

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
INGENIEROS MECÁNICOS**

**TEMA:  
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUMIGADORA  
SEMIAUTOMÁTICA CON DOS BRAZOS ABATIBLES  
Y UN ALCANCE DE TRES METROS DE ASPERSIÓN**

**AUTORES:  
ALEX FERNANDO JARAMILLO ROBALINO  
ANDRÉS FERNANDO MONTENEGRO FRANCO**

**TUTOR:  
HOMERO ANTONIO YANCHAPAXI ALMACHI**

**Quito, marzo de 2020**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jaramillo Robalino Alex Fernando, con documento de identificación N° 1003488507 y Montenegro Franco Andrés Fernando, con documento de identificación N° 1003746755, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUMIGADORA SEMIAUTOMÁTICA CON DOS BRAZOS ABATIBLES Y UN ALCANCE DE TRES METROS DE ASPERSIÓN”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinando en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Jaramillo Robalino Alex Fernando  
C.I. 1003488507

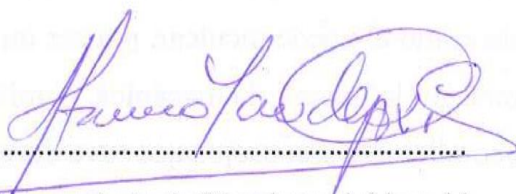


Montenegro Franco Andrés Fernando  
C.I. 1003746755

Quito, marzo 2020

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUMIGADORA SEMIAUTOMÁTICA CON DOS BRAZOS ABATIBLES Y UN ALCANCE DE TRES METROS DE ASPERSIÓN” realizado por: Jaramillo Robalino Alex Fernando y Montenegro Franco Andrés Fernando, obteniendo una máquina que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.



Homero Antonio Yanchapaxi Almachi

C.I. 1704227535

Quito, marzo 2020

## **DEDICATORIA**

Primeramente, quiero agradecer a mi madre Karol y a mi padre Fernando quienes fueron los que creyeron en mis capacidades y mi sueño, fueron quienes nunca me dejaron decaer y con sus palabras de aliento me dieron el impulso para seguir adelante, quienes me prestaron su hombro para apoyarme en los momentos más difíciles durante mi carrera, les debo todo a ellos por haberme guiado y educado para ser la persona en la que me estoy convirtiendo. A mis hermanos, en quienes veo reflejado todo el proceso de crecimiento que tuve tanto personal como profesional, porque son mi motivación para seguir creciendo. A mis abuelos que ya no están conmigo, pero compartieron junto a mí el sueño de verme ser un gran profesional y, por último, pero no menos importante, a Joselyn, quien estuvo desde el primer momento a mi lado, quien me ayudó a superar los obstáculos que se presentaban durante todo el proceso de formación y quien fue la pieza fundamental para obtener mi título profesional.

*Alex*

A todas las personas que contribuyeron con una pequeña parte en el transcurso de estos años de estudio, para llegar a culminar con éxito mi carrera. A mi madre, por ser la unión de amor incondicional y cuidados que siempre recibí durante esta etapa de mi vida y que solo alguien como ella puede hacerlo. A mi padre, primeramente, por los valores que únicamente una persona recta como él puede inculcar, por ser mi ejemplo a seguir y el motivo del cual nació mi amor por la Ingeniería Mecánica. A mi hermano mayor, abuela y tía, por todo el apoyo incondicional y consejos que tuve durante estos años. Finalmente dedico este título a la cabeza de mi familia, mi abuelo quien fue mi mejor amigo desde la niñez y que siempre soñó con verme obtener mi título profesional.

*Andrés*

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a la Universidad Politécnica Salesiana, a la carrera de Ingeniería Mecánica, a todos sus colaboradores y autoridades, por extendernos su ayuda durante este proceso de formación profesional. Agradecemos por todos los conocimientos éticos y profesionales brindados dentro y fuera de las aulas, para ser, no solo un Ingeniero Mecánico, si no, también un buen ser humano, dedicado a hacer el bien por un mundo mejor. Al ingeniero Homero Antonio Yanchapaxi Almachi, por guiarnos de forma correcta con sus conocimientos y consejos para culminar con éxito el presente proyecto técnico, y finalmente a todas las personas que creyeron en nosotros, ya que, gracias a su impulso y apoyo, supimos afrontar con responsabilidad y terminar con éxito esta etapa de nuestras vidas.

*Alex y Andrés*

## ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
GLOSARIO	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
ANTECEDENTES	1
1.1. Parroquia de Tanicuchí	1
1.1.1. Población	1
1.1.2. Actividades de la parroquia	3
1.1.3. Cultivos en la historia de Tanicuchí	4
1.1.4. Problemas en la agricultura	5
a. Trabajo duro	5
b. Precios bajos de productos	6
1.1.5. Migración en Tanicuchí	6
1.2. Productos	7
1.2.1. Papa	7
a. Variedades	7
b. Ciclo	8
c. Distancia entre surcos y altura	8
d. Plagas y enfermedades	9

e.	Fumigación	9
1.2.2.	Chocho	10
a.	Variedades	10
b.	Ciclo	11
c.	Distancia entre surcos y altura	11
d.	Plagas y enfermedades	11
e.	Fumigación	12
1.2.3.	Quinua	12
a.	Variedad	12
b.	Ciclo	13
c.	Distancia entre surcos y altura	13
d.	Plaga y enfermedades	13
e.	Fumigación	14
1.2.4.	Maíz	14
a.	Variedades	15
b.	Ciclo	15
c.	Distancia entre surcos y altura	16
d.	Plagas y enfermedades	16
e.	Fumigación	16
1.3.	Fumigadoras	17
1.3.1.	Fumigadoras de mochila	17
a.	Manuales	17
b.	Con motor	18
c.	Ventajas	18
d.	Desventajas	18
e.	Aplicaciones	19
1.3.2.	Fumigadoras para tractor	19

a.	Ventajas	19
b.	Desventajas	19
c.	Aplicaciones	19
1.3.3.	Fumigadoras de tracción humana	20
a.	Características generales	20
b.	Ventajas	20
c.	Desventajas	21
d.	Diferencias entre las diferentes fumigadoras	21
e.	Aplicaciones	22
1.4.	Bomba semiestacionaria	22
1.4.1.	Motor de 4 tiempos	22
<b>CAPÍTULO II</b>		24
<b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b>		24
2.1.	Alternativas para el diseño de la fumigadora	24
2.2.	Parámetros funcionales y de diseño	24
2.2.1.	Costo	24
2.2.2.	Construcción y montaje	24
2.2.3.	Alcance de aspersión	24
2.2.4.	Esfuerzo requerido	24
2.2.5.	Adaptabilidad a variedad de cultivos	25
2.3.	Valorización de los parámetros	25
2.3.1.	Costo	25
2.3.2.	Construcción y montaje	26
2.3.3.	Alcance de aspersión	26
2.3.4.	Esfuerzo requerido	26
2.3.5.	Adaptabilidad a variedad de cultivos	27
2.4.	Factor de ponderación	27



2.5.	Estudio de alternativas	27
2.5.1.	Alternativa A: Fumigadora de mochila	27
2.5.2.	Alternativa B: Fumigadora para tractor	28
2.5.3.	Alternativa C: Fumigadora de tracción humana	28
2.6.	Matriz de decisión	28
CAPÍTULO III		31
DISEÑO DE LA MÁQUINA FUMIGADORA SEMIAUTOMÁTICA CON DOS BRAZOS ABATIBLES Y TRES METROS DE ASPERSIÓN		31
3.1.	Diseño de elementos	31
3.2.	Diseño estructural de la máquina fumigadora	32
3.2.1.	Diseño de la barra de fijación frontal	32
3.2.2.	Diseño de la barra de soporte de tanques	35
3.2.3.	Diseño de los brazos abatibles	37
3.3.	Cálculo de la fuerza de arrastre de la máquina fumigadora	40
3.4.	Cálculo de la presión de la bomba	42
3.5.	Selección de llantas	48
3.6.	Conclusión del diseño	49
3.7.	Resultados de pruebas de campo	49
CAPÍTULO IV		50
ANÁLISIS DE COSTOS PARA FABRICACIÓN DE LA FUMIGADORA		50
4.1.	Costos directos	50
4.1.1.	Costos de materia prima	50
4.1.2.	Costos de elementos normalizados	51
4.1.3.	Costos de mano de obra	52
4.1.4.	Costos totales directos	52
4.2.	Costos indirectos	53
4.2.1.	Costos mano de obra indirecta	53

