponde alla necessità della diminuzione del peso.

### **Alberi di trasmissione con ingranaggi**

Gli assi sono stati disegnati in acciaio. Ognuno è spesso 15 mm e, per potere cambiare la direzione della trasmissione della potenza, incorporano alla fine un ingranaggio conico. Gli ingranaggi hanno 20 denti ognuno e la relazione di trasmissione è di 1. Il montaggio completo degli assi con gli ingranaggi è stato inserito sulla piastra con i corrispondenti cuscinetti per una migliore visualizzazione.

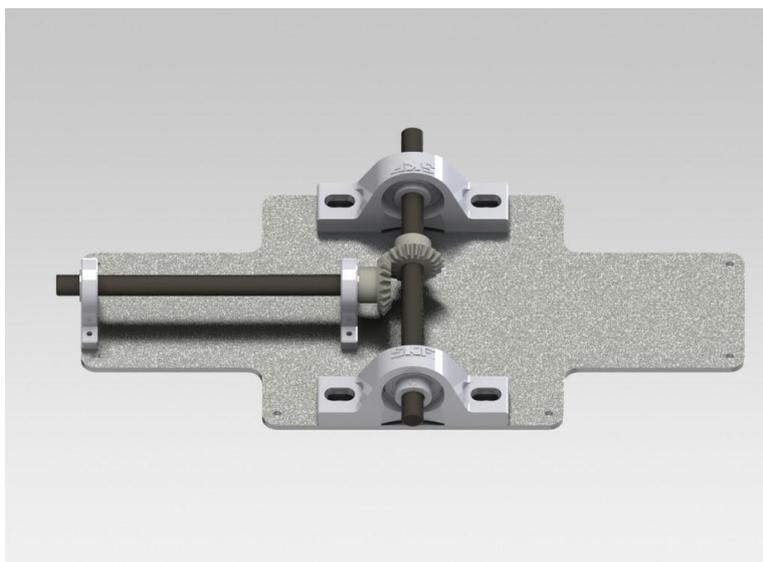


Figura 4.15: Piastra d'appoggio con ingranaggi e alberi

Di seguito si procede a comprovare se l'asse del bidone è capace di resistere i carichi a cui è esposto.

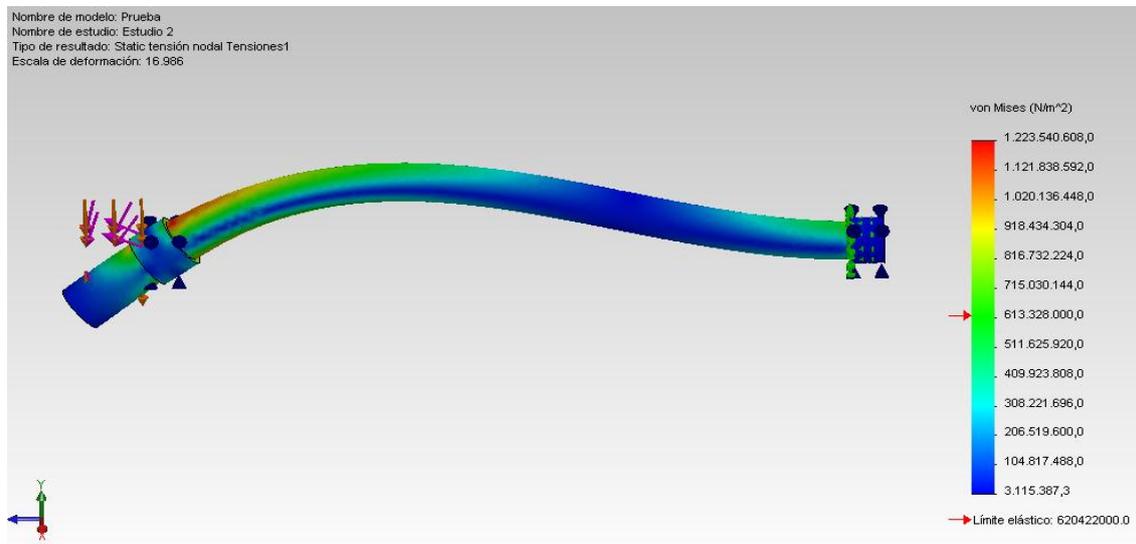


Figura 4.16: Tensioni di Von Mises nell'albero del bidone

Nel grafico (figura 4.16) si vede che il limite elástico del materiale è molto più basso che le tensioni richieste. Per il nuovo disegno si dovrà prevedere un asse più grande oppure un altro tipo di appoggio che distribuisca migliore il carico.

### Telaio della betoniera

I supporti che sostengono la betoniera e fermano il suo movimento sono stati disegnati in un modo semplice al fine di soddisfare il suo compito come supporto. Più avanti verranno ridisegnati per un migliore funzionamento. Le dimensioni del supporto sono lungo 1030 mm e alto 930 mm.



Figura 4.17: Telaio de la betoniera

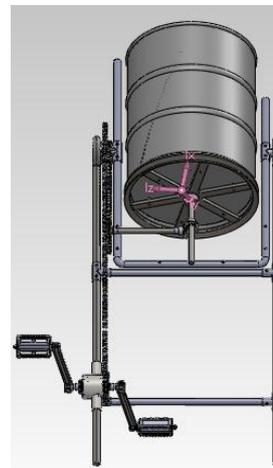


Figura 4.18: Centro di gravetà vista posteriore

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Facendo il calcolo del centro di gravità della betoniera si vede che questo è troppo alto e quindi un movimento troppo brusco la farebbe capovolgere.



Figura 4.19: Centro di gravità, movimento di svuotamento

Vediamo nelle immagini (4.19) il centro di gravità in viola.

Di seguito si mostrano i calcoli per una forza specifica esercitata lateralmente a diverse altezze.

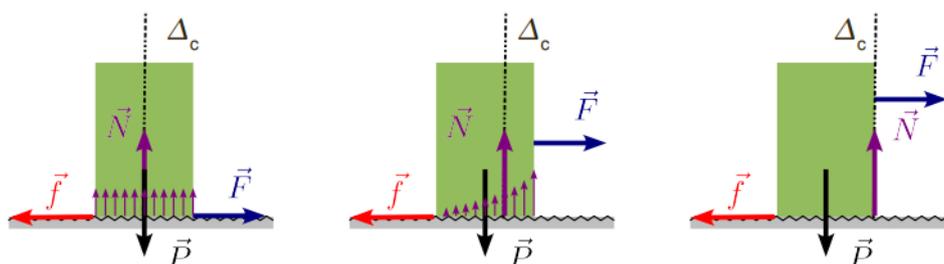


Figura 4.20: Diagramma del corpo libero-forza per capovolgere

Altezza (mm)	Forza (N)	mg (N)	centro (mm)	Distanza normale	Tipping
100	150	350	278	320,8571429	No
200	150	350	278	363,7142857	No
300	150	350	278	406,5714286	No
400	150	350	278	449,4285714	No
500	150	350	278	492,2857143	No
600	150	350	278	535,1428571	No
700	150	350	278	578	Si
800	150	350	278	620,8571429	Si
900	150	350	278	663,7142857	Si
1000	150	350	278	706,5714286	Si

Considerando che la betoniera fosse vuota, si può vedere dai calcoli che con l'applicazione di una forza di 15 kg a 70 cm di altezza la macchina capovolgerebbe.

Nel caso in cui la betoniera fosse piena, il centro di gravità sarebbe più alto e quindi il pericolo di caduta sarebbe maggiore.

### Misure generali

Di seguito sono presentate le quote che definiscono le dimensioni della betoniera, in millimetri, che è stata disegnata. Le quote si esprimono in mm. Si mostrano solo quelle quote che si considera che offrono dell'informazione importante. Negli allegati si trovano le tavole con tutti i piani raccordati.

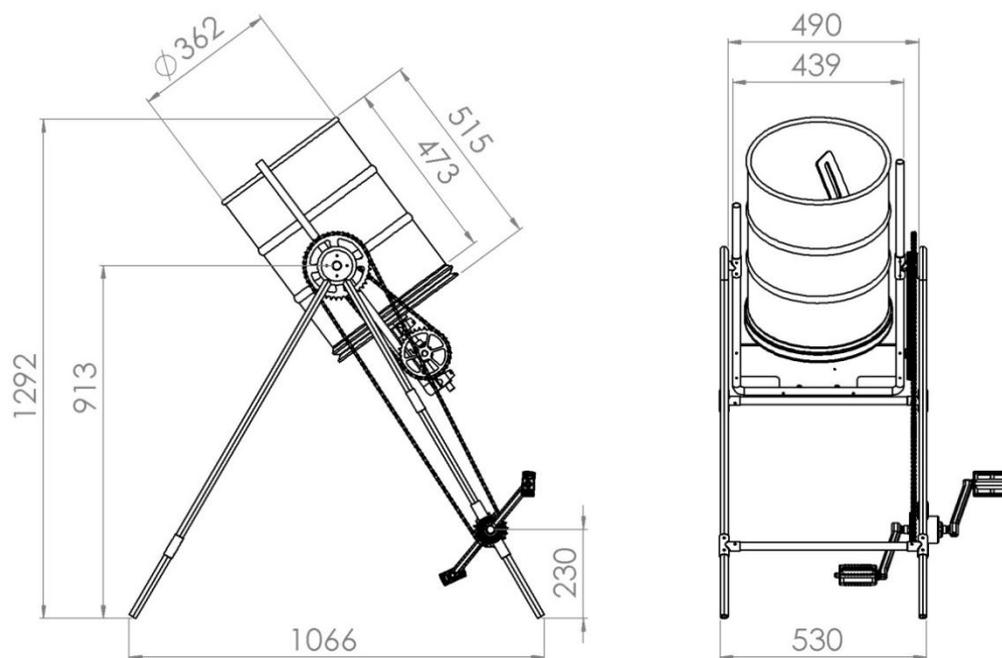


Figura 4.21: Tavole del primo prototipo

### 4.2.3 Cambiamenti per il prossimo disegno

Il primo prototipo ha servito per capire che problemi può avere una betoniera che funziona a pedali. Si ha potuto vedere se i componenti usati per la fabbricazione erano gli ottimi o bisognava cambiarli.

Di seguito si elencano i cambiamenti che si dovrebbero fare.

- Le gambe o supporti della betoniera devono essere più stabili. Come si ha dimostrato un colpo potrebbe destabilizzarla.
- Si ha osservato che una maggiore capacità del bidone aiuterebbe ad una più grande produzione d'impasto senza aumentare molto lo sforzo.
- Disegno più versatile a cui possano essere aggiunti ulteriori tipi di azionatori.
- Sistema piegabile perchè occupi meno spazio quando non si usi.
- Trovare una soluzione fattibile al problema di distribuzione dei carichi del bidone

### 4.3. Soluzione finale



*Figura 4.22: Soluzione finale del disegno*

La soluzione finale è stata fatta compiendo i requisiti essigiti anteriormente. Durante il disegno di questa nuova soluzione si ha pensato molto come dovrebbe essere il sistema perchè non ci fosse nessun tipo di problema.

Nella immagine 4.22 si può vedere una isometrica della betoniera completa. Si può osservare che il disegno è molto simile a quello del primo prototipo. Invece a livello di dettaglio sono stati fatti molti cambiamenti.

Questa betoniera, diversamente dell'altra, ha due tipi di propulsione:

- trasmissione a pedali
- trasmissione a manubrio

Prima di procedere a spiegare tutto il funzionamento della betoniera ed il disegno dei componenti si realizza una visualizzazione generale della betoniera per potere capire, più avanti, dove si trova ognuno dei componenti in questione.

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---



*Figura 4.23: Prospetto laterale della betoniera*



*Figura 4.24: Prospetto laterale della betoniera*



*Figura 4.25: Prospetto frontale della betoniera*



*Figura 4.26: Prospetto posteriore della betoniera*



*Figura 4.27: Vista in pianta della betoniera*

Di seguito si spiega il funzionamento della betoniera.

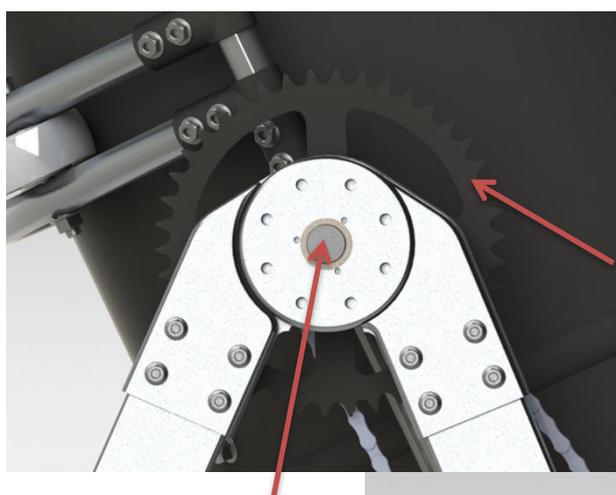
### 4.3.1. Funzionamento

Il funzionamento del prototipo finale è praticamente lo stesso che quello del primo prototipo cambiando soltanto qualche parametri, ed aggiungendoci uno nuovo.

#### **Movimento di rotazione del bidone**

Il movimento di rotazione del bidone viene dato dalla potenza trasmessa dalle gambe o braccia dall'operaio. In questo disegno non sono ancora stati aggiunti nessuno dei due tipi di azionamento, quindi si considererà l'ingranaggio come il punto di partenza della potenza.

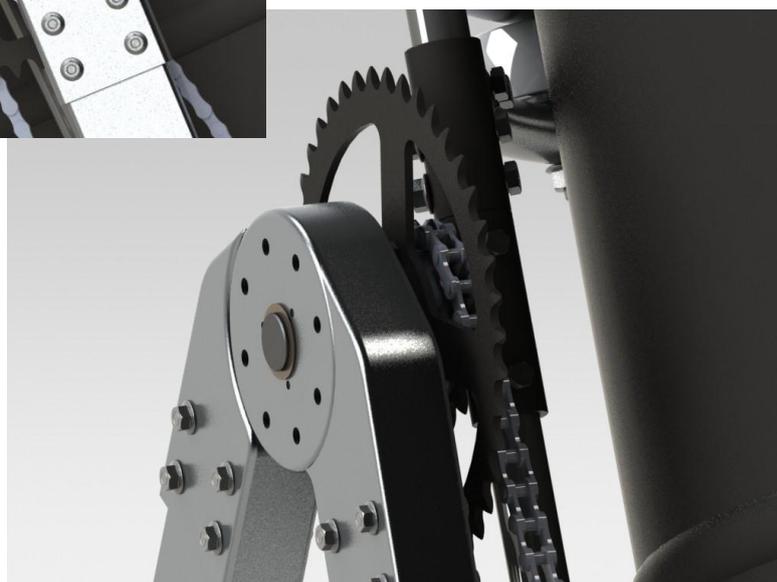
La potenza arriva all'ingranaggio grande che si trova nell'asse di cerniere delle gambe.



*Figura 4.28: Vista di dettaglio del punto centrale*

*Corona centrale*

*Centro di rotazione*



*Figura 4.29: Vista di dettaglio del punto centrale*

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

La corona centrale è avvitata ad un pignone piccolo. La catena ingranata dal pignone unisce questo qua con un'altra corona che si trova ad una distanza di 410 mm. La catena misura 1115 mm. La relazione di trasmissione di questo sistema è di 2.

*Figura 4.30: Vista della trasmissione pignone centrale-corona*



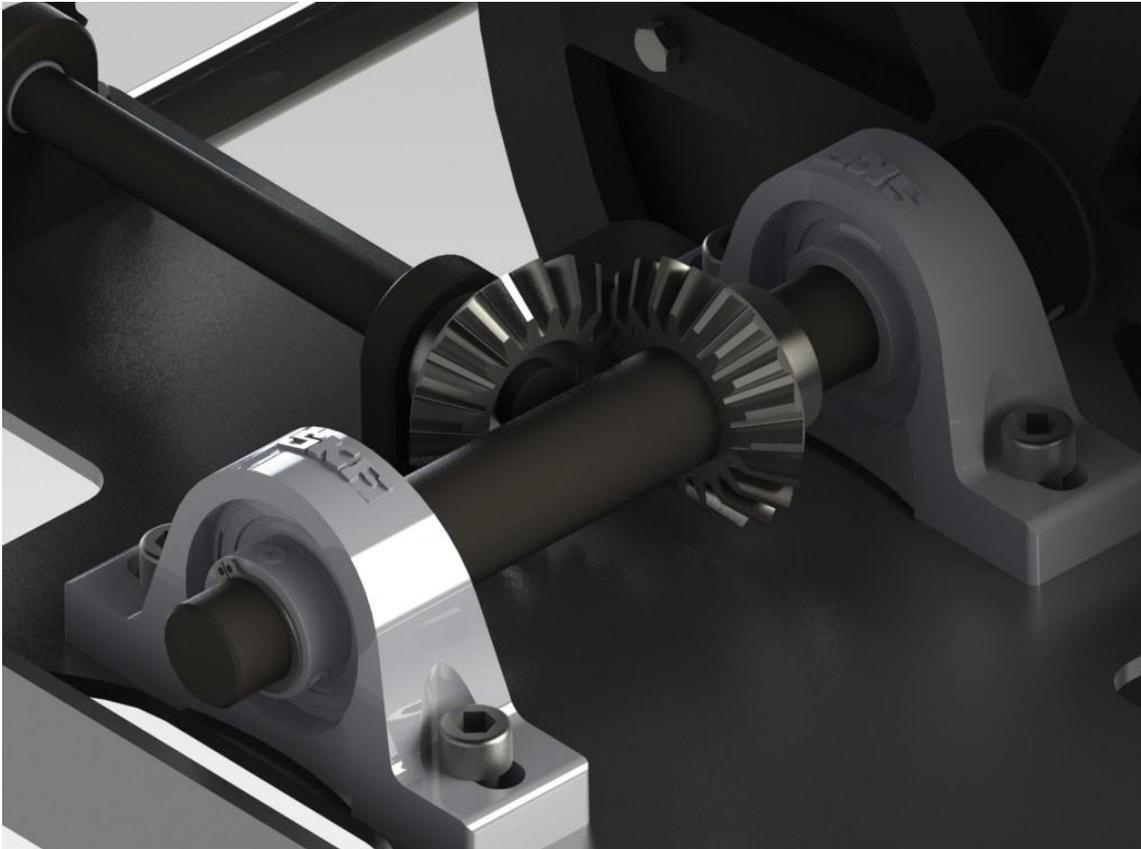
*Figura 4.31: Vista di dettaglio del pignone centrale*



*Figura 4.32: Vista di dettaglio della corona*

La corona è unita ad un asse mediante un perno. Nell'altro lato dell'asse c'è, incastrato a questo, un ingranaggio conico di 20 denti. Per cambiare di 90° la direzione della potenza si aggiunge un ulteriore ingranaggio conico che, anche questo qua, è incastrato ad un asse. L'asse è di 30 mm ed è sostenuto da due cuscinetti a sfere assiali. Nell'altro estremo, lì dove va ad unirsi con il bidone, l'asse si unisce con una ruota che

attua come supporto strutturale del bidone. Se l'asse andasse ad unirsi direttamente con il bidone non potrebbe resistere e si deformerebbe troppo. L'unione tra l'asse e la ruota è fatta con una chiavetta ed un perno. La ruota trapezoidale è unita al bidone mediante 6 viti.