4.2.2.	Costos materiales consumibles	53
4.2.3.	Costos totales indirectos	54
4.3.	Costo total de la máquina	54
4.4.	Análisis económico	54
4.4.1.	Depreciación	55
4.4.2.	Egresos agrícolas	56
4.4.3.	Flujo neto efectivo	57
4.5.	Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)	60
4.6.	Valor actual neto (VAN)	60
4.6.1.	VAN, sin implementar la fumigadora	61
4.6.2.	VAN, con la implementación de la fumigadora	61
4.7.	Tasa interna de retorno (TIR)	61
4.7.1.	TIR, sin implementar la fumigadora	61
4.7.2.	TIR, con la implementación de la fumigadora	61
4.8.	Periodo de recuperación de la inversión	62
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	66
	REFERENCIAS	67
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población de la parroquia por género [3].	2
Tabla 2. Población económicamente activa de la parroquia [3].	3
Tabla 3. PEA total, PEA ocupada e índice de dependencia [3].	3
Tabla 4. Capacidad de generación de ocupación en el sector rural por cultivo [3].	4
Tabla 5. Tecnologías en el sistema de producción agrícola [3].	4
Tabla 6. Cultivos específicos en el ACAT.	5
Tabla 7. Principal motivo de viaje por género [3].	7
Tabla 8. Distancia entre surcos y altura máxima.	8
Tabla 9. Distancia entre surcos y altura máxima.	11
Tabla 10. Distancia entre surcos y altura máxima.	13
Tabla 11. Distancia entre surcos y altura máxima.	15
Tabla 12. Valor asignado para calificación de los parámetros.	24
Tabla 13. Interpretación del costo.	24
Tabla 14. Interpretación de la construcción y el montaje.	24
Tabla 15. Interpretación del alcance de aspersión.	25
Tabla 16. Interpretación del esfuerzo requerido.	25
Tabla 17. Interpretación de la adaptabilidad a variedad de cultivos.	25
Tabla 18. Factor de ponderación.	26
Tabla 19. Calificación de alternativas según los parámetros de diseño y construcción.	27
Tabla 20. Matriz de decisión para selección de alternativa.	28
Tabla 21. Pruebas de campo.	40
Tabla 22. Detalle del costo de cada material.	47
Tabla 23. Costo de elementos normalizados.	48
Tabla 24. Costo de mano de obra.	49
Tabla 25. Costo total directo	49
Tabla 26. Costo mano de obra indirecta	50
Tabla 27. Costos materiales consumibles	50
Tabla 28. Costo total indirecto.	50
Tabla 29. Costo total de la máquina.	51
Tabla 30. Datos para Depreciación anual.	52
Tabla 31. Depreciación anual.	52

Tabla 32. Egresos promedio de maíz por cosecha.	53
Tabla 33. Egresos promedio de papa por cosecha.	53
Tabla 34. Egresos promedio de chocho por cosecha.	53
Tabla 35. Egresos promedio de quinua por cosecha.	54
Tabla 36. Flujo neto de efectivo por cada cultivo, sin fumigadora.	54
Tabla 37. Flujo neto de efectivo por cada cultivo, con fumigadora.	55
Tabla 38. Flujo neto de efectivo, sin fumigadora.	55
Tabla 39. Índices de inflación por año.	56
Tabla 40. Flujo neto de efectivo, con fumigadora.	56
Tabla 41. Flujo neto efectivo y flujo neto efectivo acumulado.	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales actividades económicas del territorio en porcentajes. Fuente [3]	3
Figura 2. Etapas del desarrollo del cultivo. Fuente [10].	8
Figura 3. Ciclos del cultivo de Chocho. Fuente [17].	10
Figura 4. Fenología de la quinua. Fuente [20].	13
Figura 5. La larva de q'hona q'hona (C. Rasmussen). Fuente [19].	13
Figura 6. Etapas de desarrollo del maíz. Fuente[22].	15
Figura 7. Fumigadora de mochila manual. Fuente [26].	17
Figura 8. Fumigadora de mochila con motor. Fuente [26].	18
Figura 9. Fumigadora para tractor. Fuente [29].	19
Figura 10. Fumigadora de tracción humana	20
Figura 11. Motobomba de 4 tiempos.	22
Figura 12. Comparación de parámetros entre las alternativas.	27
Figura 13. Calificación total para cada alternativa.	28
Figura 14. Esquema de la máquina fumigadora.	29
Figura 15. D.C.L. Viga soporte de bomba.	30
Figura 16. D.C.L. Viga soporte tanque.	33
Figura 17. Brazo abatible porta boquillas.	35
Figura 18. Fuerza de empuje.	37
Figura 19. D.C.L. Soporte de ruedas.	45

## GLOSARIO

- **Plagas:** Es el crecimiento y propagación de diferentes tipos de organismos que provocan la deterioración de los cultivos.
- **Fumigación:** Consiste en la pulverización de compuestos fungicidas, para controlar y eliminar las plagas en los cultivos.
- **Brazos abatibles:** Son estructuras muy sencillas y su principal función es doblarse o proporcionar cualquier grado de inclinación.
- **Fumigadoras:** Una fumigadora es una herramienta que suministrar insecticidas o fungicidas a las plantas para proteger de las plagas.
- **Bomba Semi-estacionaria:** Es una máquina capaz de convertir energía calorífica en energía mecánica, mediante la combustión de un motor pequeño de 4 tiempos, conectado a una bomba de pistón, para transferir dicha energía mecánica, al fluido que se está transportando, generalmente esta máquina se usa en procesos agrícolas.
- **Surcos:** es el espacio que existe entre las filas de plantaciones en cualquier cultivo, es decir es el espacio por el cual los agricultores pueden desplazarse sin dañar los cultivos.
- **Boquillas:** prácticamente son toberas con diferentes formas y regulaciones para cada una de las aplicaciones dentro de la industria agrícola, su objetivo principal es pulverizar o atomizar compuestos necesarios para fumigar.

## **RESUMEN**

El proyecto está fundamentado en el diseño y construcción de una máquina fumigadora semiautomática con dos brazos abatibles y un alcance de tres metros de aspersión, destinada a la Parroquia de Tanicuchí perteneciente a la Asociación Comunitaria Agropecuaria de Tanicuchí (ACAT). Para ello se realizó una reunión que permitió conocer las diferentes necesidades que tienen los habitantes de la Parroquia de Tanicuchí que se dedican a la agricultura. Una vez conocidas estas necesidades, y mediante el análisis del mercado sobre las máquinas fumigadoras, se llegó a seleccionar la mejor alternativa para el diseño y construcción de la misma. Como consecuencia se construyó una fumigadora que cumple con los requerimientos propuestos por los miembros de la ACAT.

Para el dimensionamiento de la máquina, se partió de la aplicación que tendrá la misma, por lo que se utilizó acero A-36, ya que, son livianos, fácil de soldar y económicos.

Asimismo, para el diseño de la máquina fumigadora se realizó el cálculo de la estructura la cual soportará el peso de la bomba, de los tanques y de los aspersores. Mediante el diseño estructural se pudo elegir el tubo mecánico adecuado, también se utilizó el software AutoCAD, obteniendo un esquema en 3D de la máquina. Mediante los cálculos de mecánica de fluidos se pudo conocer el caudal necesario para cada uno de los aspersores.

Palabras clave: Fumigación, surcos, tracción humana, plagas, adaptabilidad.

## **ABSTRACT**

This project is grounded on the design and construction of a semiautomatic fumigator machine with two folding arms and a range of three meters of spray, intended for the Parish of Tanicuchí belonging to the Agricultural Community Association of Tanicuchí (ACAT). For this purpose, a meeting was held that allowed to know the different needs of the inhabitants of the Parish of Tanicuchí who are engaged in agriculture. Once these needs were known, and through the analysis of the market on fumigation machines, the best alternative for the design and construction of the same was selected. As a result, a fumigator was built that meets the requirements proposed by ACAT members.

For the sizing of the machine, it was started from the application that will have the same, so it was used A-36 steel, since, they are light, easy to weld and economical.

Also for the design of the sprayer machine, the calculation of the structure which will support the weight of the pump, tanks and sprinklers was carried out. By structural design it was possible to choose the right mechanical tube, the AutoCAD software was also used, obtaining a 3D schematic of the machine. The fluid mechanics calculations were known the required flow for each of the sprinklers.

**Keywords:** Fumigation, furrows, human traction, pests, adaptability.



## INTRODUCCIÓN

En la Provincia de Cotopaxi, Parroquia de Tanicuchí, los comuneros siembran, fumigan y cosechan diferentes tipos de cultivos, entre los cuales la Asociación Comunitaria Agropecuaria de Tanicuchí (ACAT) maneja: chocho, maíz, papa y quinua. Dependiendo del cultivo y de la temporada, como promedio se manejan dos cosechas al año, por lo cual, la etapa de fumigación en dependencia del cultivo demanda mayor cantidad de trabajadores y más esfuerzo por parte de los mismos, encontrando inconvenientes en los costos de producción, ya que, muchas personas emigran por el gran esfuerzo que implica dedicarse a esta labor y por el poco beneficio económico que reciben. A partir de este problema, el ACAT busca un método para aumentar sus ingresos, disminuyendo tiempo y esfuerzo, es decir, reducir costos de producción.

De acuerdo a lo expuesto, se estableció la importancia de diseñar y construir una máquina que reduzca tanto el número de personas, como su esfuerzo, para desarrollar las etapas de fumigación, puesto que, la alternativa que se venía utilizando eran las fumigadoras personales de mochila.

Una máquina fumigadora es una herramienta que ayuda a surtir diferentes compuestos a una planta, los cuales son necesarios desde el primer brote de las hojas, hasta su completo desarrollo, tomando en cuenta que todos los cultivos se comportan diferente, debido a la temporada, a la región donde se encuentran y a su propia genética. La fumigación sirve para diferentes aplicaciones como: prevenir o liquidar plagas específicas de las plantas, aportar abono para un mejor desarrollo y hasta eliminar maleza.

Una fumigadora radica en rociar un compuesto específico a través de boquillas encargadas de expulsarlo a una determinada presión, formando así una gran cortina de finas gotas pulverizadas, idóneas para cubrir la planta o las plantas, dichas fumigadoras se pueden adaptar para pequeñas o grandes plantaciones.

La fumigación es una de las etapas en las que más tiempo y trabajadores se requiere, peor aún, si se realiza con fumigadoras individuales de mochila. Es por esta razón que, cuando se habla de medianas plantaciones los costos de producción son considerables,

y tomado en cuenta el sobreesfuerzo que los trabajadores deben generar para fumigar, forma un problema que desemboca en la migración de los comuneros, al no ser una oportunidad rentable para su propio desarrollo.

Existen procesos de fumigación impulsados por un tractor y procesos manuales de fumigación. En el primero el proceso es rápido, pero el costo necesario para invertir en dicha máquina es muy alto para el ACAT, sin contar que deben poseer un tractor. El proceso manual requiere más esfuerzo y es mucho más lento que el anterior, por lo tanto, también tiene un costo considerable en el pago a trabajadores. Por lo que una fumigadora semiautomática con brazos abatibles, sería una buena opción ya que tan solo con dos personas se podrían realizar el mismo trabajo, disminuyendo tiempo y costos.

El objetivo general consiste en diseñar y construir una fumigadora semiautomática con dos brazos abatibles y un alcance de tres metros de aspersión.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar las condiciones de sembrío utilizadas en la región sierra.
- Determinar los tipos de equipos utilizados en la fumigación.
- Diseñar una fumigadora que sea acorde a las condiciones físicas del sembrío.
- Validar el funcionamiento de la fumigadora mediante pruebas de campo.
- Evaluar mediante indicadores financieros el desempeño del equipo.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1.Parroquia de Tanicuchí**

En la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, se encuentra la Parroquia Rural Tanicuchí. Esta zona es conocida como una de las regiones más antiguas de la Provincia. Antiguamente, los pobladores conocían al lugar como “Tania Cuchi” cuyo significado local era “Tierra Alegre” [1].

Inicialmente, el nombre establecido por la fundación española fue San Lorenzo, este nombramiento se llevó a cabo el 12 de agosto en el año 1540. Mismo año en el que se estableció una colonia, conformada por un grupo de frailes. Posteriormente, por mandato de Gonzalo Pizarro, el nombre fue modificado como “Tacunga”, más conocido como Latacunga.

Debido a la cercanía con el volcán Cotopaxi, el clima es frío, asimismo las precipitaciones son comunes en la zona y en época de verano se presentan vientos fuertes. En el transcurso del año las temperaturas son bajas en su mayoría, estas pueden presentarse entre los 14°C a 22°C dando un promedio de 18°C [2].

La Comunidad de Tanicuchi es conocida por poseer gran variedad agrícola y ganadera, por lo cual en la zona se han desarrollado trascendentales fábricas de productos lácteos, como: La Avelina, Parmalat e Indulac [1].

Actualmente, aun se puede observar haciendas que no han sido fraccionadas por el proceso de reforma agraria, mismas que desarrollan actividades de siembra y crianza de ganado. Dentro de las haciendas principales están: Río Blanco, Altamira, San Sebastián y la Loma [2].

#### **1.1.1. Población**

Un detalle de la población se muestra en la Tabla 1. “La población total, según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el 2010, reporta una población en la Parroquia San Lorenzo de Tanicuchí de 12831 habitantes distribuidos en 6256 hombres y 6575 mujeres [3].”

Tabla 1. Población de la Parroquia por género [3].

Grupos de edad	Género				Total
	Hombre		Mujer		
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	
Menor de 1 año	118	0,9%	123	1,0%	241
De 1 a 4 años	566	4,4%	520	4,1%	1086
De 5 a 9 años	704	5,5%	709	5,5%	1413
De 10 a 14 años	704	5,5%	684	5,3%	1388
De 15 a 19 años	627	4,9%	604	4,7%	1231
De 20 a 24 años	418	4,0%	570	4,4%	1088
De 25 a 29 años	526	4,1%	560	4,4%	1086
De 30 a 34 años	457	3,6%	493	3,8%	950
De 35 a 39 años	403	3,1%	441	3,4%	844
De 40 a 44 años	315	2,5%	335	2,6%	650
De 45 a 49 años	278	2,2%	278	2,2%	556
De 50 a 54 años	194	1,5%	234	1,8%	428
De 55 a 59 años	169	1,3%	213	1,7%	382
De 60 a 64 años	170	1,3%	188	1,5%	358
De 65 a 69 años	163	1,3%	224	1,7%	387
De 70 a 74 años	121	0,9%	144	1,1%	265
De 75 a 79 años	103	0,8%	114	0,9%	217
De 80 a 84 años	69	0,5%	76	0,6%	145
De 85 a 89 años	65	0,3%	45	0,4%	80
De 90 a 94 años	15	0,1%	16	0,1%	31
De 95 a 99 años	0	0,0%	3	0,00%	3
De 100 años y mas	1	0,0%	1	0,01%	2
<b>Total</b>	<b>6256</b>	<b>48,8%</b>	<b>6575</b>	<b>51,2%</b>	<b>12831</b>

En la Parroquia San Lorenzo de Tanicuchí, se identifica que la mayor parte de la población pertenece al grupo etéreo comprendido entre los 5 a 14 años con 2801 habitantes, seguido de los grupos de 15 a 19 años y 1 a 4 años, con 1231 y 1086 respectivamente, es decir que en el futuro San Lorenzo de Tanicuchí va a contar con una mayor población joven [3].

De acuerdo con la Tabla 2 la población económicamente activa es de 5204 habitantes, mientras que se tiene una población económicamente inactiva de 4887 habitantes, con un índice de dependencia del 74% como se muestra en la Tabla 3.



Como se puede observar en la Figura 1, la población de Tanicuchí posee una tendencia del 41.33% en actividades de agricultura, silvicultura, pesca y ganadería, dejando una notable diferencia a comparación de las otras actividades.

### 1.1.3. Cultivos en la historia de Tanicuchí

Los principales cultivos manejados en el territorio son producidos para el consumo propio de los pobladores dentro de Tanicuchí y para la venta del mismo.

Tabla 4. Capacidad de generación de ocupación en el sector rural por cultivo [3].

Cultivo	Número total de jornales						Total de jornales empleados x Ha.		
	Preparación del suelo		Siembra		Labores culturales			Cosecha	
	N°		N°		N°			N°	
Maíz	2		4		38		23		67
Rosas	10		25		40		50		125
Brócoli	8		10		40		20		78
Pastos	3		4		6		7		20

Al observar la Tabla 4, se puede notar que en el cultivo de rosas se necesitan más jornales entre los 4 cultivos, es decir se necesario 125 jornales y por obvias razones el cultivo de pasto es el que menor número de jornales necesita con tan solo 20.

Es importante conocer el nivel de tecnología empleado para los principales cultivos, estos pueden ser clasificados en tres grupos como lo muestra la Tabla 5.

Tabla 5. Tecnologías en el sistema de producción agrícola [3].

N°	Cultivo	Nivel tecnológico		
		No tecnificado	Semi-tecnificado	Tecnificado
1	Maíz		X	
2	Rosas			X
3	Brócoli			X
4	Pastos		X	

Las rosas y brócoli son los cultivos que más jornales y obreros necesitan por ende estas dos se encuentran en tecnificado como se muestra en la Tabla 5, mientras tanto el maíz y el pasto poseen un semitecnificado.

Los 4 cultivos anteriormente mostrados se clasifican como los principales en toda la Provincia, sin embargo, el ACAT (Asociación Comunitaria Agropecuaria de Tanicuchí) maneja 4 cultivos específicos, quienes tienen más énfasis en esta investigación, mismos que se indican en la Tabla 6.