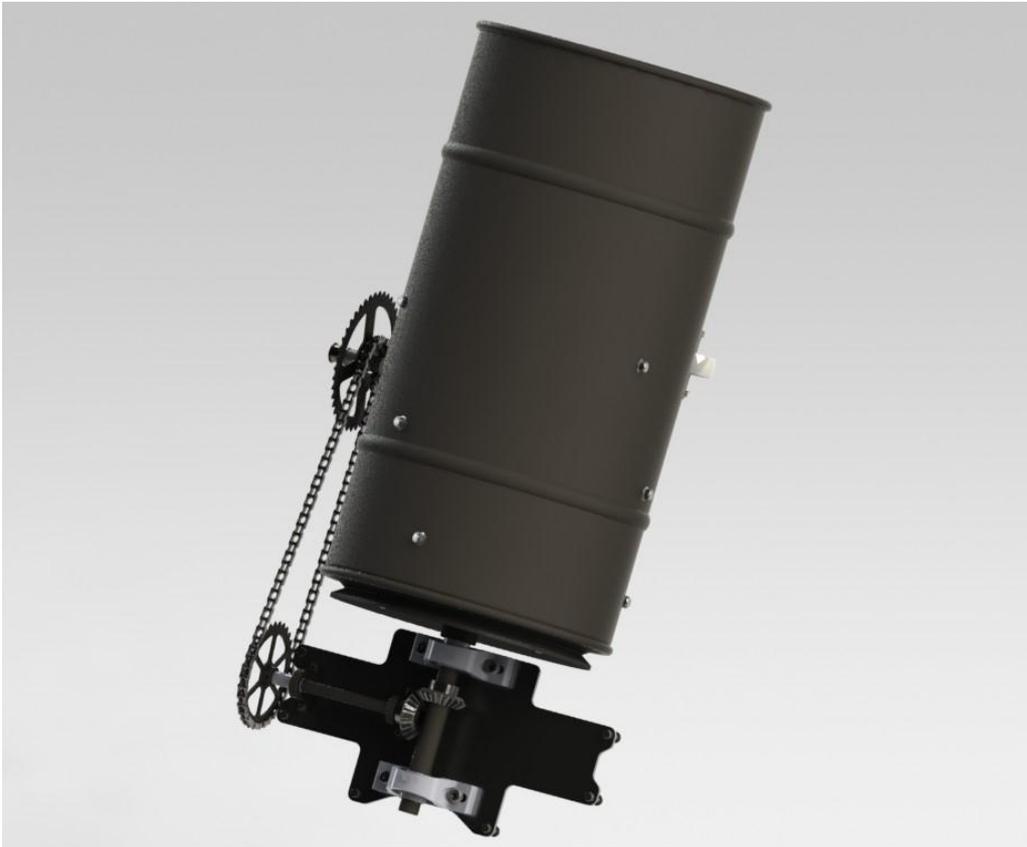
*Figura 4.33: Vista di dettaglio della trasmissione tra ingranaggi conici*



*Figura 4.34: Vista di dettaglio della unione del asse del bidone con la ruota strutturale*

Oltre a questo sistema che era già stato spiegato nel paragrafo del primo prototipo, sono state aggiunte due ulteriori ruote che servono alla migliore distribuzione del peso del bidone e che questo non carichi tutto sull'asse.

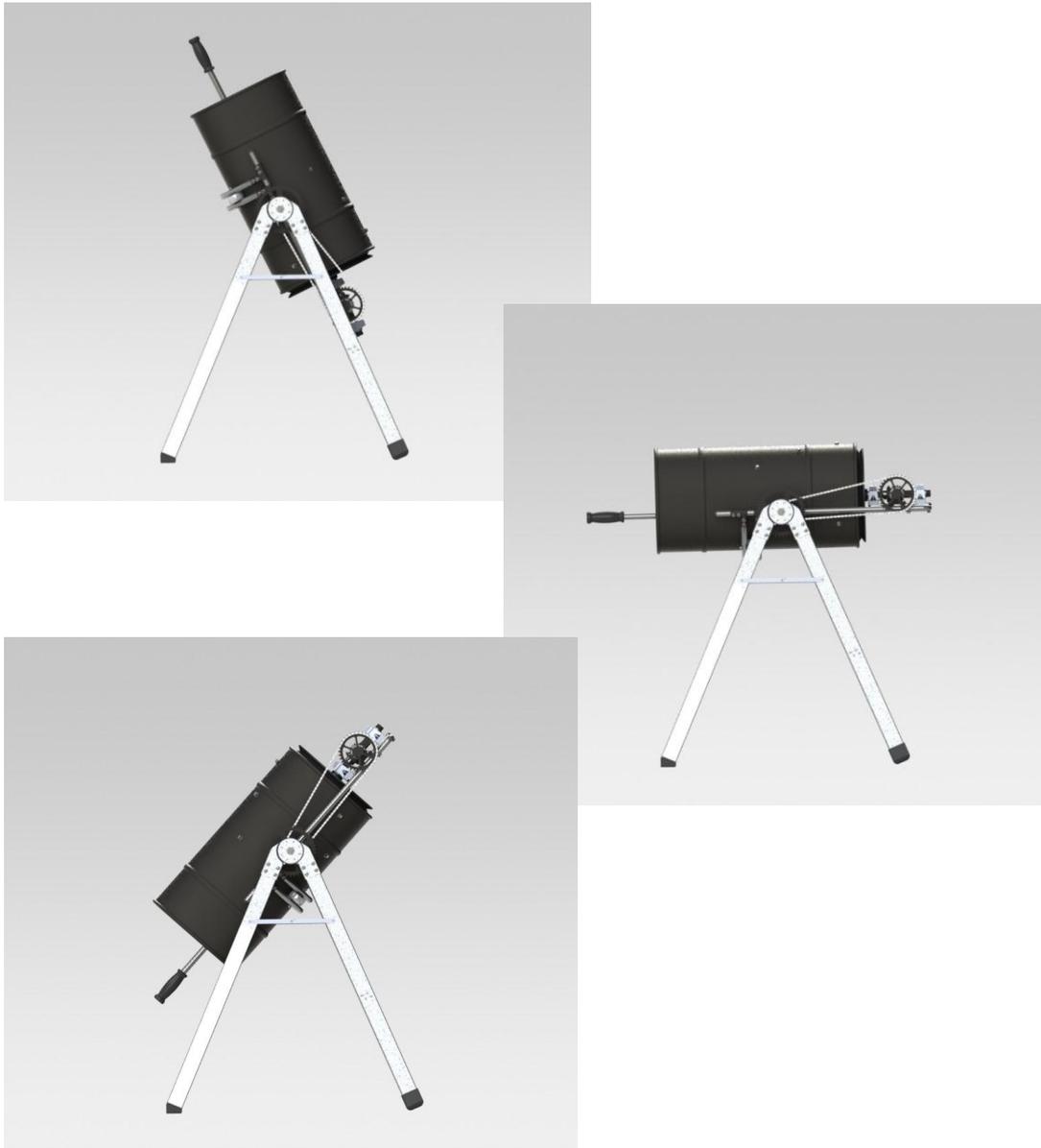
Di seguito tutto il sistema di funzionamento



*Figura 4.35: Sistema di funzionamento di rotazione del bidone*

### **Sistema di svuotamento**

Il sistema di svuotamento di questo sistema è lo stesso che quello del primo prototipo. L'assieme mobile bidone-supporto vascola insieme attorno ad un punto di rotazione centrale che è lì dove si unisce al telaio. Questo punto è stato brevemente spiegato e mantiene le sue caratteristiche, ma sarà più ampiamente descritto nel paragrafo dei componenti.



*Figura 4.36: Fasi del movimento di svuotamento*

Nelle immagini 4.36 si osservano le diverse posizioni del sistema vascolare.

Oltre alla movimentazione osservata è stato anche disegnato un sistema di bloccaggio dell'oscillazione perchè altrimenti il bidone girerebbe liberamente. È un sistema che assomiglia alle scale di pittore. Permette fissare diverse posizioni. Questo offre la possibilità di fissare il bidone all'atto di mescolare l'impasto per evitare l'oscillazione ma anche all'atto dello svuotamento. Le posizioni possono variare secondo quanto sia pieno il bidone. È stata anche aggiunta una sbarra con un manubrio per fare girare il sistema in un modo più preciso.



Figura 4.37: Dispositivo di bloccaggio sbloccato

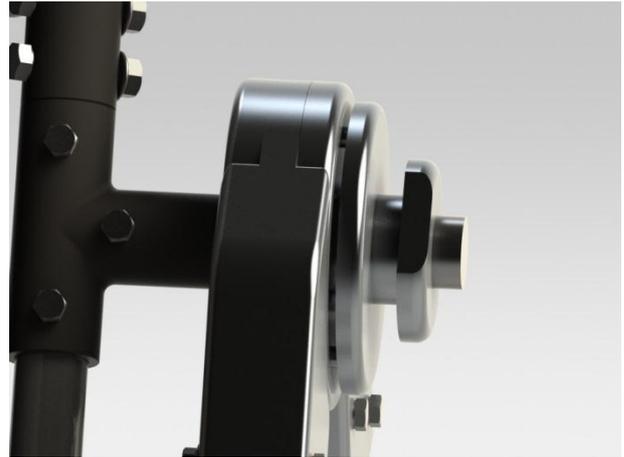


Figura 4.38: Dispositivo di bloccaggio bloccando

Osservassi nella immagine 4.37 che il dispositivo di bloccaggio è libero invece che nella immagine 4.38 il dispositivo è a posto e sta bloccando il movimento.



Figura 4.39: Vista di dettaglio della leva

Nella immagine 4.39 si può vedere la leva che aiuta allo scarico dell'impasto.

I passaggi sono i seguenti:

- Fare girare il sistema fino alla posizione di 45° con l'apertura del bidone verso su.
- Fissare il bloccaggio laterale in questa posizione.
- Fare rotare la betoniera fino a che l'impasto sia pronto.
- Sbloccare.

- Fare girare la betoniera con l'aiuto della leva fino a che l'impasto cominci a cadere.
- Bloccare (se bisogna per più facilità dello svuotamento) il bidone in questa posizione.

### Sistema di chiusura del telaio

La chiusura del telaio è stata aggiunta nel modello finale. Ciò è utile perchè la converte in una betoniera molto più facile da spostare, trasportare e anche da mettere in ordine quando non viene usata.

Il sistema è basato nel disegno delle scale. Delle cerniere nella parte superiore consentono di piegare le gambe in modo molto semplice.

Il movimento permette rotare le gambe  $22.5^\circ$  rispetto dall'asse verticale, quindi l'angolo d'apertura totale tra le due gambe è di  $45^\circ$ . Il sistema di bloccaggio dell'apertura è fatto con un pezzo speciale. Anche questo pezzo qua si apre e chiude ma, avendo una longitudine determinata così scarsa rispetto alle gambe, fa così che limita l'apertura ad un massimo di  $45^\circ$ .

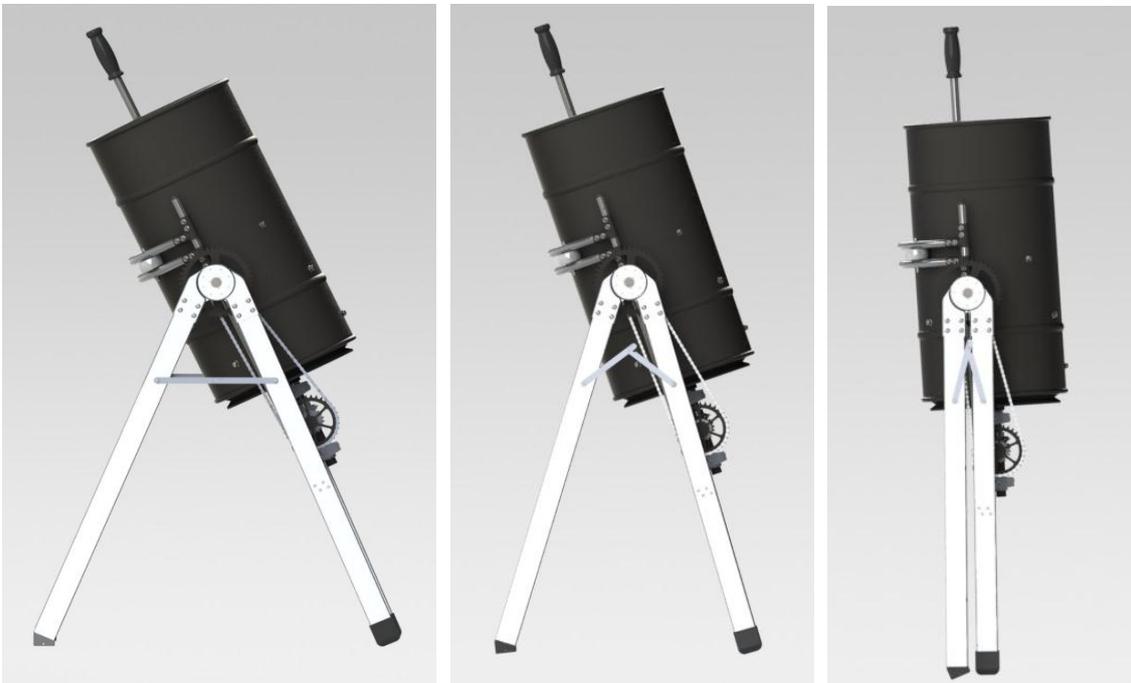


Figura 4.40: Fasi di chiusura del telaio

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

Dalle immagini 4.40 si vede che una volta la betoniera è piegata questa non occupa di più che il proprio bidone, cioè 36 cm.



*Figura 4.41: Vista di dettaglio della chiusura*



*Figura 4.42: Vista di dettaglio della apertura*

In queste immagini invece si vede con più dettaglio il pezzo che restringe l'apertura delle gambe.

### 4.3.2. Disegno dei componenti e soluzioni meccaniche

In questo paragrafo si spiegano in un modo dettagliato tutti i componenti.

#### Misure generali

Per avere una idea chiara delle dimensioni della betoniera si presentano piani dell'assieme della macchina con le quote più rilevanti. Negli allegati si trovano i piani più dettagliati.

#### **Bidone**

Le dimensioni del bidone hanno aumentato rispetto dal modello iniziale da 47 a 60 litri. Il bidone è comunque sempre standardizzato e quindi le misure sono prestabilite: 685,8 x 355 mm. Il peso netto del bidone è di 8,61 kg. Facendo il contrasto con l'anteriore prototipo il volume ha aumentato abbastanza per fabbricare 1,5 blocchi in più senza incrementarne l'inerzia, dato che il raggio del bidone è sempre lo stesso.

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Il bidone è unito a una ruota strutturale tramite 6 viti M6 (figura 4.43). All'interno del bidone ci sono 3 palleti, ogniuna agganciata con 3 viti M8, quindi si perfora il bidone 9 volte.

Il bidone è fatto in acciaio inossidabile.



Figura 4.43: Prospetto, vista in pianta e vista isometrica del bidone

Di seguito si mostra un piano con le quote di riferimento del bidone:

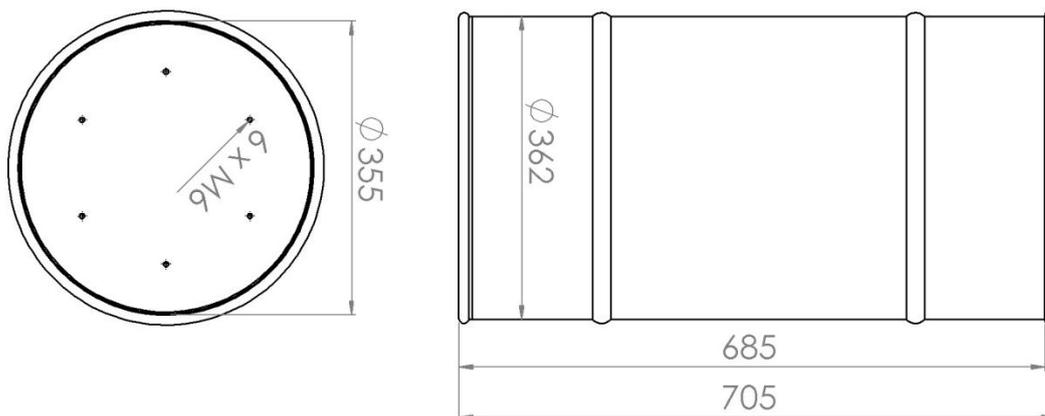


Figura 4.44: Tavole del bidone

### Palette interiori

Le palette interiori sono state disegnate per evitare l'attaccamento dell'impasto nelle parete della betoniera ed aiutare quindi a fare una mischia più omogenea. La forma di disegno è generica ma nel suo centro sono vuote per fare cadere l'impasto gradualmente.

Ci sono un totale di 3 palette messe a 120° le une rispetto alle altre. Come la betoniera, sono fatte in acciaio inossidabile.