Tabla 6. Cultivos específicos en el ACAT.

N°	Cultivo
1	Maíz
2	Chocho
3	Papa
4	Quinua

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### **1.1.4. Problemas en la agricultura**

La zonificación en el Ecuador es uno de los principales problemas de la agricultura. Existen diversos casos en donde las unidades productivas están en zonas donde el clima no es óptimo, ya que, hay problemas al momento de llover, por motivos de que son lugares bajos [5].

##### **a. Trabajo duro**

“Trabajar duro es hacerlo durante muchas horas, con mucha concentración, energía e interés puesto en la tarea en cuestión. Desde luego, trabajar de esta manera es necesario para conseguir grandes logros, aunque si esa intensidad se une a hacerlo de forma inteligente, mucho mejor [6].”

En el campo de la agricultura los trabajadores realizan sus labores en jornadas extremas, es decir, pasan demasiadas horas dedicadas a la producción de alimentos en condiciones no aptas para la salud, soportando calor y muchas veces hasta intensas lluvias, ya que están en cuidado de la plantación desde la siembra hasta la cosecha.

Mucha de la población de Tanicuchí explota los cultivos a gran escala, por lo que se necesitaría de maquinaria para poder realizar los trabajos de cuidado, como fumigaciones, labranza de tierras, etc., pero debido a que la situación económica no es

favorable, los jornaleros agrícolas optan por realizar ellos mismos dichos trabajos, pasando días enteros en el cuidado del cultivo.

#### **b. Precios bajos de productos**

Si bien la mano de obra es dura en el sector agrícola, las ganancias de los productos no compensan dicha mano de obra, pero todo depende de la oferta y demanda que esté en el momento, ya que, mientras exista exceso de producción el precio será menor, mientras que, cuando el producto escasee el precio aumentará, obteniendo una mayor rentabilidad.

Al momento de comercializar fuera de lugar de origen, los agricultores deciden vender sus cosechas en pueblos aledaños y otras ciudades, son los mismos agricultores los que deben pagar los costos de transporte, sin embargo, pueden vender sus productos a precios más competitivos generando niveles de rentabilidad mayores [7].

Sin embargo, cuando los productores deciden comercializar dentro de la parroquia los compradores se acercan hasta sus lugares de trabajo para adquirir sus productos, de esta manera, no gastan en transporte y así aseguran la venta total de la mercancía, para los productores estos beneficios pesan más que el bajo valor al que venden el producto, ya que son costos verdaderamente bajos comparados con los actuales y que les generan en el mejor caso la recuperación de los costos invertidos [7].

#### **1.1.5. Migración en Tanicuchí**

En la Parroquia de Tanicuchí también se vive la migración de las personas, en este caso en particular nos enfocaremos en la migración debido al trabajo agrícola de la población. Puesto que la parroquia se encuentra cerca de varios volcanes es muy notorio observar la caída de ceniza sobre las plantaciones, por lo que es ahí cuando se requiere el proceso de fumigación, así mismo en ciertas épocas del año se presentan heladas en el sector debido a las temperaturas muy bajas. El cuidado de las plantaciones debe ser muy minucioso y al mismo tiempo tener dedicación, ya que existen todo tipo de plagas que afectan directamente al producto, es debido a esto que las fumigaciones son indispensables, ahora bien, la mano de obra de los trabajadores es muy dura puesto que son varias hectáreas de plantaciones a las que se debe realizar este trabajo y así mismo son varias las veces que se lo debe hacer. Ya una vez el



producto está cosechado, es llevado al mercado a venderlo, pero el precio es demasiado bajo comparado con el trabajo realizado anteriormente, es por este y varios factores adicionales que la gente migra hacia otras partes del país y del mundo, para tener un mejor estilo de vida y satisfacer sus propias necesidades.

Tabla 7. Principal motivo de viaje por género [3].

Principal motivo de viaje	Sexo de la persona que salió del país				Total
	Hombre		Mujer		
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	
Trabajo	41	37,96%	35	32,41%	76
Estudios	6	5,56%	3	2,78%	9
Unión Familiar	7	6,48%	8	7,41%	15
Otro	5	4,63%	3	2,78%	8
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>54,63%</b>	<b>49</b>	<b>45,37%</b>	<b>108</b>

Como se puede observar en la Tabla 7 la mayoría de los habitantes del pueblo de Tanicuchí migra hacia otros países con el motivo de trabajo con un porcentaje del 37,96% en el caso de los hombres y un porcentaje de 32,41% para el caso de las mujeres. Asimismo, se puede apreciar que el sexo masculino tiene el mayor índice de migración dentro de la Parroquia con un porcentaje de 54,63%.

## 1.2.Productos

Los principales productos que produce la Parroquia de Tanicuchí para el consumo local y para exportar a otras ciudades del país son los siguientes: papa, maíz, chocho y quinua.

### 1.2.1. Papa

Uno de los principales cultivos del Ecuador es la papa, debido al valor monetario que da la producción y comercialización del producto, cabe recalcar que esta es las fuentes principales de ingresos de varios pequeños agricultores de la zona Sierra del país. Además, la papa posee un gran aporte nutricional para el cuerpo humano [8].

#### a. Variedades

Según el estudio realizado por la INIAP, [8] la papa que se cultiva en la zona del Cotopaxi tiene gran variedad, entre las principales están las siguientes:

- Chola
- Catalina
- Rosita
- Esperanza
- Súper Chola
- Gabriela
- Yema de huevo
- Cecilia
- Uvilla

**b. Ciclo**

El periodo de cultivo de la papa, según el tipo de la misma puede variar desde 3 hasta 7 meses. Asimismo, según la duración del periodo de cultivo vegetativo el proceso de sembrío puede ser precoz, semitardío y tardío. Por otro lado, este proceso puede ser menor o mayor a su ciclo regular debido a condiciones climáticas, conducción agrónoma, nivel de fertilización, riego de agua inadecuado, entre otras [9].

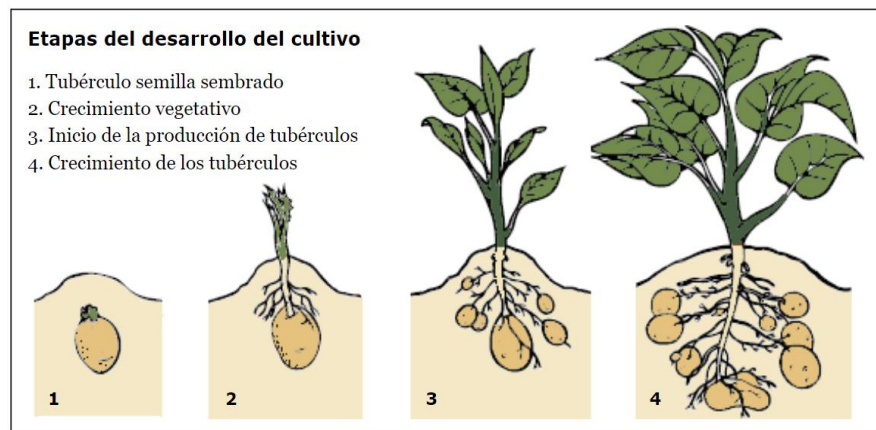


Figura 2. Etapas del desarrollo del cultivo. Fuente [10].

**c. Distancia entre surcos y altura**

Tabla 8. Distancia entre surcos y altura máxima.

Nº	Cultivo	Distancia entre surcos(cm)	Altura Max de ultima fumigación(cm)
1	Papa	120 – 150	60 - 80

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### **d. Plagas y enfermedades**

De acuerdo con Pumisacho y Sherwood, [11] entre la variación de plagas que afecta al cultivo de la papa están:

- Polilla de la papa
- Pulguilla
- Gusano blanco
- Gusano Tungurahua
- Mosca Minadora
- Pulgón

Mientras que al hablar de enfermedades se tiene:

- Marchitez bacteriana
- Tizón tardío
- Pierna negra de la papa

#### **e. Fumigación**

Las formas de control para tener un nivel de producto considerable, bajo el límite aceptable de daño de enfermedades y plagas, según el MIP es:

- Control mecánico
- Control químico
- Control del cultivo
- Control biológico
- Otras formas de vacuna y antibiótico

A consideración del MIP, adicional a todo este tipo de control un elemento primordial es el pronóstico, dado que permite conocer con anterioridad la presencia de plagas, enfermedades y daños a los cultivos y es factible optimizar el dinamismo de complicaciones naturales [12].

Para la papa es recomendable, de acuerdo con el ACAT de Tanicuchí, que se realicen como mínimo 8 fumigaciones durante todo el proceso de cultivo de la papa, para obtener un fruto con buenas condiciones y comestible.