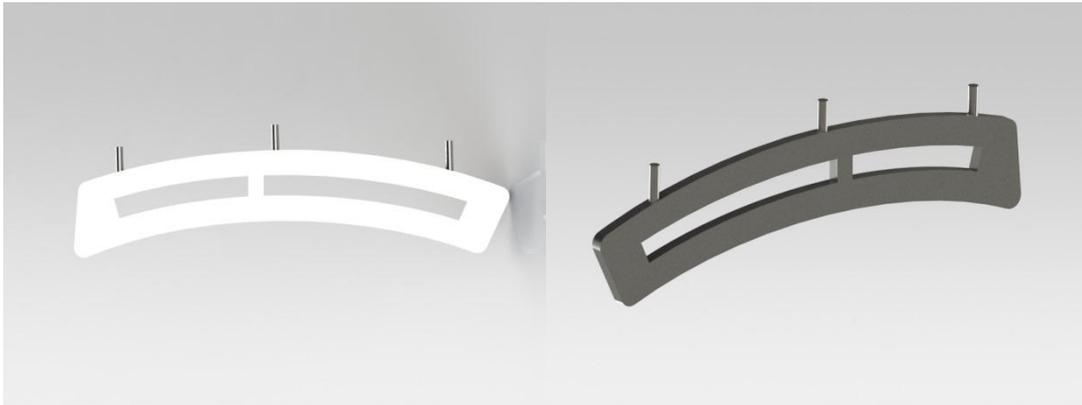


Figura 4.45: Vista in pianta e vista isometrica delle palette interiori

Nell'immagine 4.45 si vedono le due perforazioni fatte ad ogni palette per farci passare l'impasto.

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

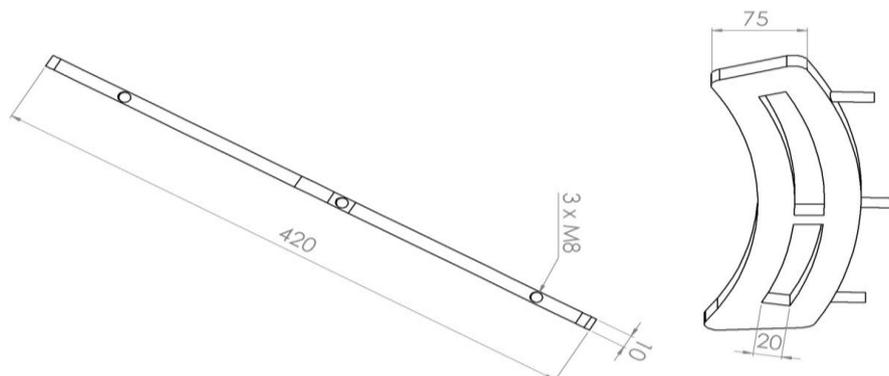


Figura 4.46: Tavole delle palette

## Ruota strutturale

Questa ruota ha la funzione di dare rigidità al bidone. La scelta di questa ruota in particolare è dovuta alla ottima soggezione che offre. Si tratta di una ruota a profilo trapezoidale e 330 mm di diametro. Nel suo centro ci passa l'asse di rotazione del bidone, per cui è stato lasciato un buco di 25 mm.

Per il fissaggio dell'asse alla ruota sono usati due sistemi:

- una chiavetta che fissa il movimento rotazionale per garantire che entrambi l'asse e ruota gireranno assieme
- un perno di 6 mm per bloccare lo spostamento nel senso longitudinale dell'asse rispetto alla ruota

6 viti M6 uniscono la ruota al bidone.

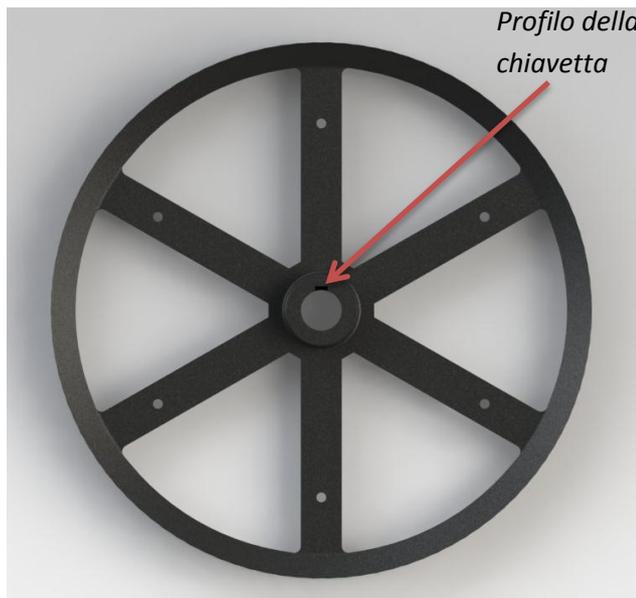


Figura 4.47: Vista in pianta della ruota strutturale



Figura 4.48: Sezione della ruota strutturale

Nelle immagini 4.48 si vede la sezione della ruota con il profilo della chiavetta di 8 x 5 x 20 standardizzata.

Di seguito un piano con le quote più rilevanti.

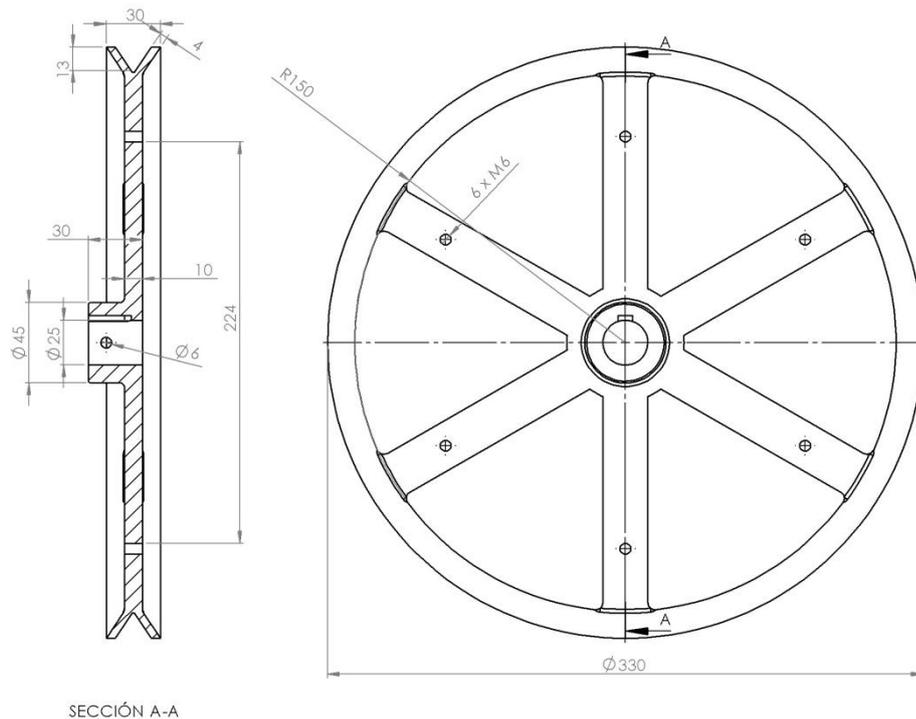


Figura 4.49: Tavole della ruota strutturale

### Asse del bidone ed ingranaggio conico

L'asse del bidone è quello che trasmette la potenza dall'ingranaggio alla ruota strutturale. Il suo diametro varia nella lunghezza per potere fissarlo in diverse posizioni. A un lato ci sono le perforazioni per la chiavetta ed il perno. A metà ci ha incastrato l'ingranaggio conico di 20 denti. Alla fine c'è fissato longitudinalmente, tramite una rondella a pressione, il cuscinetto. L'asse e l'ingranaggio sono fatti tutti i due in acciaio bonificato.

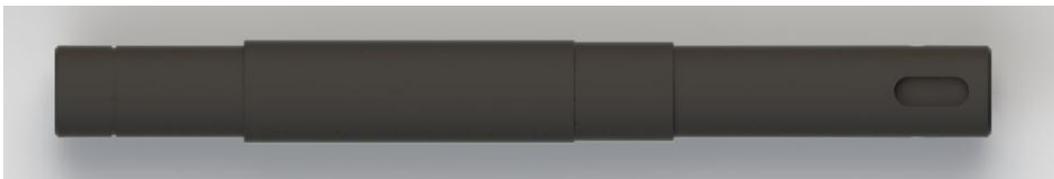


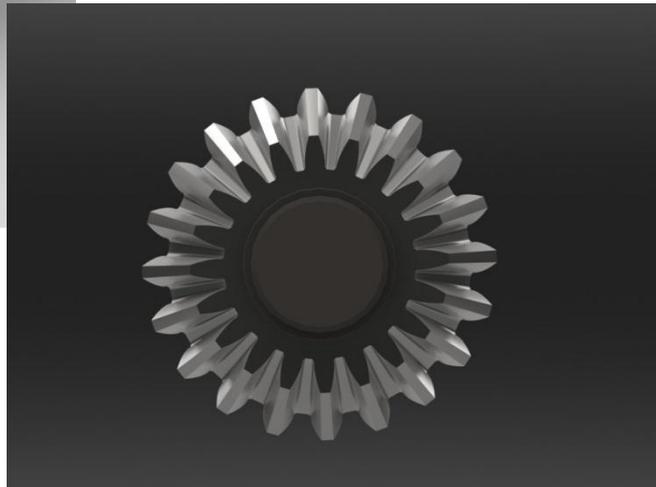
Figura 4.50: Vista in pianta del asse del bidone

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Si vede nelle immagini la variazione del diámetro dell'asse che serve a bloccare la posizione nel senso longitudinale di questo.

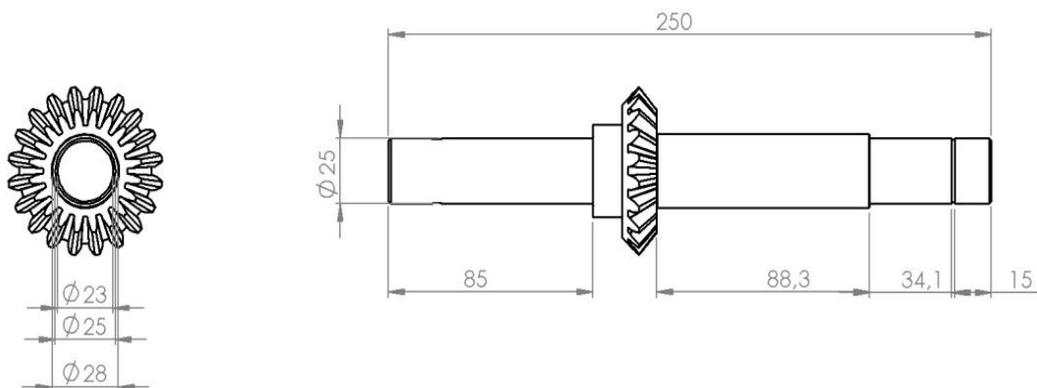


*Figura 4.51: Vista isometrica del montaggio assebidone-ingranaggio*



*Figura 4.52: Vista frontale del montaggio assebidone-ingranaggio*

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.



*Figura 4.53: Tavole del montaggio assebidone-ingranaggio conico*

### Asse di 15 mm ed ingranaggio conico

Questo asse (figura 4.54) finisce con l'incastro di un ingranaggio conico di 20 denti. Questo ingranaggio qua insieme a quello spiegato nel paragrafo anteriore hanno una relazione di trasmissione di 1. Questa trasmissione si basa soltanto in un cambiamento della direzione, non cambia ne la potenza ne la velocità. L'asse attorno di cui gira ha un diametro di 15 mm e una longitudine di 250 mm. Nell'altra estremità c'è stato inserito un perno di 4 mm per fissarlo ad una corona. Anche questo asse e questo ingranaggio sono fatti in acciaio bonificato.

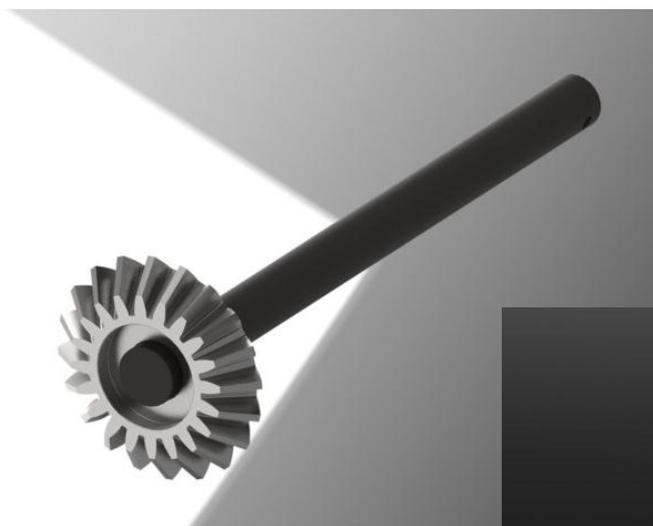


Figura 4.54: Vista isometrica del montaggio asse15mm-ingranaggio

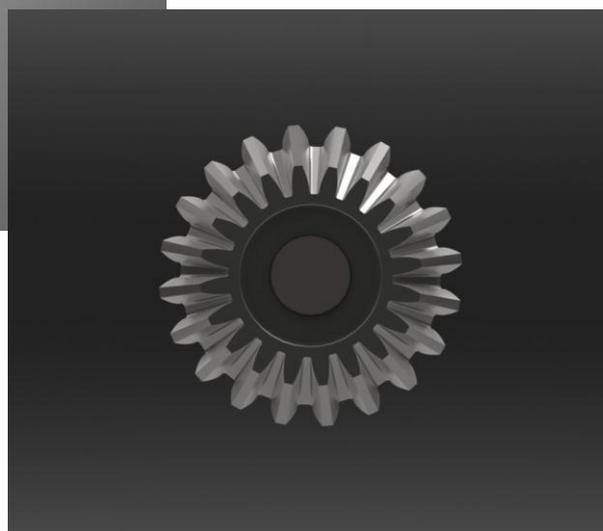


Figura 4.55: Vista frontale del montaggio asse15mm-ingranaggio

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

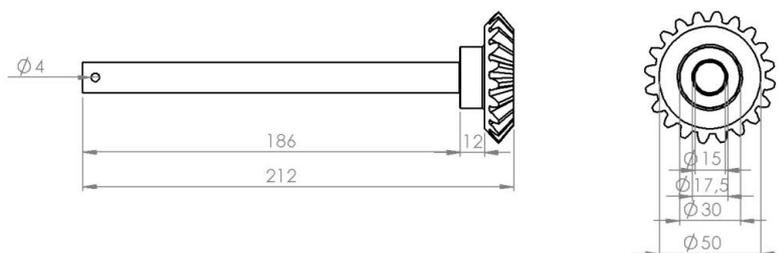
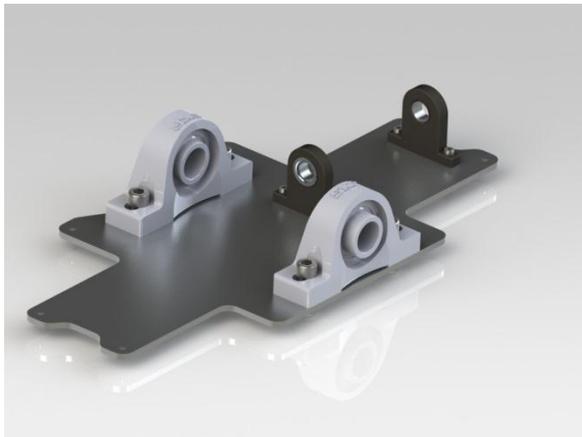


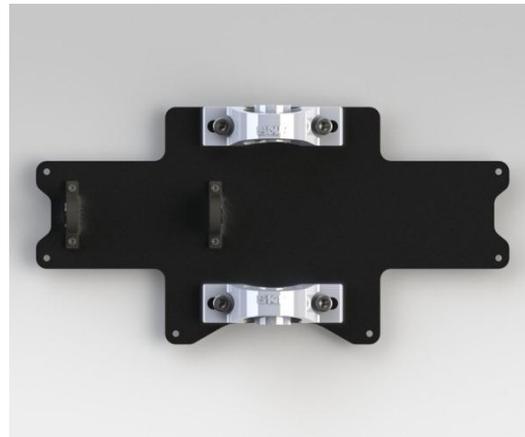
Figura 4.56: Tavole del montaggio asse15mm-ingranaggio conico

### **Piastra di appoggio**

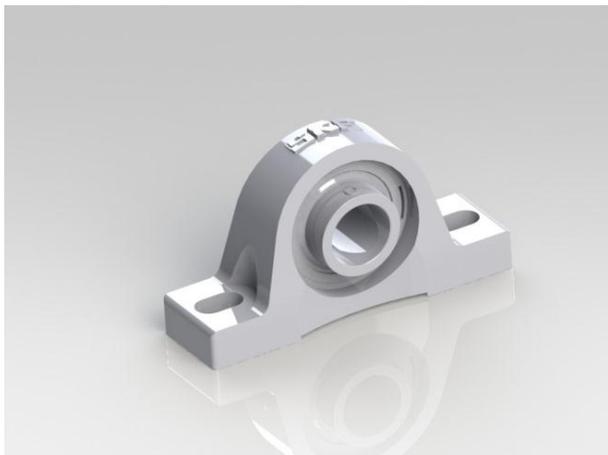
La piattaforma consiste in una piastra che tiene i cuscinetti e, in pratica, tutto il sistema di trasmissione. La piattaforma è una lamina in alluminio spessa 8 mm, con una forma inizialmente quadrata che poi è venuta modificata per farla diventare più leggera. Sopra di questa piattaforma vanno messi 2 cuscinetti standardizzati della azienda SKF con un asse di 25 mm (figura 4.59). I cuscinetti sono avvitati alla base con dei viti M10. Da un altro lato sono stati messi due supporti per bronzine di 15 mm (4.60). Questi supporti sono fatti in alluminio. Le due bronzine sono autolubrificanti con un diametro interno di 15 mm a valona (4.60). Questi supporti sono avvitati con viti M6 sulla piastra. Le bronzine sono incastrate in questi supporti. Per potere fissare la piastra ai tubi strutturali sono state fatte una serie di perforazioni per viti M6 (4.58).