### **1.2.2. Chocho**

En la zona andina de Sudamérica, uno de los productos originarios es el chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Catalogada como la especie única americana de la familia *Lupinus*, sembrada como una leguminosa [13]. Obtenida de Perú, en 1992. Se mejoró realizando las primeras evaluaciones en surcos triples y en 1993 con la identificación ECU-2659 se introdujo en el Banco de Germoplasma del INIAP. Posteriormente, en 1999 se identificó como una variedad mejorada al INIAP 450 ANDINO [14].

#### **a. Variedades**

El nombre más común dentro de las Provincias de Pichincha, Chimborazo y Cotopaxi es “chocho”, mientras que los productores de la Provincia de Imbabura conocen al chocho como “tauri” [15].

“Esta planta morfológica e incluso se ha sugerido considerar dos a tres subespecies: *Lupinus mutabilis* presenta una gran variedad, chocho, norte del Perú y Ecuador, *Lupinus mutabilis*, tarwi, sur de Perú y *Lupinus mutabilis*, tauri, altiplano de Perú y Bolivia [16].”

La totalidad de los productores prefieren cultivar una variedad de chocho menor a 7 meses, sin embargo, ciertos agricultores de Cotopaxi, prefieren las variedades tradicionales y locales [15].

Por lo tanto, en la zona de Tanicuchi como en el resto del país se cultiva el *Lupinus mutabilis* (chocho) su clasificación solo se diferencia por un tema morfológico y este se puede sub clasificar por una alteración genética para tener una cosecha más rápida.

**b. Ciclo**







					
EMERGENCIA	PRIMERA HOJA VERDADERA	RACIMO FLORAL	FLORACIÓN	FRUCTIFICACIÓN	MADURACIÓN
0-10 días	30 días	31-60 días	61-180 días	120-210 días	181-210 días

Figura 3. Ciclos del cultivo de Chocho. Fuente [17].

**c. Distancia entre surcos y altura**

Tabla 9. Distancia entre surcos y altura máxima.

N°	Cultivo	Distancia entre surcos(cm)	Altura Max de ultima fumigación(cm)
1	Chocho	60 - 100	90 - 120

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

**d. Plagas y enfermedades**

Las siguientes plagas son conocidas por los agricultores:

- Gusano de la vaina
- Chinchas (Fam. Myridae)
- Choclocuro
- Barrenador (Melanagromyza spp)
- Trozador o ayabala (Agrotis spp)

El gusano de la vaina es la mayor plaga que ataca al chocho cuando éste madura, por lo que, se obtiene un producto de baja calidad [15].

Al hablar de enfermedades se registran las siguientes:

- Fusariosis
- Mal del talluelo
- Rhizoctoniosis

“Las enfermedades radiculares del chocho son una de las limitantes más importantes del cultivo en las principales zonas de producción [8].”

#### **e. Fumigación**

“Hay que tener en cuenta que se debe trabajar en función de prevenir los problemas de plagas y no en la de remediar [18].”

Para el chocho es recomendable, de acuerdo con el ACAT de Tanicuchí, que se realicen fumigaciones hasta la floración de la planta es decir de 7 - 8 fumigaciones durante su desarrollo, para así obtener un fruto en buenas condiciones.

### **1.2.3. Quinoa**

Esta fue cultivada desde hace 7.000 años, conocida como *Chenopodium quinoa* Willd en la región andina, donde es distinguida por su contenido nutritivo y su persistencia durante el paso de condiciones climáticas complicadas, fue un producto elemental de los incas, por poseer minerales y ácidos esenciales para una buena alimentación en los humanos [13].

#### **a. Variedad**

En Ecuador se tiene: “INIAP-Tunkahuan, INIAP-Ingapirca, INIAP-Imbaya, INIAP-Cochasqui, ECU-420, Másal 389 [19].”

Estas variedades como se puedes observar se dan por sectores dentro de los límites del Ecuador, en algunas su prefijo INIAP define a la organización la cual las documento, asi como tambien la ECU que es una de las primeras variedades documentadas.

### b. Ciclo

El mencionado cultivo posee etapas fenológicas muy marcadas para diferenciarlas fácilmente, estas permiten constatar las características que cambian durante el proceso de desarrollo, en total son doce fases fenológicas [19].

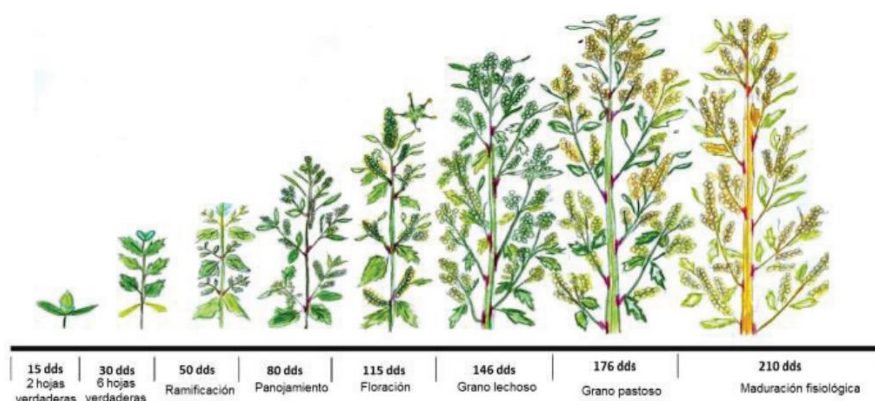


Figura 4. Fenología de la quinua. Fuente [20].

### c. Distancia entre surcos y altura

Tabla 10. Distancia entre surcos y altura máxima.

N°	Cultivo	Distancia entre surcos(cm)	Altura Max de ultima fumigación(cm)
1	Quinua	80 - 90	100 - 115

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### d. Plaga y enfermedades

Es necesario controlar y prevenir las plagas de manera oportuna, antes que el daño sea irreversible en la planta. En la sierra la plaga más conocida es el q'hona-q'hona y en la costa los pulgones, y de forma universal para sierra, costa y valles interandinos se tiene el mildiú [19].



Figura 5. La larva de q'hona-qhona. Fuente [19].

#### **e. Fumigación**

Para controlar las plantas se debe aplicar los pesticidas correctos y específicos para ese tipo de plaga, también es necesario indicar la manera en que se debe aplicar los pesticidas puesto que estos animales al sentir y escuchar la presencia de personas o máquinas tienden a desprenderse al suelo, es por esta razón que la fumigación debe ser directamente al suelo. Para el control del mildiú es necesario que se efectúe de forma preventiva, ya que, esta plaga es capaz de estar presente en condiciones tanto secas como húmedas y de la misma forma en zonas frías y calientes, y como consecuencia la fumigación se vuelve costosa [19].

Para la Quinoa es recomendable, de acuerdo con el ACAT de Tanicuchí, que se realicen de 4 a 7 fumigaciones durante el transcurso del desarrollo de la planta, para así obtener un fruto en buenas condiciones.

#### **1.2.4. Maíz**

El arroz, el trigo y el maíz son algunos de los cereales más nutritivos e importantes para los seres humanos y los animales. Su nombre quiere decir “lo que sustenta la vida” y es de origen caribeño. Por medio del maíz se ha producido proteínas, bebidas alcohólicas, aceite, almidón y hasta combustible. Después de que el grano es recolectado, la parte superior y las hojas secas son utilizadas para el forraje en las industrias lácteas y cárnicas para alimentar a pequeños rumiantes. De la misma



manera, los tallos son utilizados para construir muros y cercas, debido a que son muy resistentes [21].

#### a. Variedades

Los tipos de maíz según Yáñez et al. [22] que se encuentran en el Ecuador son:

- INIAP-153 “Zhima mejorado”
- INIAP-122 “Chaucho mejorado”
- INIAP-102 “blanco blandito mejorado”
- INIAP-124 “Mishca mejorado”
- INIAP-111 “Guagal mejorado”

#### b. Ciclo

La manera en que se desarrollan las plantaciones de maíz es similar, sin embargo, existe una variación entre etapas que dependen de donde se encuentra la planta, como el clima o la zona, también depende del tipo de maíz, las fechas de siembre, entre otras cosas [22].