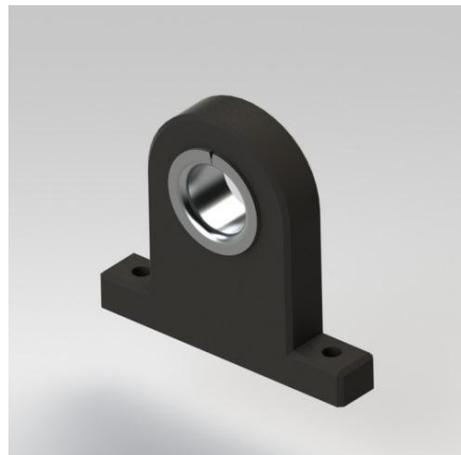
*Figura 4.57: Vista isometrica della piastra d'appoggio*



*Figura 4.58: Vista in pianta della piastra di appoggio*



*Figura 4.59: Cuscinetto di ruote di 25 mm di diametro interno*



*Figura 4.60: Supporto di appoggio della brozina*

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

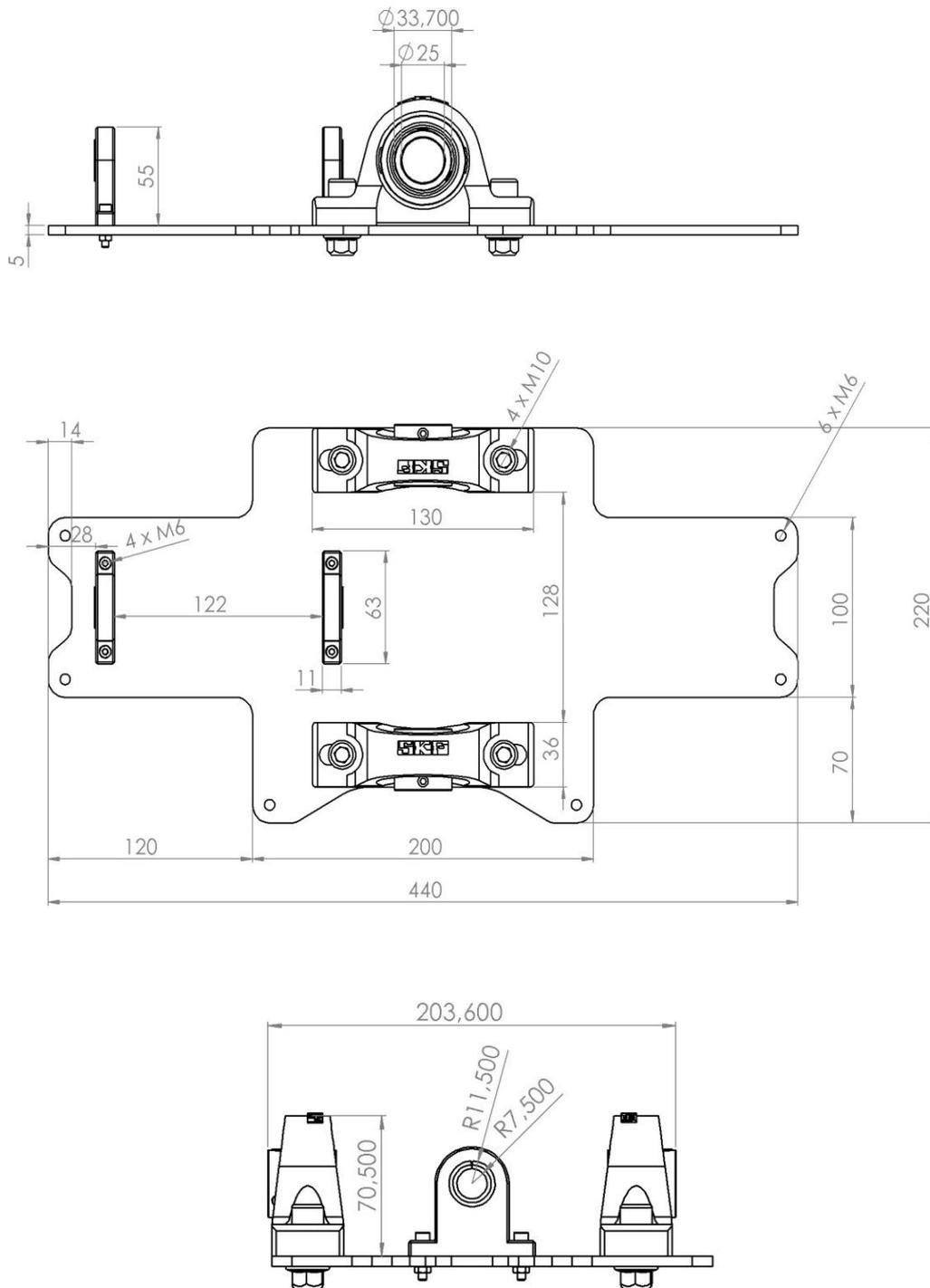


Figura 4.61: Tavole della piastra d'appoggio

### Sostegno tubulare

Il sostegno tubulare è un assieme di tubi in acciaio che permette di vascolare il bidone e di dare capacità strutturale alla betoniera. Tutti i tubi hanno un diametro di 20 mm e si attaccano tra di loro mediante dei profili che permettono di unire due tubi a 90°. Questi profili si avvitano ai tubi con viti M6. Uno dei tubi è più lungo (figura 4.64) per realizzare lo svuotamento del bidone. Nella parte centrale del sostegno si trovano due tubi curvi dove appoggiano le ruote che aiutano alla ripartizione di carichi e quindi all'attenuazione dei carichi dell'asse del bidone. Il bidone scivola sopra le ruote senza applicare eccessiva frizione. Oltre a liberare il carico dall'asse le ruote offrono rigidità al sostegno perché i tubi curvi sono uniti in 4 punti.



*Figura 4.62: Vista isometrica del sostegno tubulare*



*Figura 4.63: Vista frontale del sostegno tubulare*



*Figura 4.64: Vista in pianta del sostegno tubulare*

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

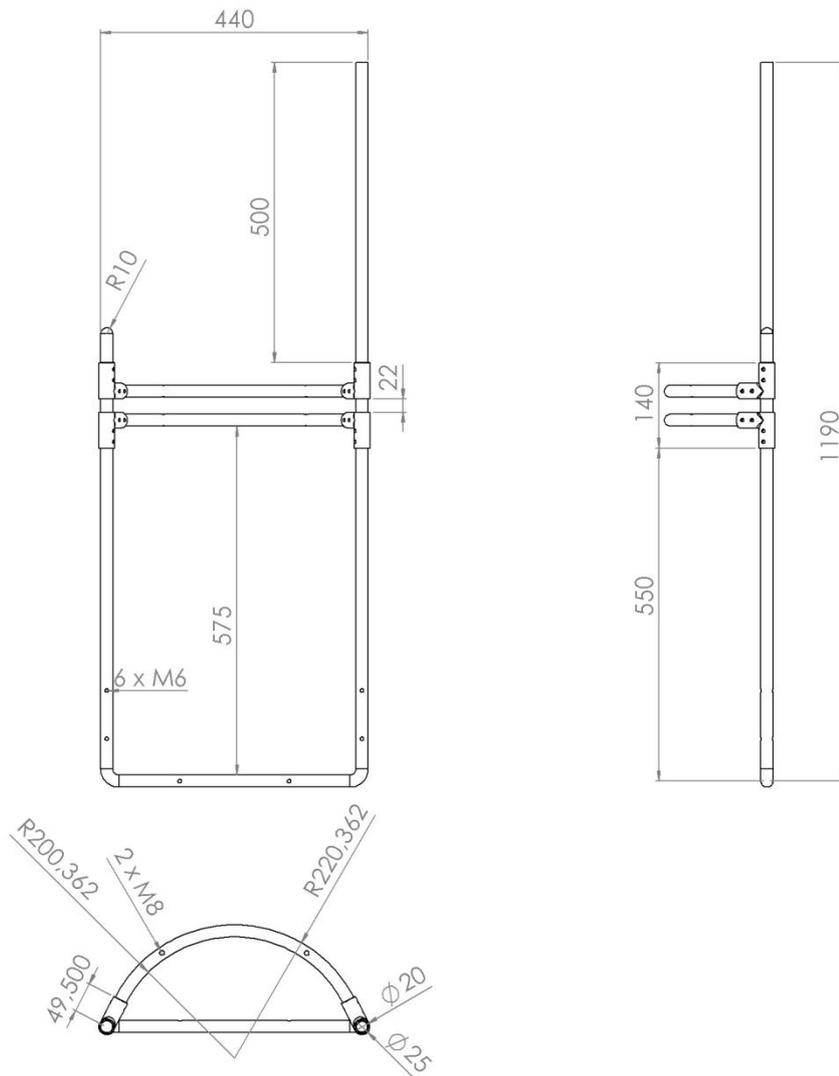


Figura 4.65: Tavole del sostegno tubulare

### Corona centrale, corona dell'asse e pignone centrale

La betoniera ha un totale di 3 ruote dentate, due corone ed un pignone. La corona dell'asse ha 34 denti ed un diametro di 122 mm. Viene fissata all'asse piccolo tramite un perno. La corona centrale è fissata al pignone. L'assieme corona centrale-pignone ha il suo centro nel centro della cerniera. La corona centrale ha 44 denti ed un

diametro di 182 mm. Il pignone ha 16 denti ed un diametro di 62 mm. Tra di loro è stato messo un pezzo (anzitutto chiamato unione pignone-corona centrale) di separazione per evitare che le catene si tocchino. All'interno dell'unione pignone-corona centrale c'è un cuscinetto di dimensioni 42 x 9 mm. La parte interna del cuscinetto è solidariamente ad un profilo fisso aganciato alla cerniera. Questo cuscinetto permette che la corona ed il pignone girino liberamente.



*Figura 4.66: Corona dell'asse*



*Figura 4.67: Corona centrale*



*Figura 4.68: Pignone centrale*



*Figura 4.69: Unione pignone-corona*

4 viti M4 uniscono la corona centrale, l'unione pignone-corona centrale ed il pignone, lasciando il cuscinetto fisso nella sua posizione.



Figura 4.70: Vista isometrica e in sezione del montaggio centrale

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

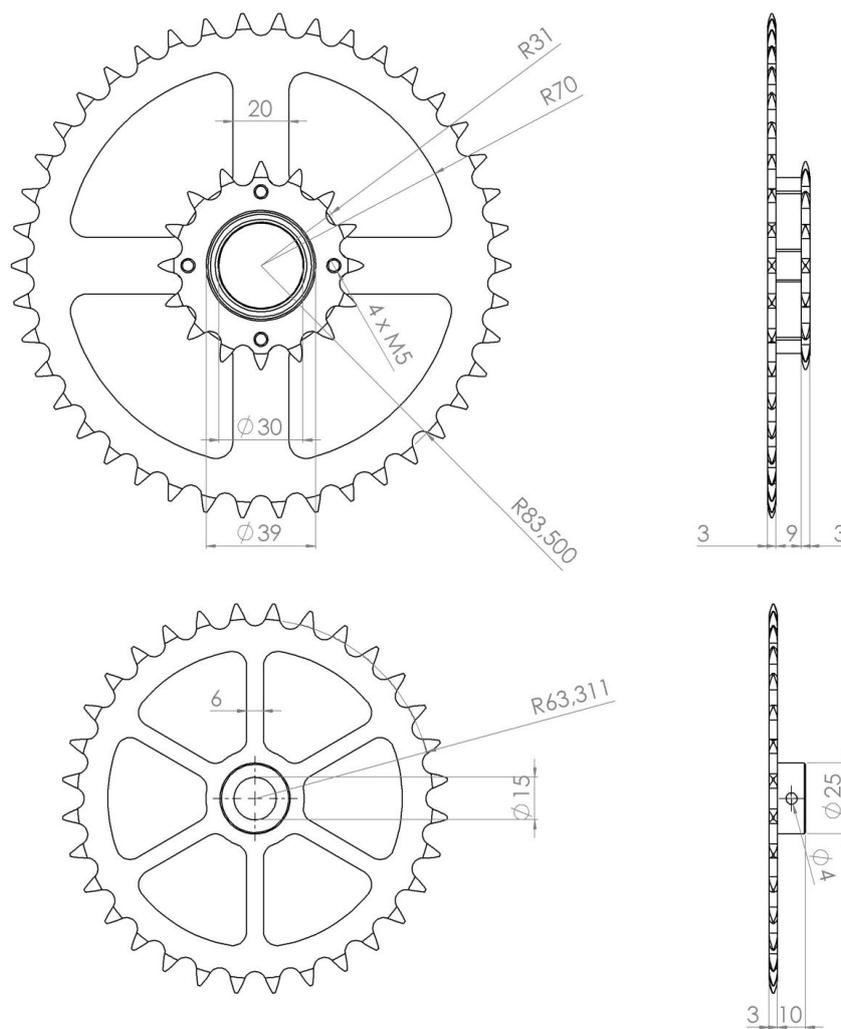


Figura 4.71: Tavole della corona centrale, corona dell'asse e pignone centrale

## Cerniere di scale ed asse centrale

Le cerniere che consentono l'apertura delle gambe della betoniera sono composte da 3 pezzi. Il pezzo che supporta le ruote dentate non fa parte delle cerniere ma si spiegherà nello stesso paragrafo dato che si tratta di un unico componente.

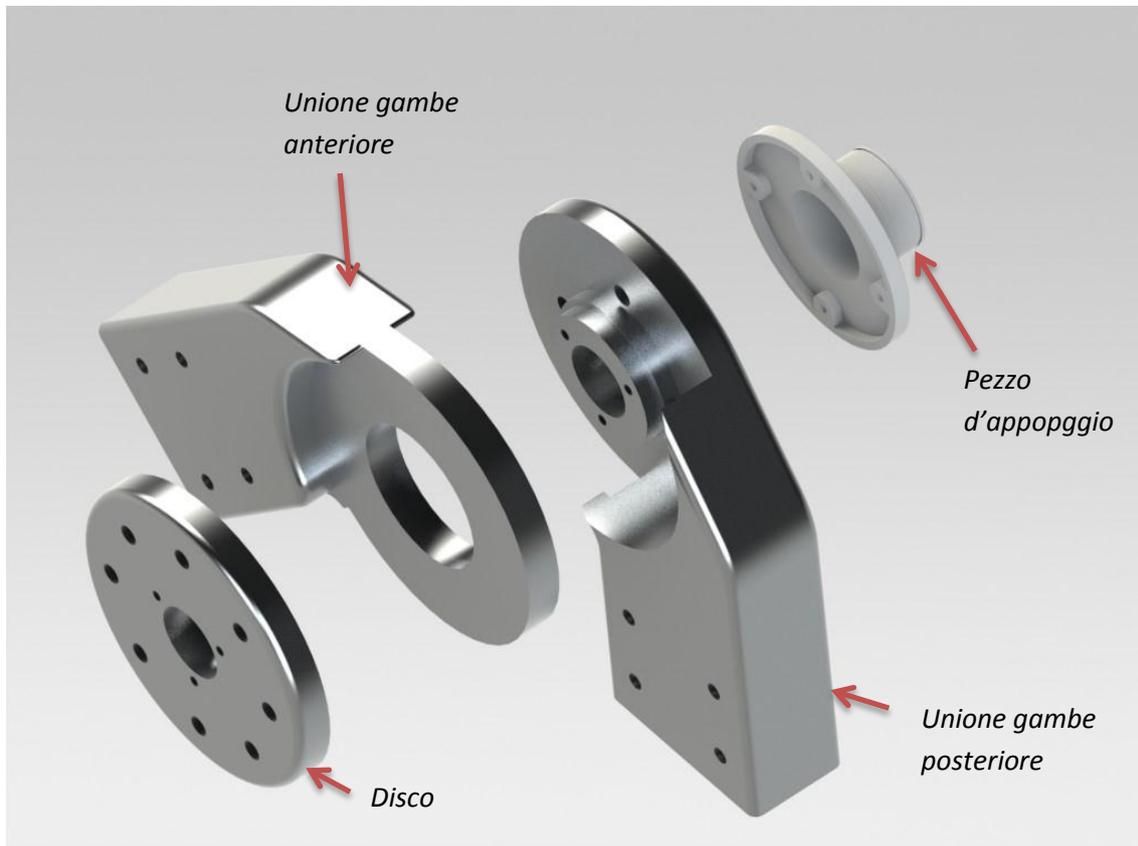
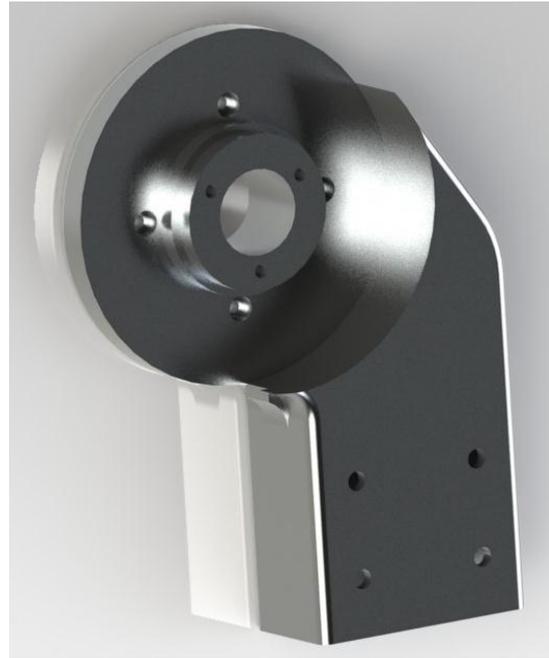


Figura 4.72: Montaggio sploso della cerniere di scale

Il primo dei pezzi (l'unione con la gamba posteriore) che compongono la cerniera è quello della figura 4.74, con 4 buchi nella parte diritta che sostengono la gamba della betoniera con viti M5. Nella parte circolare ci sono 4 perforazioni, quelle più allontanate dal centro, che servono a sostenere il disco (figura 4.75) e sono M3. I 3 viti centrali sostengono tutte e le tre parti della cerniera, avvitandosi dalla parte esterna. Quando tutti i pezzi sono messi a posto i viti vengono nascosti.



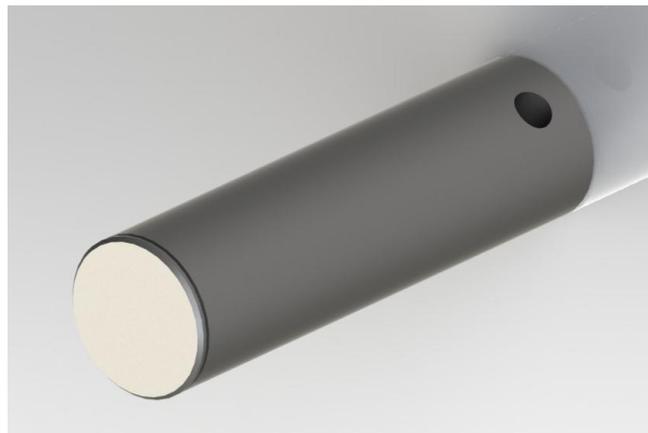
*Figura 4.73: Unione con la gamba anteriore*



*Figura 4.74: Unione con la gamba posteriore*



*Figura 4.75: Disco della cerniera di scala*



*Figura 4.76: Asse centrale*

L'unione con la gamba anteriore, messa in mezzo all'unione con la gamba posteriore ed il disco, ha praticamente la stessa forma che il pezzo spiegato prima. Le 4 perforazioni che si trovano nella parte diritta servono a collegare il pezzo con la gamba della betoniera. Per fare l'unione con la parte posteriore della cerniera e con il disco, invece che farlo con dei viti che bloccherebbero il movimento, si agranda la parte centrale e ci si incastrano entrambi i due pezzi che lo catturano. In questo modo il movimento rotazionale è sempre permesso.

Il disco attua come chiusura del sistema (figura 4.75). Il disco ha sempre le 4 perforazioni M4 che uniscono l'insieme e, nella parte esterna, ha 8 buchi che consentono il bloccaggio dell'insieme vascolare.



*Figura 4.77: Pezzo d'appoggio*

Per ultimo c'è il pezzo dove appoggia tutto l'insieme delle ruote dentate. Questo appoggio ha 4 perforazioni M3 che lo fissano alla cerniera.

L'asse che traversa le cerniere, e che ci si appoggia mediante una bronzina che permette il suo giro, è quello che permette la rotazione vascolare del bidone. Questo asse si avvita al sostegno tubulare mediante una unione triple. Ha un diametro di 20 mm ed una lunghezza di 70 mm.

Come si vede tutto l'insieme permette il movimento del pezzo centrale rispetto dagli altri due.

Oltre ai pezzi spiegati si mette una bronzina di frizione nel centro di tutti i tre pezzi. Questa bronzina è in contatto solo con i due pezzi esteriori, cioè il disco e l'unione con la gamba posteriore.



*Figura 4.78: Montaggio cerniera di scala e insieme ruote dentate – vista anteriore*



*Figura 4.79: Montaggio cerniera di scala e insieme ruote dentate – vista posteriore*



*Figura 4.80: Montaggio cerniera di scala e insieme ruote dentate con le gambe chiuse*

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

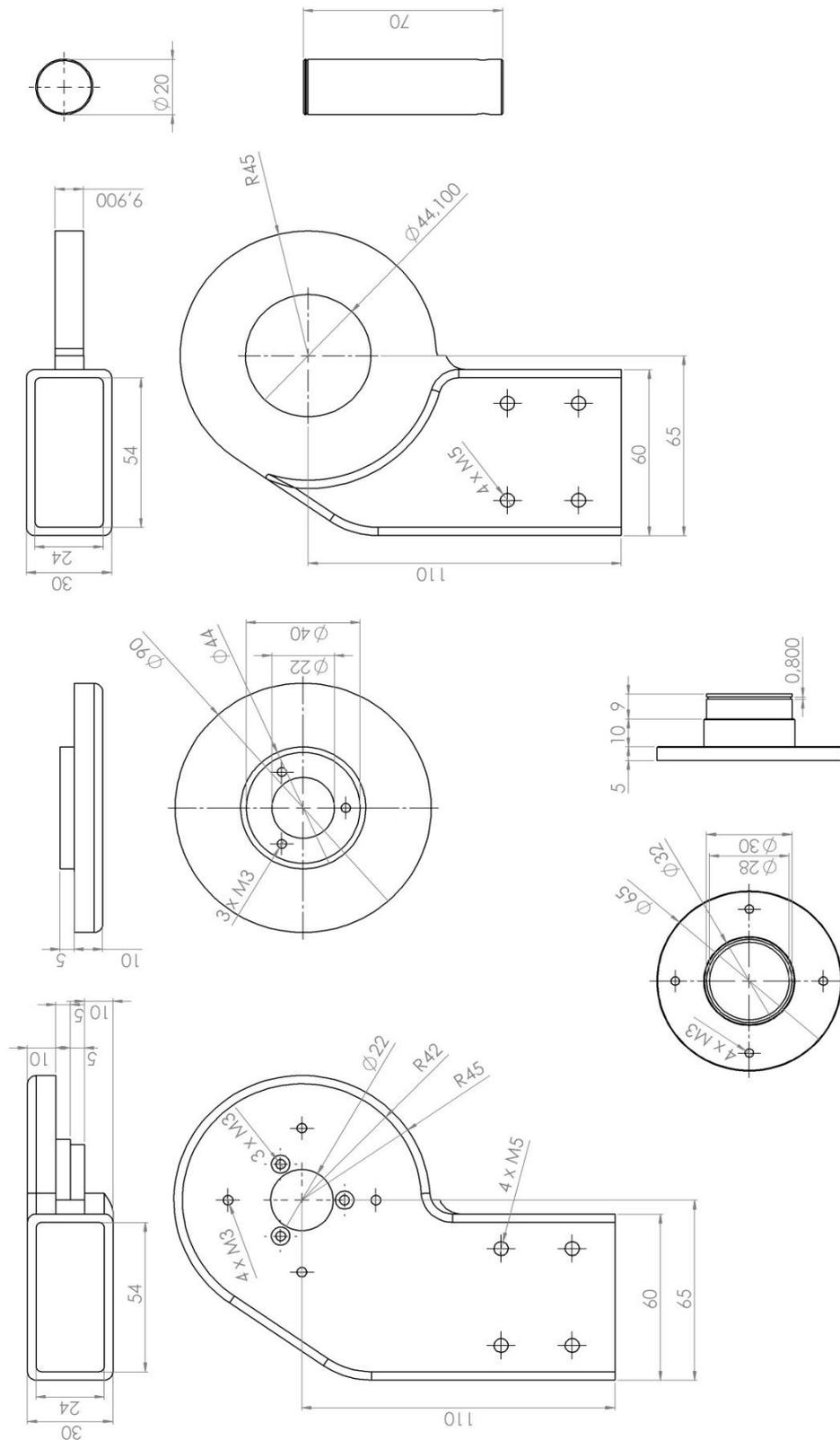
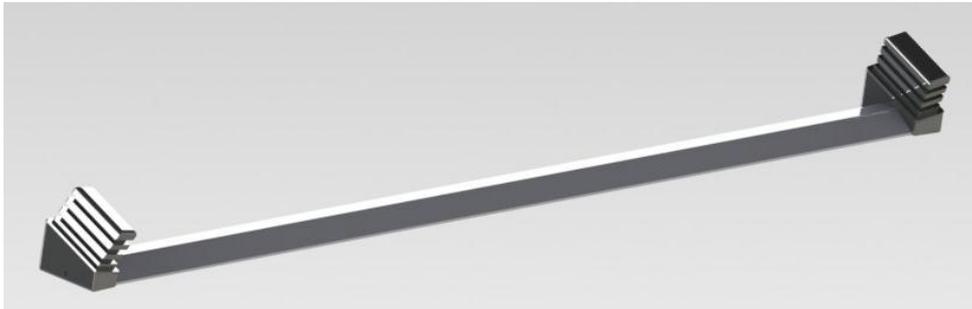


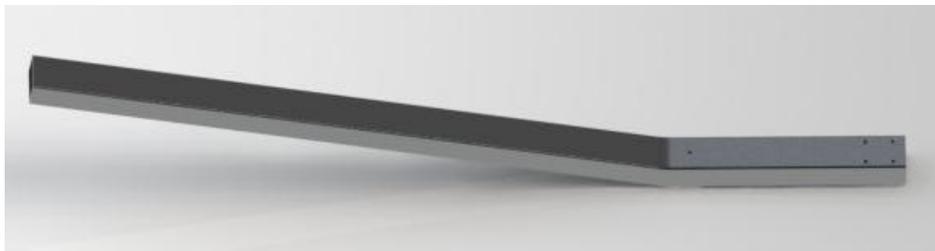
Figura 4.81: Tavole delle cerniere di scale,asse centrale e pezzo di appoggio

## Gambe anteriori

Le gambe anteriori della betoniera sono simetriche. Ognuna è un profilato quadrato vuoto in alluminio. Sono state piegate verso fuori per incrementare la stabilità della betoniera. Nella parte alta ci sono le 4 perforazioni per l'avvitamento alle cerniere. Nella parte bassa c'è una protezione in gomma. Un profilato in V unisce le protezioni in gomma di tutte e le due gambe. Il profilato serve a dare rigidità ma, mettendolo a livello del suolo, si riesce anche a far passare il carretto fino ad appena sotto il bidone per un migliore svuotamento.



*Figura 4.82: Profilato in V*



*Figura 4.83: Gambe anteriore*



*Figura 4.84: Profilato in V –  
vista di soto*

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

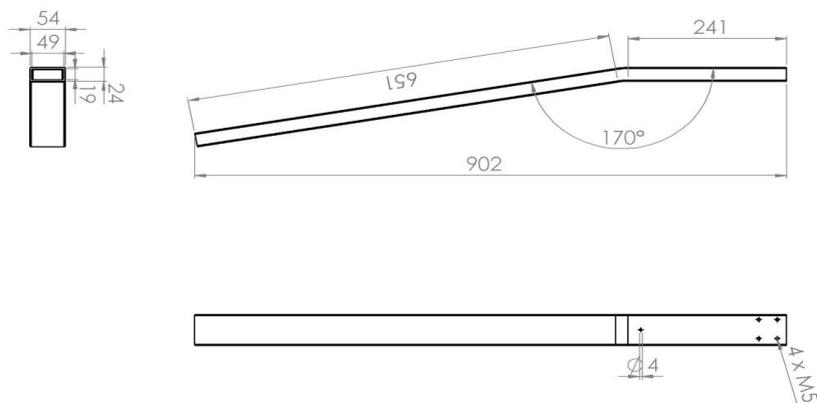
La unione di questo profilato ad ogni gamba è fatta da un solo punto, ciò che permette la rotazione del pezzo in modo che, dependendo delle condizioni del terreno, la betoniera si attacchi meglio al suolo.



*Figura 4.85: Montaggio delle due gambe anteriori*

Montaggio delle due gambe anteriori con il profilato in V messo a posto (figura 4.85).

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.



*Figura 4.86: Tavole delle gambe anteriori*

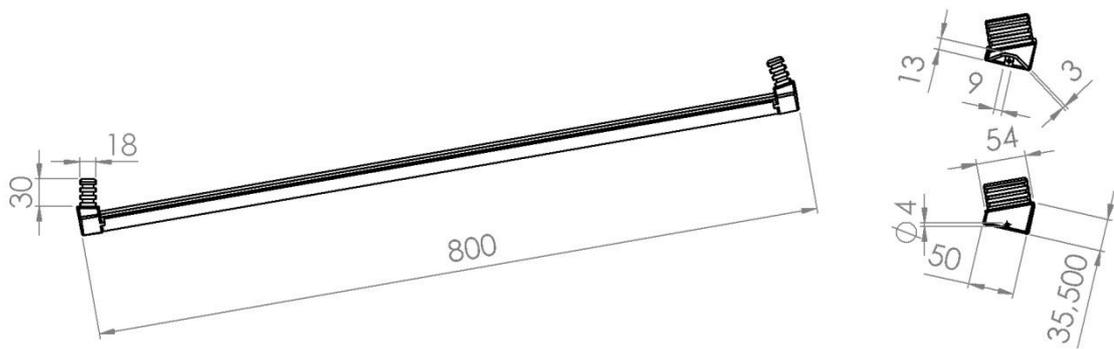


Figura 4.86: Tavole del profilato in V

### Gambe posteriori

Le due gambe posteriori sono dei profilati retangolari in alluminio uniti tramite una sbarra messa trasversalmente a mezza altezza. Questa sbarra dà rigidità e impedisce che, in caso il sistema di bloccaggio non funzionasse, la rotazione incontrollata del bidone.

Nella parte più alta ci sono sempre 4 perforazioni per i 4 viti con cui si fissano le gambe alla cerniera. Per la fissazione della sbarra trasversale si trovano anche 4 perforazioni M4. Tra le due fissazioni suddette c'è un ultimo vite per attaccare il pezzo che limita l'apertura di 45°.

La sbarra trasversale è un profilato in L e si attacca alle gambe mediante squadre e viti.



Figura 4.87: Gamba posteriore, sbarra trasversale e squadra

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

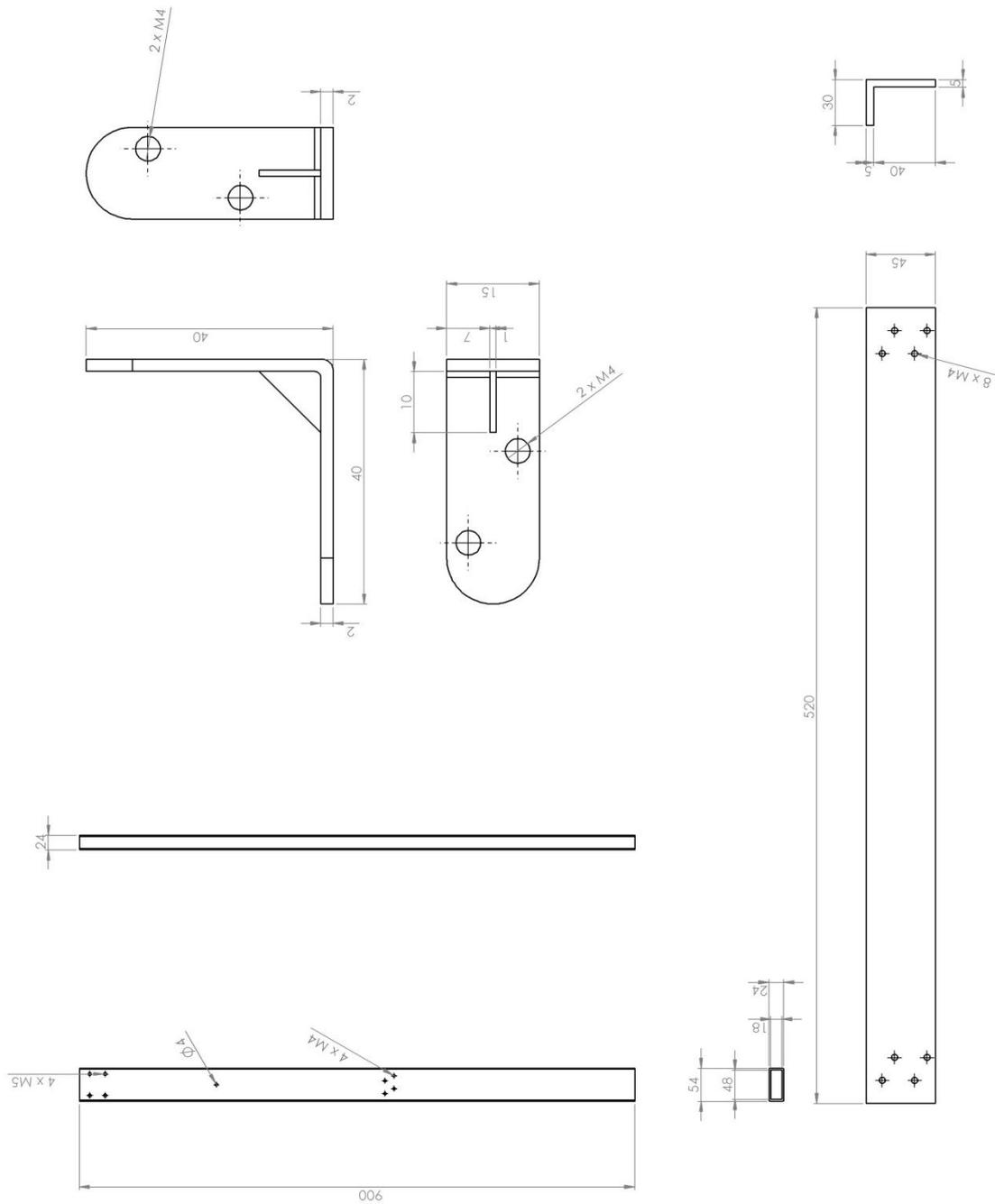
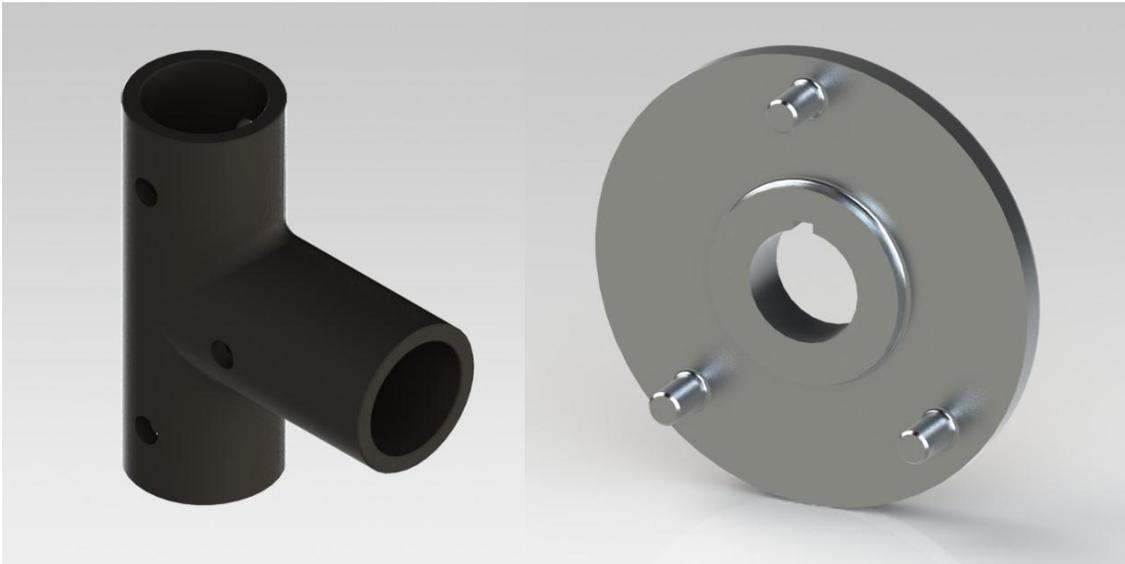


Figura 4.88: Tavole della gamba posteriore, sbarra trasversale e squadra

### **Unione triple e sistema di bloccaggio**

Il pezzo che permette l'unione dei tubi a 90° (figura 4.89) consiste in un pezzo prefabbricato con dimensioni standardizzate.