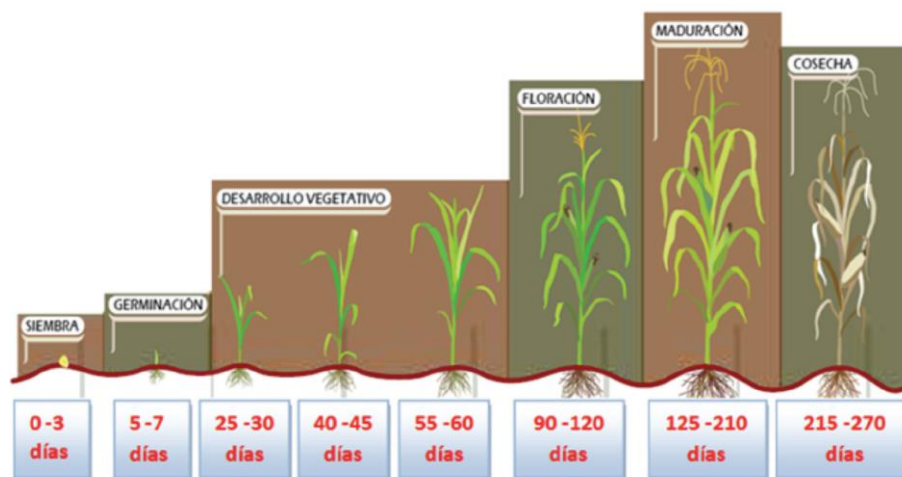


Figura 6. Etapas de desarrollo del maíz. Fuente [22].

### c. Distancia entre surcos y altura

Tabla 11. Distancia entre surcos y altura máxima.

N°	Cultivo	Distancia entre surcos(cm)	Altura Max de ultima fumigación(cm)
1	Maíz	80 – 90	150

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### d. Plagas y enfermedades

Como no se siembra en los meses recomendados sino en cualquier época se puede, existe un crecimiento de plagas. Se puede mencionar plagas como:

- Gusano trozador
- Gusano cogollero
- Gusano de la mosca
- Mariposa de la mazorca
- Gorgojo

Mientras que cuando se habla de enfermedades se tiene:

- El carbón de la espiga
- Tizón del maíz
- Virus del mosaico
- Roya del maíz

### e. Fumigación

Los químicos como insecticidas sintéticos eran considerados el método principal para el control de estas plagas, pero, los insectos generaron resistencia debido al uso excesivo de este tipo de compuestos, y por ende se produjo contaminación ambiental, riesgos para la salud, entre otras cosas [23].

Para el Maíz es recomendable, de acuerdo con el ACAT de Tanicuchí, que se realicen 6 fumigaciones durante el transcurso del desarrollo de la planta, para así obtener un fruto en buenas condiciones.

### **1.3.Fumigadoras**

La fumigadora es una máquina agrícola de diferentes formas cuya tarea consiste en pulverizar un compuesto fungicida para proteger el cultivo de agentes nocivos, así como para mejorar el rendimiento de la producción [24], [25].

Existe una gran variedad de fumigadoras, entre las principales tenemos:

- Fumigadora de mochila
- Fumigadora para tractor
- Fumigadora de tracción humana

#### **1.3.1. Fumigadoras de mochila**

También conocidas como fumigadoras de espalda son máquinas que sirven para pulverizar diferentes tipos de componentes líquidos, como los pesticidas para fumigar.

Los fabricantes de esta fumigadora la diseñaron para ser colocada en la espalda del individuo, encargado de hacer el trabajo del riego del pesticida, es una herramienta muy beneficiosa para tenerla en casa o en el campo, ya que existen de diferentes capacidades en litros según su aplicación [26].

Estas máquinas pueden ser accionadas de dos maneras diferentes:

##### **a. Manuales**

Este tipo de accionamiento se basa en un mecanismo de palanca, el cual, mediante un movimiento lineal de arriba hacia abajo efectuado por el brazo del individuo, acciona una pequeña bomba neumática que genera presión dentro del tanque para así simplemente presionar el gatillo del aspersor y obtener la salida del líquido pulverizado.



Figura 7. Fumigadora de mochila manual. Fuente [27].

### **b. Con motor**

En este tipo de máquina simplemente se retira el mecanismo manual accionado por el individuo, para remplazarlo por un motor a gasolina que cumple la misma función, pero esta vez demandando menor esfuerzo humano.



Figura 8. Fumigadora de mochila con motor. Fuente [27].

### **c. Ventajas**

- Bajo costo
- Fáciles de utilizar
- Puede ser usada en el campo o en pequeños huertos
- Se utiliza en terrenos de diferentes cultivos

### **d. Desventajas**

- Poca capacidad en litros
- Existe esfuerzo de la persona al cargarla
- No recomendada para grandes hectáreas

**e. Aplicaciones**

- Se aplica en cultivos para pocas hectáreas
- Se aplica en jardinería
- Se puede aplicar para desinfectar zonas

**1.3.2. Fumigadoras para tractor**

Es una máquina fumigadora que se arrastra por medio de un tractor. Tiene 6000 litros de capacidad en su tanque. Tienen brazos abatibles que pueden llegar a medir 11.5m y boquillas regulables a distancias entre 50 y 60m, de la misma manera produce un caudal de 75 litros/min óptimos para trabajos de grandes hectáreas [28].



Figura 9. Fumigadora para tractor. Fuente [29].

**a. Ventajas**

- Anchos de fumigado del aspersionador
- Esfuerzo humano mínimo
- Menor tiempo de fumigación

**b. Desventajas**

- Alto costo
- Ruido
- Disponibilidad

**c. Aplicaciones**

- Se aplica en cultivos de grandes hectáreas
- Se aplica en terrenos planos

### 1.3.3. Fumigadoras de tracción humana

“Las fumigadoras de tracción humana tienen dos finalidades, la primera es cuidar la salud del operario y la segunda es ahorrar considerablemente el tiempo de aplicación y el esfuerzo físico respecto a la fumigadora de mochila” [30].

Este tipo de fumigadora es casera o también llamada artesanal, no existe ninguna empresa reconocida a nivel nacional que la comercialice a gran escala, ya que, sus características difieren a comparación de otras máquinas debido a su aplicación.

#### a. Características generales

Generalmente la estructura o armazón de la fumigadora es metálico, como por ejemplo acero, aluminio o para evitar pinturas anticorrosivas acero inoxidable, en dicha estructura se monta tanques o mochilas fumigadoras manuales activadas por diferentes tipos de mecanismos, como puede ser uno de biela manivela en el cual el movimiento circular se acciona por la tracción de una rueda al ser desplazada la máquina por una o dos personas. De esta forma se facilita el desplazamiento entre las plantaciones y se cubre un rango más amplio de fumigación con menos personal y menos tiempo.

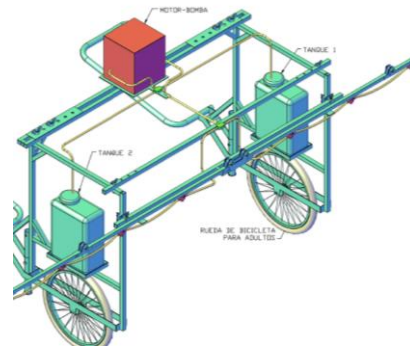


Figura 10. Fumigadora de tracción humana

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### b. Ventajas

- No estropea el cultivo
- Fumiga lo justo y necesario para la planta
- Bajo costo, para su capacidad
- Uso comunitario
- Fácil de construir y montar
- Buen alcance de aspersión

- Adaptable para diferentes cultivos
- Puede ser adaptada para diferentes capacidades en litros

**c. Desventajas**

- Es necesario que el operador desplace la maquina

**d. Diferencias entre las diferentes fumigadoras**

La fumigadora de tracción humana y la fumigadora de mochila presentan las siguientes diferencias:

- La fumigadora de tracción humana facilita el trabajo de aspersión de medianas hectáreas, mientras que, con una fumigadora de mochila se demoraría casi el doble de tiempo realizar la misma labor.
- La fumigadora de mochila puede ocasionar problema de salud del operario, debido al peso que debe cargar la persona en su espalda, mientras que, la fumigadora de tracción humana contribuye a mejorar la salud del operario, ya que, solamente debe empujar y/o jalar la máquina.

La fumigadora de tracción humana y la fumigadora para tractor presentan las siguientes diferencias:

- Debido a que la fumigadora de tracción humana posee llantas pequeñas y delgadas, no afecta a las plantaciones al pasar, a diferencia de la fumigadora para tractor en la cual el mismo tiene llantas muy anchas y grandes.
- En la fumigadora de tracción humana no existe desperdicio del material de fumigación, debido a la adaptabilidad de la maquina a las plantaciones, mientras que, en la fumigadora para tractor, por la inadaptabilidad de la misma se despliega una sola cortina del material de fumigación, dando lugar al desperdicio tanto en el suelo como en el aire.

#### **e. Aplicaciones**

- Se aplica en terrenos planos
- Se aplica en cultivos de medianas hectáreas

#### **1.4.Bomba semiestacionaria**

En la Figura 11 se presenta la bomba semiestacionaria, ideal para fumigación de herbicidas en pequeñas y medianas dimensiones de cultivos como: invernaderos, parques, huertos, jardines, también sirve para pulverizar detergentes [31]. Las especificaciones de la bomba semiestacionaria se presentan en el Anexo 1.

La bomba semiestacionaria tiene características tales como:

- Ideal para trabajos exigentes de fumigación.
- Tiene todo tipos de repuestos.
- El motor es de cuatro tiempos.
- El alcance de la bomba es de 50 metros.