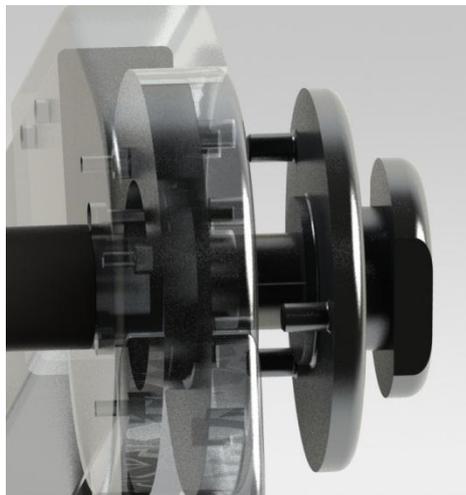
Il sistema di bloccaggio (4.91) si compone da due pezzi. Il pezzo che blocca ed il vite che apressa. Il pezzo che blocca consiste in un pezzo rotondo con 3 maschi che viene introdotto nelle cerniere mediante 8 femmine. Questo pezzo ha una chiavetta che lo forza a muoversi soltanto nel senso longitudinale dell'asse.



*Figura 4.89: Unione dei tubi*

*Figura 4.90: Pezzo di bloccaggio*

Nell'immagine si vede l'assieme.



*Figura 4.91: Sistema di bloccaggio*

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

Di seguito il piano con le quote più rilevanti.

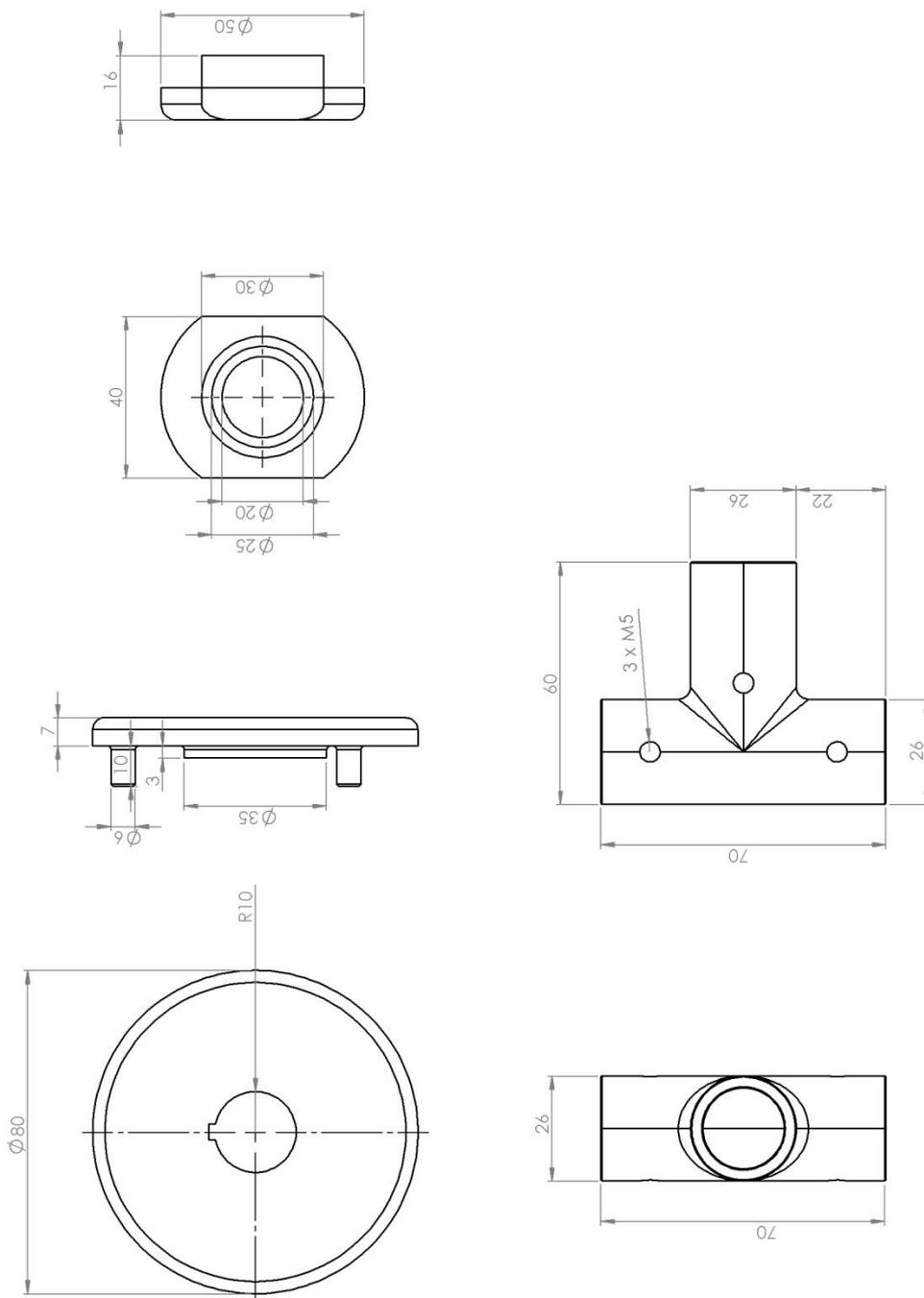


Figura 4.92: Tavole del pezzo di bloccaggio e unione dei tubi

### 4.3.3. Verifica delle modifiche realizzate

Per concludere il paragrafo si verifica che la betoniera soddisfaccia tutte le condizioni iniziale e anche quelle imposte dalle modifiche del primo prototipo.

- Le gambe anteriori sono divaricate con lo scopo di offrire più stabilità alla betoniera.
- Il bidone è stato modificato per uno più grande, sempre con delle dimensioni standardizzate.
- È stato disegnato un modello base a cui possono essere aggiunti diversi azionatori.
- Offre la possibilità di chiusura delle gambe per un migliore spostamento e una minore perdita di spazio quando non si sta usando.
- Grazie all'abassamento del profilato in V che unisce le gambe anteriori il carretto può entrare fino ad appena sotto il bidone per un migliore svuotamento.
- Si è alleggerito il carico nell'asse del bidone grazie all'aggiunta di due ruote che partecipano nella ripartizione di carichi.

## 4.4. Sistemi d'azionamento

In questo paragrafo si parlerà dei due tipi di azionamento per cui è stata disegnata la betoniera:

- azionamento tramite pedali
- azionamento tramite leva

Il motivo per cui non si è ancora parlato degli azionamenti è perchè tutti i due possono essere aggiunti senza implicare delle modifiche nella betoniera.

Alla fine del paragrafo ci sono i calcoli delle forze necessarie per attivare la betoniera in ognuno dei casi.

### 4.4.1 Azzionamento tramite pedali

Questo sistema consiste a fare girare il bidone con la forza delle gambe della persona.

Sono stati studiati diversi modi di aggiungere un sistema di pedali che sia efficace, sicuro e comodo. Il sistema deve essere facile e veloce a montare e smontare dato che la persona che lo userà non deve per forza avere esperienza nell'uso di queste machine. Non deve avere un complicato sistema di montaggio perchè se si rompe o rovina qualche pezzo questo deve essere facile da risistemare.

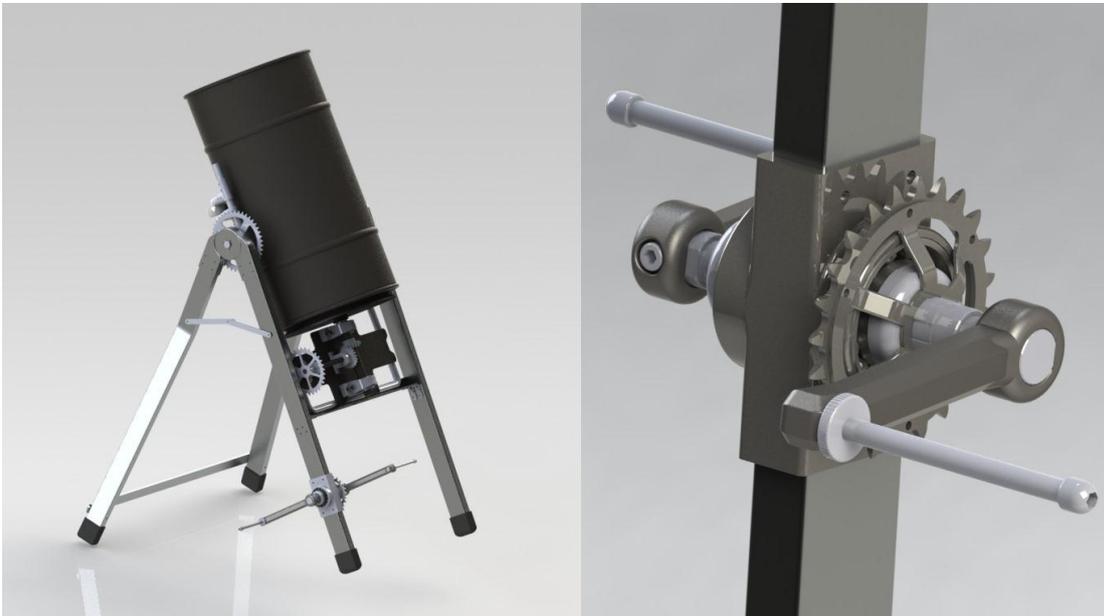
Di seguito un elenco delle soluzioni trovate durante il tempo di studio.

### 4.4.1.1. Primo disegno

Questo disegno aveva le stesse base che il prototipo. Consisteva nell'aggiunta di pedali nella parte inferiore di una delle gambe posteriori.

Il pezzo che serve a fare il collegamento deve essere disegnato e fabbricato separatamente perchè non è in vendita. Il sistema di pedali, invece, si deve comprare o estrarre da una bicicletta, ciò che implica un aumento del costo.

Per la trasmissione c'è bisogno di una catena lunga 1,9 metri che si agganci alla corona centrale.



*Figura 4.93: Vista isometrica della betoniera e il sistema di azionamento del primo disegno*

*Figura 4.94: Vista di dettaglio dei pedali*

In questo disegno non c'è un sistema di tensionamento della catena, quindi per fare così che la catena sia tesa si deve mettere prima questa e poi avvitare il pezzo di appoggio alla sbarra.

Per quanto riguarda alla posizione del operaio, la posizione non è ottima dato che i pedali sono troppo vicini al suolo ed i piedi possono toccare terra. L'operaio non sarebbe comodo ed il movimento di rotazione della betoniera non sarebbe costante. Un altro problema è il fatto che il lavoro si realizzerrebbe seduto su una sedia e la forza delle

## Disegno di una betoniera ad azionamento manuale

---

gambe scaricherebbe direttamente sulla betoniera, ciò che non è buono perchè questa potrebbe spostarsi e perdere la stabilità.

Il punto positivo è che bisogna aggiungere soltanto una catena in più e quindi la perdita di potenza nelle trasmissioni sarebbe minima.

Per concludere, si può dire che non è una buona soluzione dovuto alla posizione dei pedali e dell'operaio perchè non permettono realizzare un buon lavoro.

### 4.4.1.2. Secondo disegno



*Figura 4.95: Vista isometrica della betoniera con il sistema del secondo disegno*

Questo disegno prende una bicicletta e la unisce alla betoniera mediante un attacco.

La bicicletta si attacca alla betoniera ad una altezza delle gambe media. La altezza è regolabile, ciò che aiuta, tra altre cose, a tensionare la catena. Della bicicletta

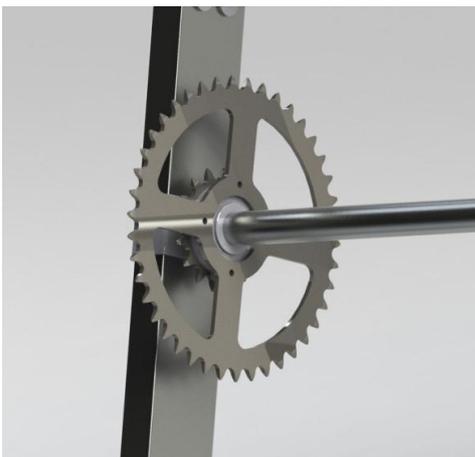
vengono usati il telaio, la sedia e i pedali. In questo modo si usa solo un oggetto che si può comprare o riusare facilmente. Non ci vuole nessun saldatore perchè i pezzi che sono tolti o aggiunti vanno tutti avvitati.

Bisogna fabbricare due pezzi.

- Da un lato l'attaccamento della bicicletta alla betoniera. Questo pezzo usa lo spazio che ha lasciato la forcella per fissare la bicicletta. Datto che la bicicletta mantiene parte della sua ergonomia la posizione di pedalaggio per l'operaio e molto più comoda. La ruota posteriore è stata modificata da un supporto che stabilizza la bicicletta.
- Si aggiunge una ruota dentata simile a quella del primo disegno ma più semplice perchè questa volta non deve supportare tutto il carico delle gambe dell'operaio.

Il sistema ha due ulteriori catene, ciò che da un totale di 3 per tutto l'insieme. Questo implica una più grande perdita di potenza nella trasmissione. La catena più lunga fa 1,76 metri ed il tensionamento si realizza mettendo prima la catena ed avvitando dopo l'insieme della ruota dentata. Nel caso dell'altra catena, questa viene tensionata dopo l'attaccamento della bicicletta. È lunga 1,3 metri.

La relazione di trasmissione di tutto il sistema è di 1 a 6. La velocità finale è 6 volte inferiore a quella che viene applicata ma la coppia finale è 6 volte più grande.



*Figura 4.96: Vista di dettaglio della corona*



*Figura 4.97: Vista di dettaglio dell'attaccamento bicicletta-betoniera*

Questa soluzione è migliore rispetto all'altra perchè la posizione dell'operaio è molto più comoda ed il lavoro non sarà così faticoso, oltre a non fare ricadere il peso dell'operaio al di sopra della betoniera ma sulla bicicletta.

Invece, il sistema della ruota dentata è sempre lo stesso che prima ma più semplificato. Ci vogliono più catene, diminuisce la potenza e si dovrà disegnare il pezzo d'attaccamento della bicicletta alla betoniera ed il pezzo di sostegno della ruota dentata, ciò che implicherà un sovracosto.

Un altro argomento importante è la inerzia della betoniera. Siccome il sistema di trasmissione è continuo e non si ha pensato ad un sistema di ruota libera, nel caso in cui l'operaio voglia fermarci per riposare dovrà fermare la fabbricazione dell'impasto.



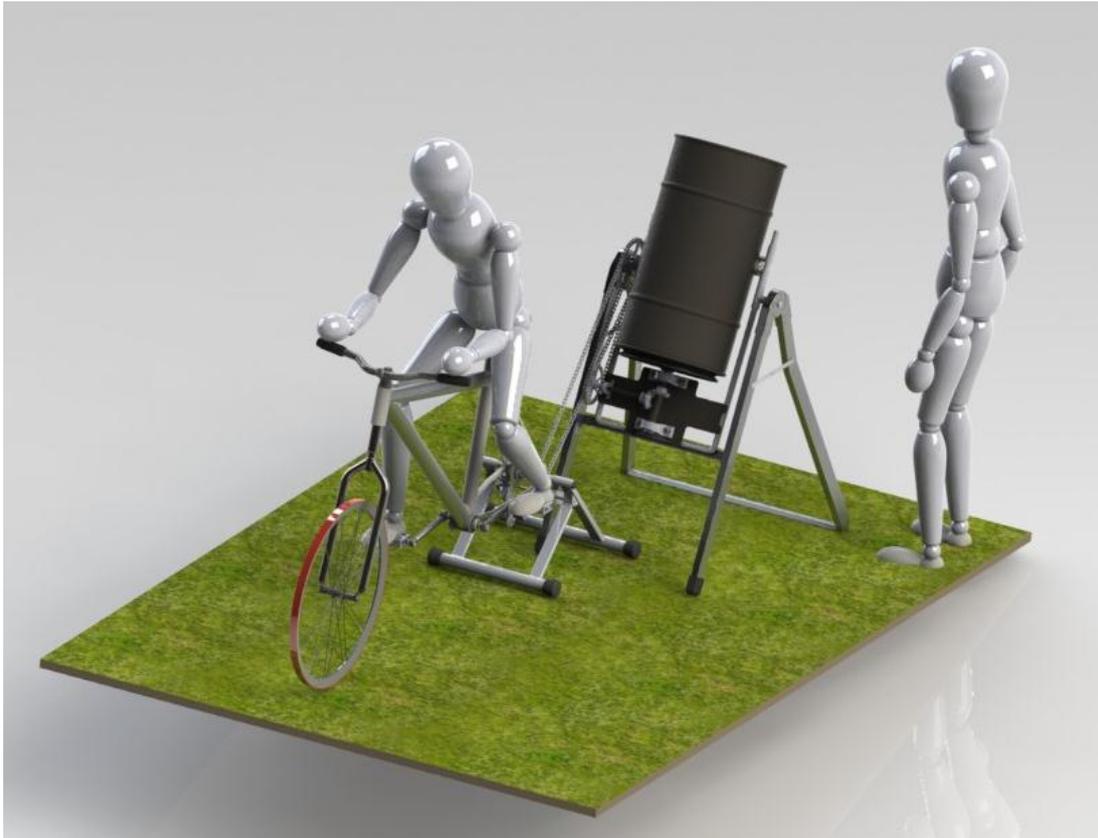
*Figura 4.98: Prospetto frontale del sistema*



*Figura 4.99: Prospetto posteriore del sistema*

Per concludere, questo sistema offre delle migliori in quanto riguarda l'operaio perchè si conserva l'ergonomia della bicicletta classica, invece per quanto riguarda a costo, numero di pezzi speciali che ci vogliono, perdita di potenza trasmessa, ecc., non offre la qualità che si cerca.

#### 4.4.1.3. Disegno definitivo



*Figura 4.100: Vista isometrica di tutto il assieme del disegno finale*

Il disegno definitivo si basa nell'idea del secondo disegno. Si è deciso di girare la bicicletta 180° ed attaccarla dalla ruota posteriore. Questo posizionamento permette di usare più efficacemente i componenti della bicicletta, come quello della ruota libera. Siccome ora l'unione si fa dalla parte posteriore, non è necessaria l'aggiunta di un sistema di catene complementario. La propria catena della bicicletta soluziona il problema esposto prima. Oltre a tutto questo si può anche usare il sistema di cambio d'ingranaggio che c'è incorporato nella bicicletta.

Di seguito si spiegano tutti questi miglioramenti in modo più dettagliato.