Figura 11. Motobomba de 4 tiempos.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

##### **1.4.1. Motor de 4 tiempos**

Es un motor más eficiente que produce una reducción en el consumo, contaminación y ruido debido a sus propiedades termodinámicas.

Según el manual de instrucción del motor a gasolina 139F este motor es un motor de gasolina mono cilíndrico, de cuatro tiempos, refrigerado por aire, de tamaño pequeño y liviano, su construcción es simple, la operación y el mantenimiento son fáciles.



El motor se puede utilizar como potencia para bombas de agua, máquinas eléctricas, mini-cultivadores, etc.

El Anexo 2, indica las características técnicas del motor de 4 tiempos.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1. Alternativas para el diseño de la fumigadora**

En este capítulo se analizará tres tipos de máquinas que han sido descritas en el capítulo anterior, en base a cinco parámetros, que serán evaluados en un puntaje de 1 a 10. Además, se considerará un factor de ponderación.

#### **2.2. Parámetros funcionales y de diseño**

Los parámetros a considerar son:

- Costo
- Construcción y montaje
- Alcance de aspersión
- Esfuerzo requerido
- Adaptabilidad a variedad de cultivos

##### **2.2.1. Costo**

Es el costo de fabricación de la máquina, el cual debe ser el más bajo posible, pero tomando en cuenta la calidad en los materiales y construcción de la misma.

##### **2.2.2. Construcción y montaje**

Para este parámetro se considerará la facilidad de construcción y montaje, debido a que algunos elementos puedan ser fabricados en cualquier taller mecánico y otros puedan ser adquiridos en el mercado nacional. En cuanto al montaje de la máquina no debe ser necesario tener personal calificado.

##### **2.2.3. Alcance de aspersión**

El alcance de aspersión se refiere a un mayor número de filas de plantaciones que serán fumigadas en una sola pasada.

##### **2.2.4. Esfuerzo requerido**

Este parámetro debe ser menor para facilitar al operario el desplazamiento de la máquina fumigadora.

### 2.2.5. Adaptabilidad a variedad de cultivos

Este es un parámetro que marca una diferencia en el diseño de la fumigadora respecto a la fumigadora de mochila, consiste en la facilidad para modificar la distancia entre ruedas dependiendo de la separación de los surcos. Además, considera la altura de los aspersores respecto al tamaño de las plantas en crecimiento.

### 2.3. Valorización de los parámetros

En la Tabla 12 se encuentran los valores con su respectiva importancia para calificar a los distintos parámetros:

Tabla 12. Valor asignado para calificación de los parámetros.

<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
1-2	Inaceptable
3-5	Malo
6-8	Bueno
9-10	Excelente

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.3.1. Costo

Tabla 13. Interpretación del costo.

<b>Descripción</b>	<b>Interpretación</b>
Inaceptable	El costo es demasiado alto para la implementación
Malo	El costo es alto para la implementación
Bueno	El costo es asequible para la implementación
Excelente	El costo es muy bajo y rentable para la implementación

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.3.2. Construcción y montaje

Tabla 14. Interpretación de la construcción y el montaje.

<b>Descripción</b>	<b>Interpretación</b>
Inaceptable	Se necesita personal técnico y calificado para la construcción y montaje
Malo	Se necesita experiencia para la construcción y montaje
Bueno	Se necesita seguir los pasos del manual para la construcción y montaje
Excelente	Todas las personas pueden construir y montar la maquina

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.3.3. Alcance de aspersión

Tabla 15. Interpretación del alcance de aspersión.

<b>Descripción</b>	<b>Interpretación</b>
Inaceptable	Se tiene muy poco alcance de aspersión
Malo	Se esparce el líquido en pocas filas de plantaciones
Bueno	Se tiene un alcance moderado de aspersión
Excelente	Tiene gran capacidad de alcance de aspersión

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.3.4. Esfuerzo requerido

Tabla 16. Interpretación del esfuerzo requerido.

<b>Descripción</b>	<b>Interpretación</b>
Inaceptable	Se requiere un gran esfuerzo para usar la máquina
Malo	Se necesita esfuerzos elevados para usar la máquina
Bueno	Se requiere bajo esfuerzo para usar la máquina
Excelente	Se requiere esfuerzos mínimos para usar la máquina

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.3.5. Adaptabilidad a variedad de cultivos

Tabla 17. Interpretación de la adaptabilidad a variedad de cultivos.

Descripción	Interpretación
Inaceptable	No tiene la capacidad de adaptarse a diferentes cultivos en alto y ancho
Malo	Solo se adapta para pequeños cultivos
Bueno	Tiene la capacidad de adaptarse o solo en alto, o solo en ancho
Excelente	Tiene la capacidad de adaptarse a diferentes cultivos en alto y en ancho

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.4. Factor de ponderación

El factor de ponderación se asigna a cada uno de los parámetros que están siendo evaluados, tomando en cuenta la importancia de cada uno dentro de la máquina. La Tabla 18 presenta la asignación numérica a cada parámetro:

Tabla 18. Factor de ponderación.

Parámetros	Valor de ponderación
Costo	2
Construcción y montaje	3
Alcance de aspersión	5
Esfuerzo requerido	4
Adaptabilidad a variedad de cultivos	5

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 2.5. Estudio de alternativas

#### 2.5.1. Alternativa A: Fumigadora de mochila

Dado el apartado 1.3.1. la ventaja más relevante de esta alternativa es el bajo costo que se requiere para adquirir dicha máquina, mientras que, la desventaja que más afecta a esta alternativa es la baja capacidad en litros.

### 2.5.2. Alternativa B: Fumigadora para tractor

Tomando en cuenta el apartado 1.3.2. la ventaja más relevante de esta alternativa es el ancho de fumigado de los aspersores, que cubre un área mucho más grande con su cortina de aspersión, mientras que, la desventaja que más afecta a esta alternativa es el alto costo para su implementación, sin tomar en cuenta la necesidad de poseer un tractor.

### 2.5.3. Alternativa C: Fumigadora de tracción humana

De acuerdo al apartado 1.3.3. la ventaja más relevante de esta alternativa es la capacidad de adaptabilidad para diferentes tipos de cultivos con la misma máquina, mientras que, la única desventaja que afecta a esta alternativa es la necesidad de un operador para desplazar la máquina.

## 2.6. Matriz de decisión

En la Tabla 19 se muestra la calificación otorgada a cada uno de los parámetros de construcción y diseño fumigadora a las tres alternativas:

Tabla 19. Calificación de alternativas según los parámetros de diseño y construcción.

<b>Parámetros</b>	<b>De mochila</b>	<b>Para tractor</b>	<b>Tracción humana</b>
Costo	10	2	8
Construcción y montaje	8	5	8
Alcance de aspersión	4	10	10
Esfuerzo requerido	5	10	9
Adaptabilidad a variedad de cultivos	6	5	10

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

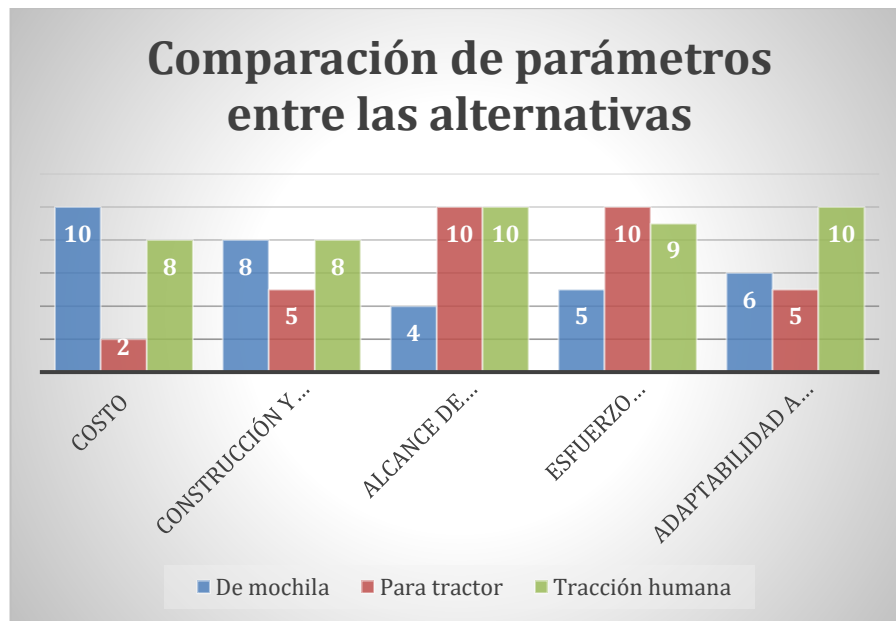


Figura 12. Comparación de parámetros entre las alternativas.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

La Tabla 20 presenta la calificación otorgada con la afectación del factor de ponderación a cada uno de los parámetros de construcción y diseño fumigadora, para diferenciar la importancia de los mismos.