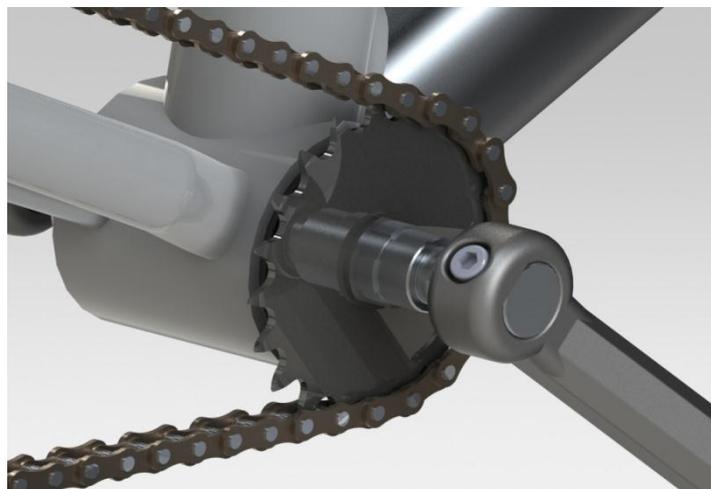
##### **4.4.1.3.1. Trasmissione di potenza**

La trasmissione della potenza ha inizio nell'azionante, in questo caso è l'operario. Questo qua, seduto sulla bicicletta, trasmette la forza delle sue gambe ai pedali.



*Figura 4.101: Trasmissione di potenza del disegno finale*

I pedali, nella bicicletta originale, sono fissati ad un insieme di piatti. Nel progetto l'insieme è stato modificato per un solo pignone. Il cambio è dovuto al fatto che in una bicicletta normale la trasmissione che c'è dal piatto al pignone serve ad aumentare la velocità e ridurre la coppia. Per la betoniera si cerca l'effetto contrario, una coppia più alta e quindi una velocità più bassa.



*Figura 4.102: Vista di dettaglio del pignone dei pedali*

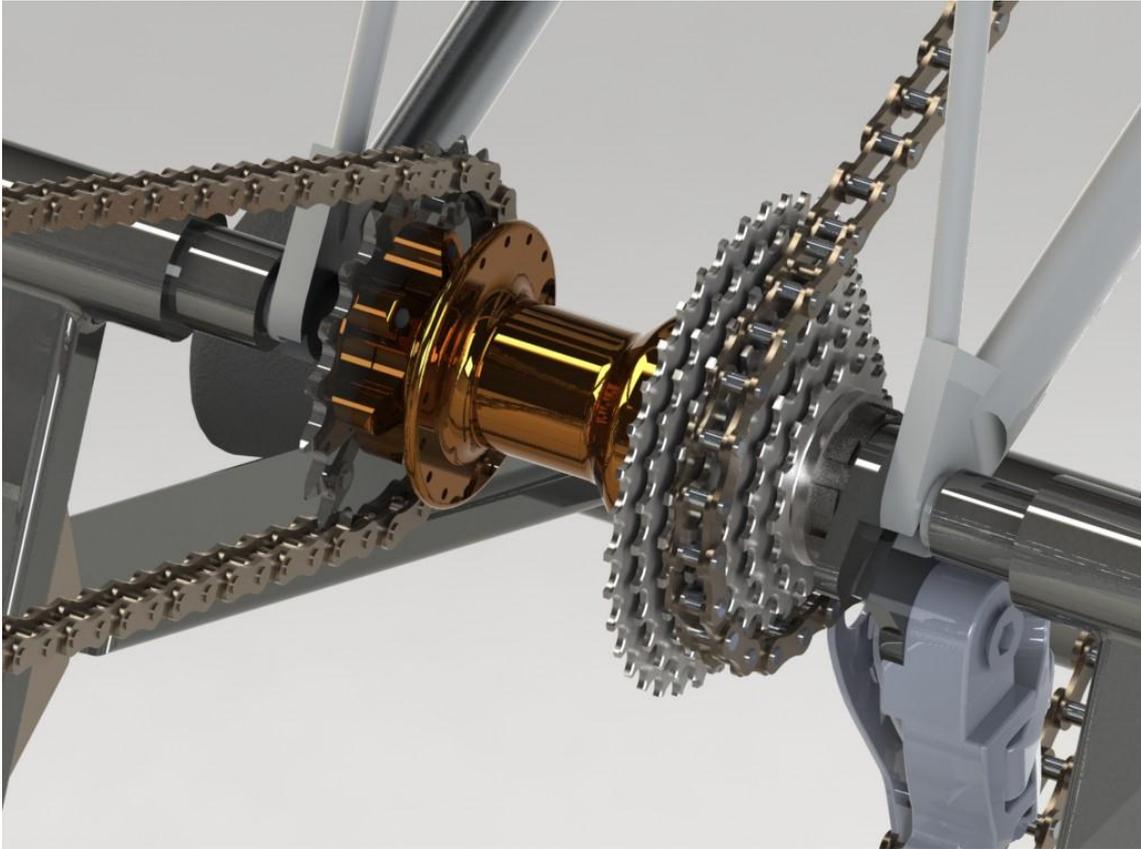
La potenza è trasmessa tramite la catena della bicicletta. Siccome l'insieme piatto-pignone è stato ridotto ad uno più piccolo la catena rischia di non essere tesa. Quello non è un problema perchè poi verrà tessata con il sistema convenzionale che usano le biciclette. La potenza arriva al mozzo della ruota posteriore della bicicletta.



*Figura 4.103: Vista di dettaglio del mozzo posteriore della bicicletta con il sistema di ruota libera*

Una ruota dentata fissa al mozzo trasmette la potenza fino alla corona centrale. Di qua in avanti il processo è quello che è stato spiegato anteriormente.

Grazie alla relazione di trasmissione che c'è tra le corone ed i pignoni la potenza trasmessa totale è 4 volte più alta, anchese varia dipendendo della marcia che stia messa in quel determinato momento.



*Figura 4.104: Vista di dettaglio del mozzo posteriore della bicicletta con il sistema di ruota libera*

#### **4.4.1.3.2. Attaccamento alla betoniera**

L'attaccamento della bicicletta alla betoniera si fa tramite il sostegno della bicicletta. Questo attacco non richiede la collaborazione di più d'un operaio. Il pezzo di attacco (figura 4.105) è agganciato ad un tubo oltre ad essere fissato al sostegno. L'unione del pezzo con il tubo permette la rotazione intorno a questo, e viene fissato da un aggancio quando si trova nella posizione giusta. Quando il pezzo è in questa posizione viene fissato da due viti passanti che bloccano il movimento. Così la betoniera rimane bloccata rispetto dalla bicicletta.



*Figura 4.105: Vista di dettaglio del sistema d'attacco bloccato*

Per staccarle (bicicletta e betoniera) basta una operazione molto semplice. Si svitano i viti di bloccaggio, si toglie il bloccaggio longitudinale del tubo e si ritira il sostegno.



*Figura 4.106: Vista di dettaglio del sistema d'attacco sbloccato*

#### 4.4.1.3.3. Disegno dei componenti e soluzioni meccaniche

In questo paragrafo sono spiegati ognuno dei componenti in modo dettagliato.

##### **Bicicletta**

Tra tutte le idee che sono venute fuori nel processo progettuale per dare soluzione al problema del pedalaggio, quella che ha dato migliori risultati è stata la bicicletta. Di seguito l'elenco di alcuni vantaggi di questa soluzione.

- È un apparecchio che si trova .
- Offre autonomia strutturale per quanto riguarda il peso dell'operaio.
- In molti casi ce ha aggiunto il sistema di ruota libera
- È uno dei modi più comodi di pedalare

Quindi l'uso della bicicletta risolve abbastanza bene problemi di comodità e di struttura.

Nel progetto è stata usata una bicicletta standard con cambio di marcie e dispositivo di ruota libera.

Il dispositivo di ruota libera è un sistema che si trova nel mozzo e che permette di pedalare in una direzione ma non nell'altra. Consiste in due ruote, una delle qualle ha diverse scanalature con forma di rampa, dove sono introdotti una serie di cilindri e molle. Quando la ruota guida gira, trascina con se l'altra ruota, dato che i cilindri si attaccano l'uno a l'altro facendole diventare solidarie. Se invece la ruota interna prende più velocità che la ruota guida i cilindri sono spostati verso la parte più larga della scanalatura, facendo girare liberamente entrambe ruote.

Se per caso l'operaio dovesse smettere di pedalare a causa della fatica, questo sistema garantisce che la betoniera continui in funzionamento. Per quanto riguarda alla sicurezza, la inerzia che prende la betoniera potrebbe essere un pericolo per l'operaio. Con il sistema di ruota libera l'operaio può togliere i piedi dai pedali senza che la betoniera smetti di girare.

Uno svantaggio invece è l'impossibilità di fermare la betoniera subito con l'aiuto dei pedali. Comunque ci sono sempre più vantaggi che svantaggi.

Come è già stato detto il sistema della ruota libera si trova dentro dell' mozzo. Questo mozzo è stato modificato per offrire una soluzione meccanica al sistema.

- Nel caso di avere una bicicletta intera e non potere comprare un mozzo bisogna estrarre i raggi della ruota posteriore così come il cerchione e la gomma. Una volta il mozzo è isolato si attacca la ruota dentata nel posto del freno di disco e, se non fosse possibile, lì dove c'era l'unione dei raggi.
- Nel caso di potere comprare il mozzo, si attacca la ruota dentata nel posto del freno di disco e, se non fosse possibile, lì dove c'era l'unione dei raggi.

### Sostegno

Il sostegno dove appoggia l'asse posteriore della bicicletta si può comprare, e viene con un dispositivo di misura della velocità, la distanza, la resistenza offerta, ecc. Siccome per il disegno c'è soltanto bisogno del sostegno, questo può comprarsi e togliere il dispositivo o semplicemente fabbricarlo uno, ciò che non comporterebbe un gran costo.

Questo sostegno consiste in due pezzi uniti con delle cerniere. Entrambi i pezzi sono fatti con dei profilati tubulari saldati. Quando sono aperti a 90° l'asse posteriore raggiunge l'atezza necessaria perchè la ruota posteriore della bicicletta non tocchi terra. Un insieme di viti permette fissare l'asse al sostegno bloccando il suo movimento.



*Figura 4.107: Sostegno della bicicletta aperto e piegato*

Il sostegno può essere piegato per facilitare il suo spostamento e per liberare spazio.

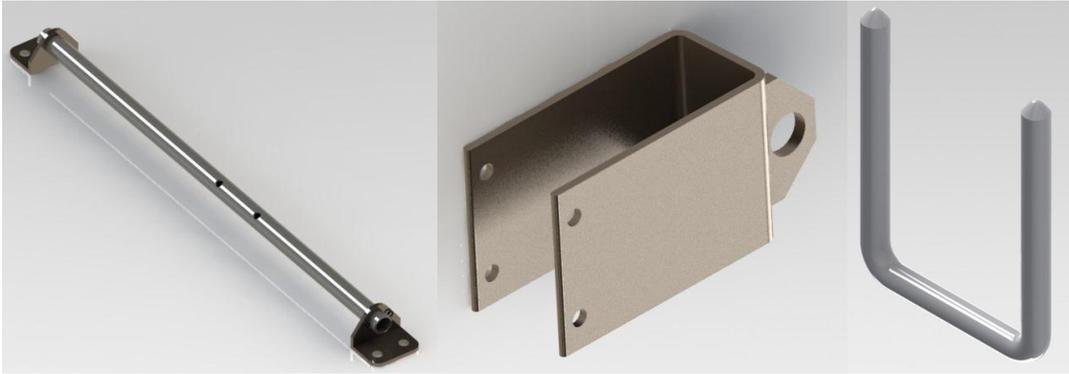
### **Sistema di attacco**

Il sistema di attacco è fatto da 3 parti. Il tubo con le squadre fisso al sostegno, il pezzo di attacco e l'aggancio di bloccaggio.



*Figura 4.108: Sistema di attacco*

Il tubo va fissato al sostegno tramite le squadre. Le squadre consentono la rotazione del tubo ma non la sua traslazione perchè ci sono due pezzi che, ognuno ad ogni estremo, bloccano questo movimento. Il tubo viene perforato in due punti specifici per fare l'allineazione della bicicletta con la betoniera. Queste due perforazioni servono a bloccare il pezzo di attacco. Le squadre sono fisse al sostegno mediante due viti M5.



*Figura 4.109: Vista isometrica del tubo, pezzo di attacco e aggancio di bloccaggio*

Il pezzo di attacco (figura 4.109) va unito al tubo, consentendo il movimento longitudinale e di rotazione. Una volta il pezzo è fisso nella betoniera, si attacca a questa con due perni e si attacca al tubo mediante l'aggancio di bloccaggio.



#### 4.4.2. Azionamento dalle braccia



*Figura 4.110: Vista isometrica del sistema di azionamento dalle braccia*

In questo paragrafo si spiega l'attivazione della betoniera con l'uso della forza delle braccia dell'operaio. Come è stato detto prima la idea di azionare la betoniera con la forza delle braccia non è ottima, dato che in contrasto con la potenza trasmessa con la forza delle gambe è molto più bassa, oltre a diventare molto più faticoso.

Comunque la possibilità di attivazione tramite le braccia non è stata rifiutata. All'inizio l'idea era quella di inserire un volante all'altezza della cerniera che l'operaio potesse fare girare facilmente. Poi è stato aggiunto un sistema di regolazione de l'altezza del volante. Così persone di diversa altezza possono lavorare comodamente. L'idea della regolazione dell'altezza è venuta dalla sedia della bicicletta, dato che questa può essere usata da diverse persone con diverse altezze.

Di seguito il dettaglio della trasmissione della potenza e i componenti che formano l'insieme.

### 4.4.2.1. Trasmissione della potenza

L'operaio attua sul manubrio del volante facendolo girare. Un asse unisce il volante con un pignone di 20 denti. Di la una catena unisce il pignone con la corona centrale. La distanza tra assi è di 285 mm.

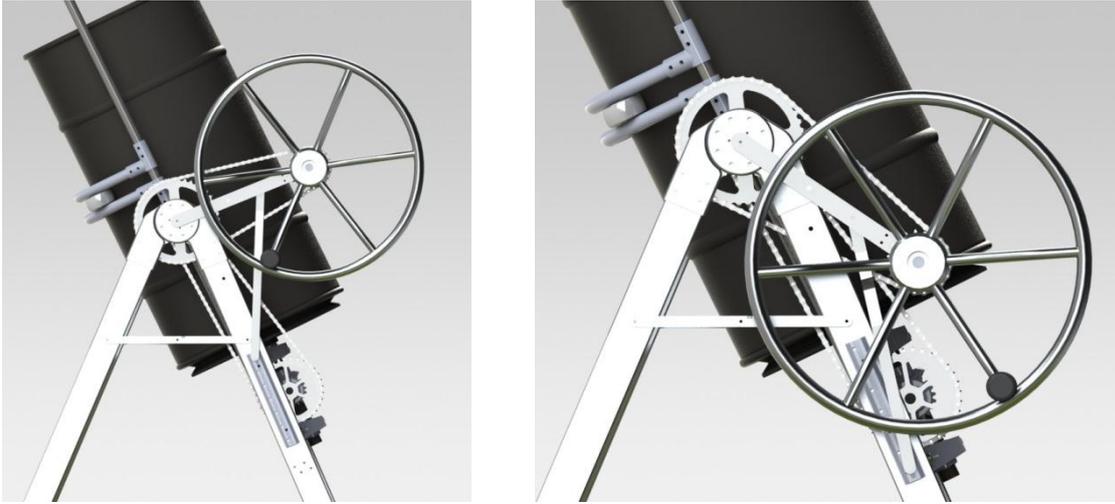


*Figura 4.111: Vista di dettaglio della trasmissione*

### 4.4.2.2. Sistema di altezza regolabile

All'inizio si aveva pensato a regolare l'altezza del volante di forma rettilinea. Il problema era che dipendendo dell'altezza del volante c'era bisogno di una catena più lunga o più corta. Per risolvere questo problema si ha deciso di regolare l'altezza con un movimento curvilineo. Questa curva viene tracciata da un cerchio concentrico alla corona centrale. Così la distanza dalla corona centrale al pignone del volante è sempre costante.

Il meccanismo è basato in una sbarra doppia che gira intorno al asse della corona centrale. La sbarra guida, che scivola su una guida, si unisce alla sbarra doppia. Spostando la sbarra su questa guida si riesce a regolare l'altezza. L'altezza massima che si raggiunge è di 1000 mm è la minima è di 715 mm. Può sembrare che 300 mm sono pochi pero in una posizione di lavoro giusta l'operaio lavora più efficacemente.

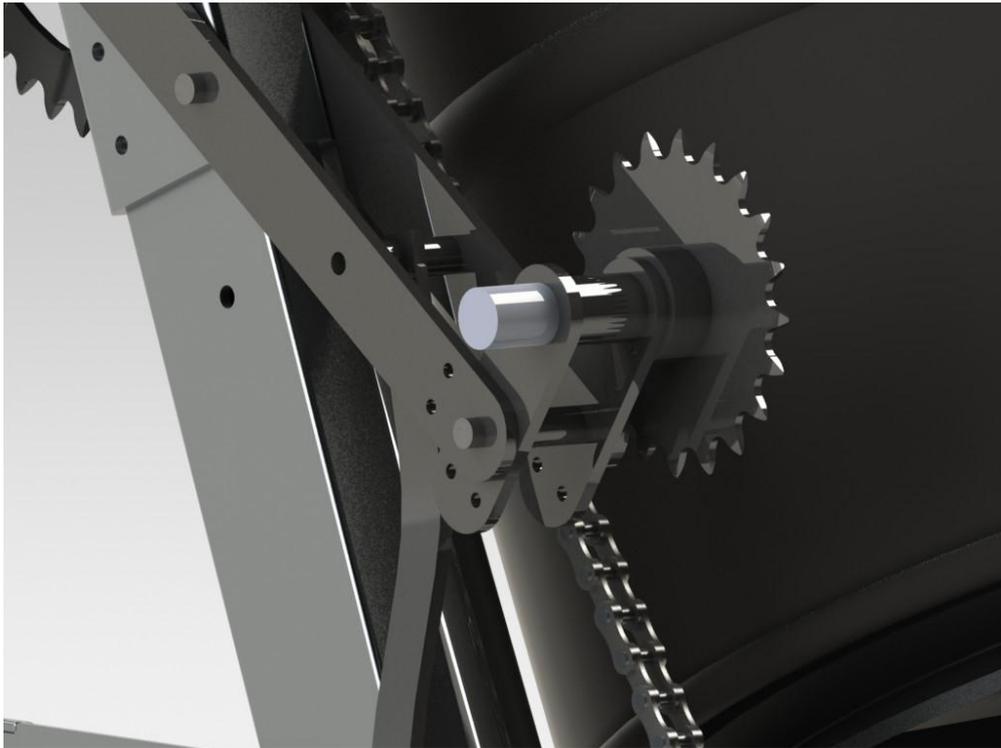


*Figura 4.112: Sistema regolabile dell'altezza*

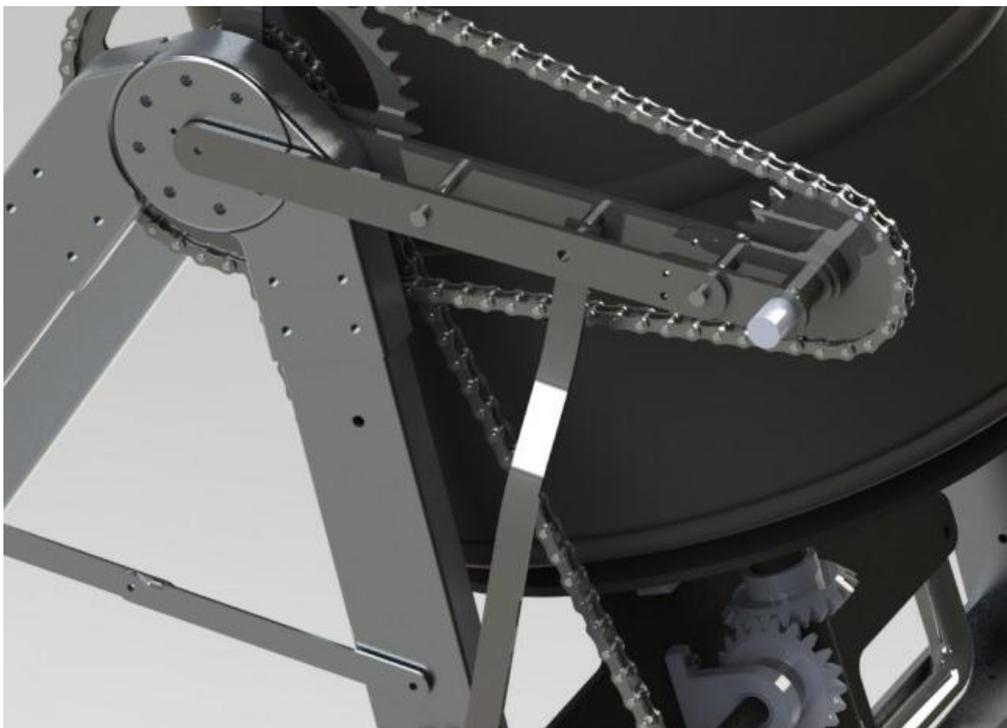
#### 4.4.2.3. Mecanismo di tensionamento

Un problema importante nel montaggio delle catene è il tensionamento. Un tensionamento fatto male può fare che la catena cambi dente o incluso che non trasmetta potenza. Per quello si realizza un meccanismo che permette mettere la catena prima e tensionarla dopo facilmente.

Il meccanismo è un pezzo che si trova alla fine della sbarra doppia. Il pezzo in questione gira intorno all'asse trasversale della sbarra doppia. Da un lato ci sono le perforazioni per i viti e dall'altro ci va l'asse del volante. Per mettere la catena si gira il pezzo fino ad una posizione più vicina alla corona centrale. Si inserisce la catena e si porta il pezzo fino alla sua posizione, colineare con la sbarra doppia. Quando tutto è nella posizione giusta si inseriscono due viti che bloccano il movimento.



*Figura 4.113: Sistema di tensionamento piegato*



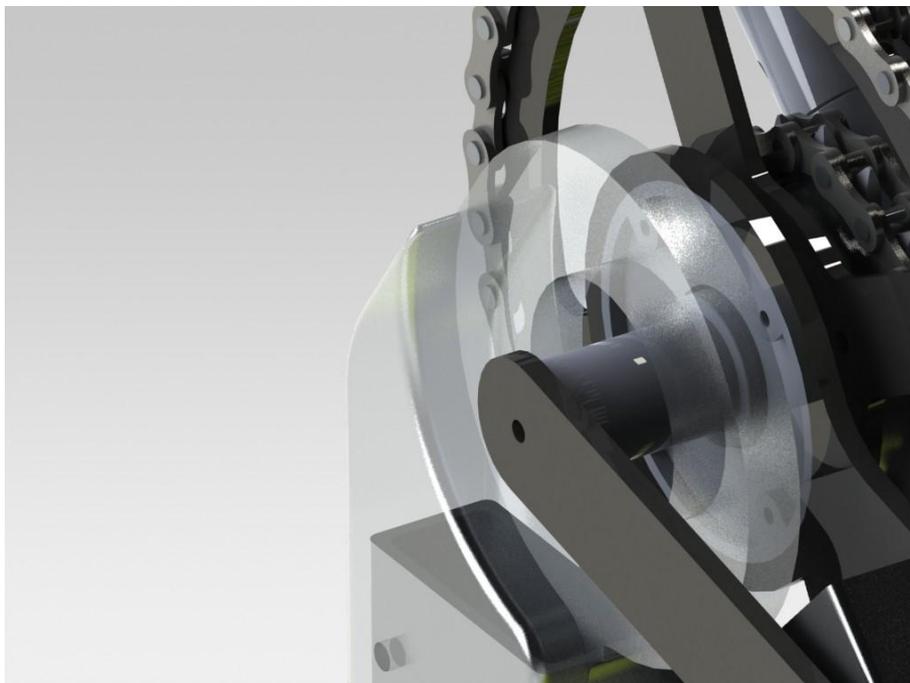
*Figura 4.114: Sistema di tensionamento in tensione*

### 4.4.2.4. Disegno dei componenti

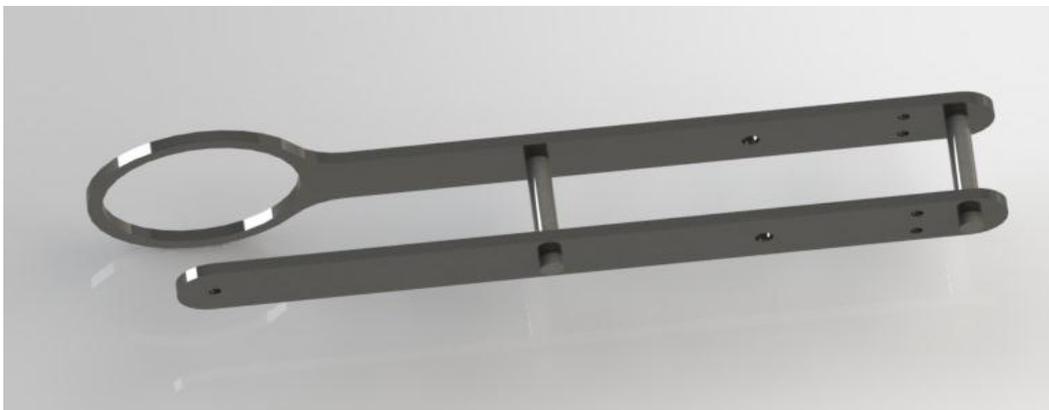
In questo paragrafo sono spiegati con più dettaglio ognuno dei componenti.

#### **Sbarra doppia**

Questa sbarra è quella che si unisce all'asse della corona centrale. L'unione all'asse si fa mediante un vite che fissa la posizione ma non la rotazione e circonda il pezzo dove appoggia la corona centrale (figura 4.115). I due lati sono uniti da due assi trasversali.



*Figura 4.115: Attaccamento della sbarra doppia al punto centrale*



*Figura 4.116: Vista isometrica della sbarra doppia*

La perforazione centrale è il punto dove ci si unisce la sbarra guida e le altre due perforazioni è dove ci si aggancia il pezzo che tensiona.

### **Sbarra guida**

Si tratta di una sbarra che si unisce alla sbarra doppia mediante un'articolazione ed alla guida mediante un vite. Quando si ha deciso a che altezza si vuole lavorare si inserisce un vite nella perforazione giusta ed il sistema rimane fisso.



*Figura 4.117: Vista isometrica della sbarra guida*

### **Guida**

La guida si attacca con due viti M5. Tutte e le altre perforazioni servono a fissare l'altezza di lavoro. Osservarsi che la sbarra guida ha soltanto un lato di entrata ed uscita. Questo è dovuto a ragioni di sicurezza perchè se il vite di regolazione dell'altezza si stacca la sbarra guida non può scendere più di 30 mm.



*Figura 4.117: Vista isometrica della guida*

### **Tensore della catena**

Come è stato detto prima il tensore della catena è un pezzo che viene introdotto in mezzo alla sbarra doppia. Ha due perforazioni per potere fissarla nella posizione di tensionamento. Dall'altro lato ci si inserisce l'asse del volante.



*Figura 4.118: Vista isometrica del tensore della catena*

### **Pignone, asse del volante e volante**

Questo insieme di elementi sono fissi gli uni con gli altri. Il volante ha una circonferenza di 450 mm. È fatto in alluminio, così è leggero e c'è poca perdita di potenza. L'asse ha un diametro di 15 mm ed una longitudine di 70 mm, il materiale è acciaio bonificato. Il pignone ha un diametro di 72 mm e 20 denti ed è anche in acciaio bonificato.



*Figura 4.119: Vista isometrica del pignone, del volante e dell'asse*

## 4.5. Perdita di potenza e calcolo della coppia resistente

Per quanto riguarda ai due tipi di azionamenti, a pedali o con il volante, ci sono per entrambi un insieme di perdite che sono le stesse, dato che tutti i due comprendono la betoniera. Le perdite di potenza fino alla corona centrale sono:

- Trasmissione ingranaggi conici: Siccome è difficile calcolare le perdite in questa trasmissione dato che dipende delle condizioni di funzionamento, si suppone un rendimento del 98%, quindi le perdite sono del 2%.
- Trasmissione per catena tra la corona dell'asse piccolo ed il pignone centrale: Il rendimento medio delle catene è tra il 95 ed il 98%. Ipotizzando il caso peggiore si prende un rendimento del 95%, quindi le perdite sono del 5%.

Il totale delle perdite del sistema della betoniera è del 10%.

A queste perdite bisogna aggiungerci quelle di ogni azionamento.

- Azionamento a pedali: si fa la suma di due trasmissioni, quella che va dalla corona centrale al mozzo posteriore e quella della catena della bicicletta. Tra tutte e le due le perdite sono del 10%. La perdita totale del sistema è quindi del 17%.
- Azionamento a volante: Siccome c'è solo una catena il totale delle perdite è del 12%.

Di seguito si calcola la coppia resistente del bidone quando è carico.

Per calcolare la coppia del bidone si ipotizza la peggiore situazione in cui si può trovare il sistema. Ciò sarebbe quando il centro di gravità è nel punto più allontanato ed il momento è maggiore (figura 4.120).

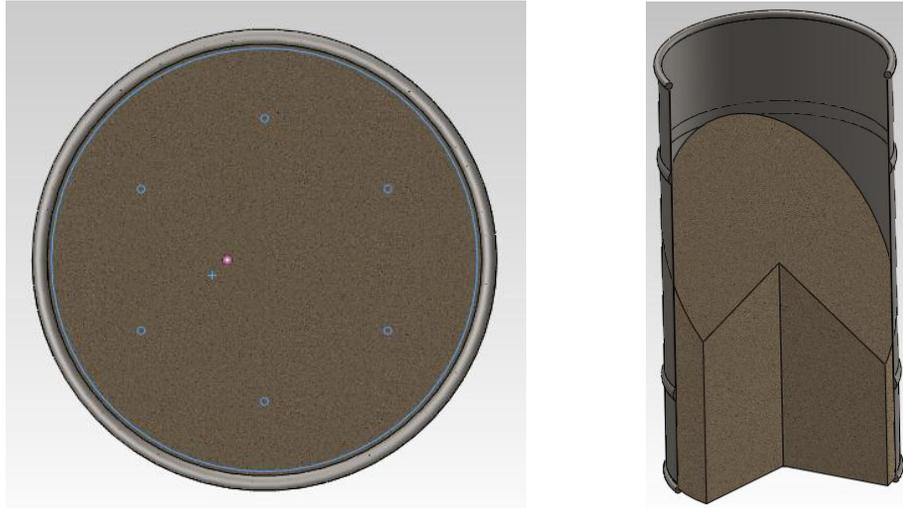


Figura 4.120: Vista del centro di gravità della terra con il bidone e vista isometrica della carica

Nel calcolo si tiene conto della distanza dal centro di masse all'asse di rotazione, la massa e la gravità.

$$\Gamma_r = d \cdot M \cdot g$$

$$\Gamma_r = \frac{23,14 \cdot 72 \cdot 9,81}{1000} = 16,34 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Una volta ottenuto il valore della coppia resistente si fa il calcolo della forza che deve fare l'operaio in entrambi i tipi di azionamento.

- Azionamento a pedali:

$$\Gamma_{pedali} = \Gamma_r \cdot \eta \cdot i$$

$$\Gamma_{pedali} = \frac{16,34}{0,83} \cdot \frac{1}{5} = 3,93 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- Azionamento con volante:

$$\Gamma_{bracci} = \Gamma_r \cdot \eta \cdot i$$

$$\Gamma_{bracci} = \frac{16,34}{0,88} \cdot \frac{1}{4} = 4,64 \text{ N} \cdot \text{m}$$

La  $i$  è la relazione di trasmissione tenendo conto che la catena della bicicletta ha una relazione iniziale di 1, la  $\eta$  è l'efficienza della trasmissione.

Questi valori, in contrasto con quello calcolato (8,34 N·m), sono inferiori, quindi l'operaio non farà problemi a pedalare.

Si può anche calcolare la media della coppia resistente delle betoniere del database per contrastare i risultati con quelli della betoniera del disegno. Usando la equazione 3.1, si fa il calcolo della potenza teorica per la capacità della betoniera.

$$P = 4,4749 \cdot 60 = 268,43 \text{ W}$$

Se si calcola la coppia usando la potenza e le rpm, si ottiene:

$$\Gamma = \frac{268,4}{20} = 13,42 \text{ N} \cdot \text{m}$$

In conclusione, si può dire che la coppia resistente della betoniera disegnata è simile alla coppia resistente media teorica delle betoniere studiate sul database ed i valori trovati sono giusti.

## **5. CONCLUSIONI**

Di seguito si elencano le conclusioni che si possono estrarre dal progetto.

- ✓ Dopo uno studio sui diversi metodi nella miscelatura delle terre e i diversi tipi di miscelatrici usate oggi si ha potuto decidere quale sarebbe il migliore metodo di mischia.
- ✓ Grazie al disegno del primo prototipo si ha potuto vedere se una soluzione del genere era fattibile. Il prototipo in questione soddisfa le condizioni imposte negli obiettivi e dà una idea di come sarà la soluzione finale.
- ✓ Il disegno finale soddisfa tutti i requisiti
- ✓ Il disegno finale della betoniera è un successo perchè:
  - Soddisfa le funzioni di miscelatura, svuotamento e può essere piegato per un più comodo spostamento o messa in ordine.
  - Può essere costruita nel luogo di lavoro in un modo semplice.
  - Qualsiasi pezzo può essere cambiato o sistemato facilmente in caso di rottura.
  - Il costo dei pezzi non è alto e questi si possono comprare praticamente in qualsiasi posto. Nel caso in cui un pezzo deva essere trasportato, questi sono piccoli e quindi il costo non sarà alto.
  - Non ci vuole troppo tempo per ottenere un impasto con le condizioni ottime.
- ✓ Il disegno finale della betoniera può averci attaccati diversi sistemi di azionamento. Si è fatto lo studio di due casi particolari:
  - Azionamento a pedali: Sono stati realizzati diversi disegni con lo scopo di trovare la soluzione ottima. Il disegno scelto usa una bicicletta e si approfittano i sistemi di ruota libera e cambio d'ingranaggio. L'operaio lavora in una posizione molto comoda per pedalare.

- Azionamento dalle braccia: Si tratta di un disegno che permette regolare l'altezza di lavoro in modo che persone di diverse altezze possano lavorarci comodamente.

Il progetto realizzato è stato maggiormente basato nel disegno della betoniera manuale (su SolidWorks) ciò che ha offerto la possibilità di documentare ampiamente la relazione con immagini, render e piani di dettaglio e d'insieme.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

### TESI

- Tesi di dottorato in Ingegneria Civile, dell'Ingegnere Denis Myriam, Epouse Olivier, "Le Materiau Terre, compactage, comportement, appliation aux structures en blocs de terre", Università di Lione, 31 gennaio 1994.
- Tesi di Laurea in Ingegneria Meccanica, dell'Ingegnere Roberto Chiecchio, "Pressa Manuale per Blocchi Mattone in Terra Cruda", Politecnico di Torino, Dicembre 2010.

### LIBRI

- Pierangelo, Andreini, Manuale dell'ingegnere meccanico, Hoepli, Milano 2005.
- Lorenzetti, Marco, I cuscinetti volventi, Gruppo SKF, 2011.

### WEB

- <http://www.marval.es/Manuales/hormigoneras>
- <http://www.cretesheet.com>
- <http://www.vintageprojects.com/farm-construction/Cement-Mixer.pdf>
- [http://www.andece.org/andece/images/stories/pdfs/ARTCULO\\_TCNICO.pdf](http://www.andece.org/andece/images/stories/pdfs/ARTCULO_TCNICO.pdf)
- <http://www.saperlo.it/guida/come-realizzare-una-betoniera-manuale-36805>
- <http://www.tradeindia.com/fp726814/Hand-Operated-Concrete-Mixer.html>
- [http://www.thecarycompany.com/containers/steel\\_drums.html](http://www.thecarycompany.com/containers/steel_drums.html)
- <http://www.comerciallaga.com/subfamilia.php/es/hormigoneras>
- <http://www.yuk.es/productos.html>
- <http://deportes.twenga.es/buje-bicicleta.html>
- [www.skf.com](http://www.skf.com)

➤ [www.farnell.com](http://www.farnell.com)