Tabla 20. Matriz de decisión para selección de alternativa.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Parámetros	Factor de ponderación	De mochila		Para tractor		Tracción humana	
		Factor	Calificación	Factor	Calificación	Factor	Calificación
Costo	2	10	20	2	4	8	16
Construcción y montaje	3	8	24	5	15	8	24
Alcance de aspersión	5	4	20	10	50	10	50
Esfuerzo requerido	4	5	20	10	40	9	36
Adaptabilidad a variedad de cultivos	5	6	30	5	25	10	50
<b>TOTAL</b>			<b>114</b>		<b>134</b>		<b>176</b>



Figura 13. Calificación total para cada alternativa.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

**Conclusión:**

Como se puede observar en la Figura 13, la mejor opción que se adaptó a las condiciones del ACAT es la fumigadora de tracción humana con brazos abatibles.



### CAPÍTULO III

## DISEÑO DE LA MÁQUINA FUMIGADORA SEMIAUTOMÁTICA CON DOS BRAZOS ABATIBLES Y TRES METROS DE ASPERSIÓN

### 3.1. Diseño de elementos

Después de haber determinado la mejor alternativa en la construcción de la fumigadora semiautomática es preciso diseñar cada una de las partes que se detallan en la Figura 14.

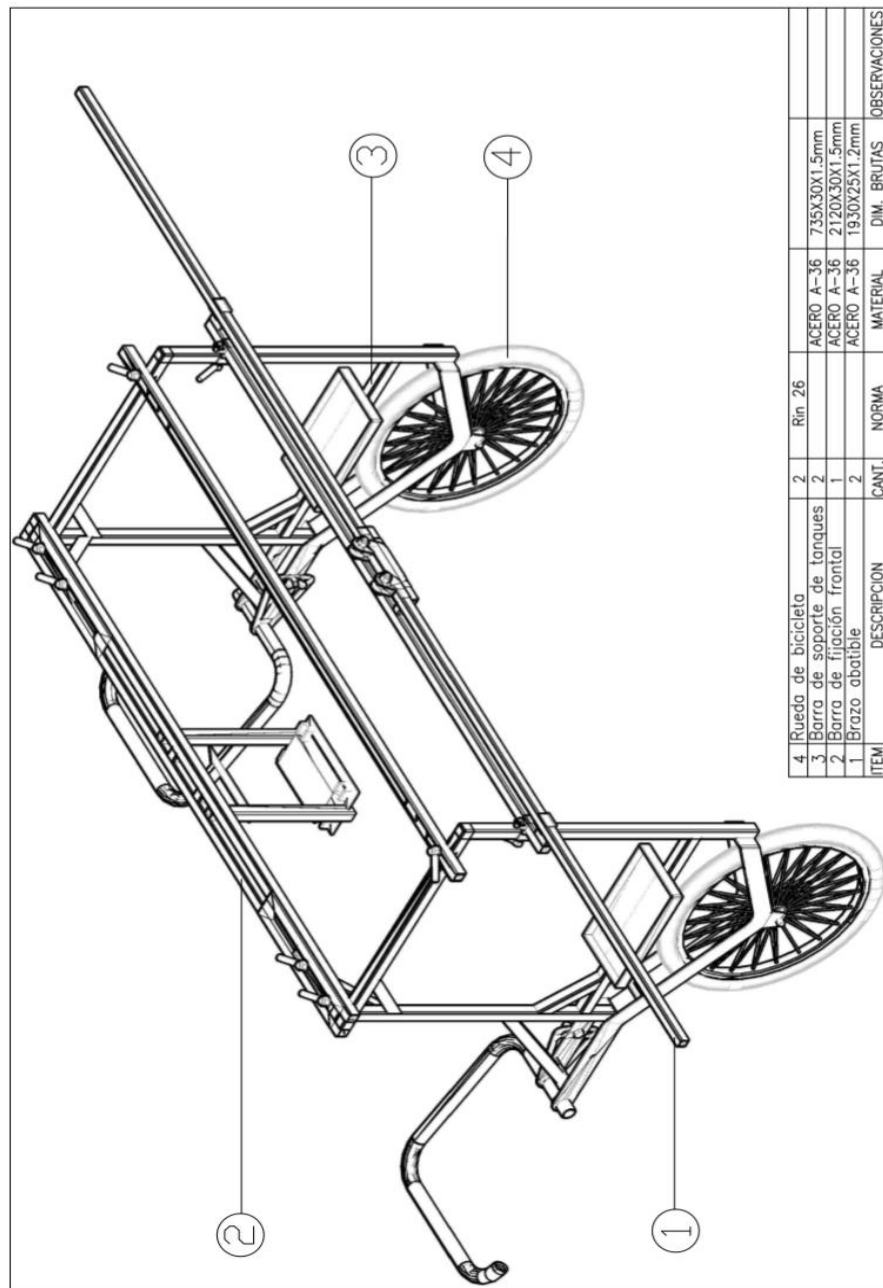


Figura 14. Esquema de la máquina fumigadora.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

### 3.2. Diseño estructural de la máquina fumigadora

El cálculo estructural de la máquina fumigadora semiautomática se realizará mediante el diseño por flexión, y para confirmar el tipo de tubo seleccionado se utilizará la esbeltez.

El material con el que se fabricará la máquina será acero ASTM: A-36 ya que es ligero, fácil de soldar y económico.

#### 3.2.1. Diseño de la barra de fijación frontal

La barra que soportará el peso de la bomba (elemento 2), se señala en la Figura 14 y tomando la longitud máxima de la barra.

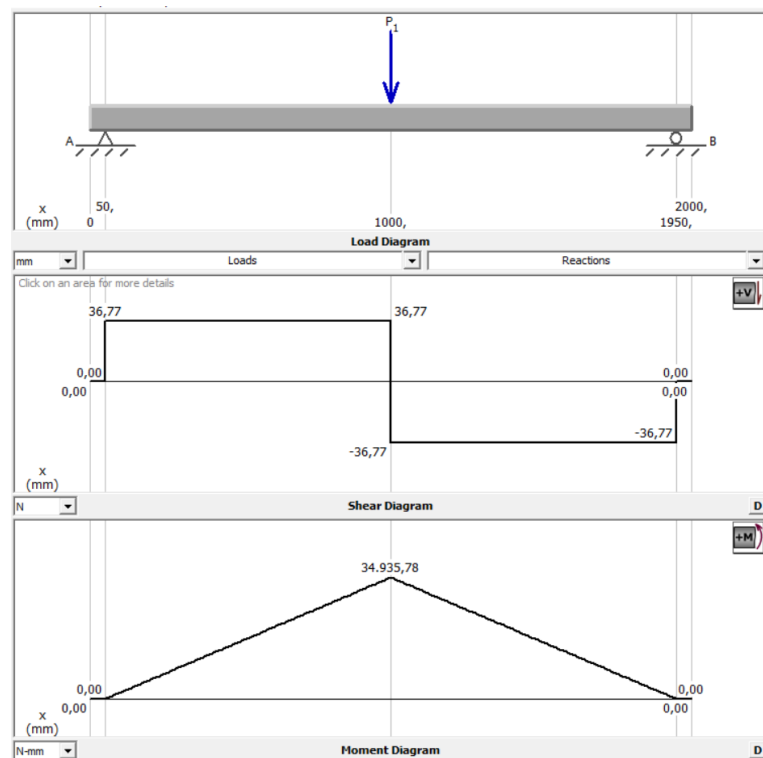


Figura 15. D.C.L. Viga soporte de bomba.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

La fórmula que se utiliza para determinar el momento máximo de la viga está dada por la ecuación (1). Teniendo como datos reales:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{P \times L}{4} \quad (1)$$

Donde:

$P$  = Peso de la bomba [7.5kg][73.549 N]

$L$  = Longitud máxima [200cm]

Sustituyendo los valores verdaderos en la ecuación (1) se tiene:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{7.5 \text{ kg} \times 200 \text{ cm}}{4}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 375 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

A continuaci3n, en la ecuaci3n (2) se muestra la f3rmula para determinar el esfuerzo admisible a flexi3n.

$$Fb = 0.6Fy \quad (2)$$

Donde:

$$Fy = 36 \text{ ksi}$$

Reemplazando los valores verdaderos en la ecuaci3n (2) se tiene:

$$Fb = 0.6 (36 \text{ ksi})$$

$$Fb = 21.6 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} \times \frac{1 \text{plg}^2}{(2.54)^2 \text{cm}^2} \times \frac{1000 \text{lb}}{1 \text{Klb}} \times \frac{1 \text{kg}}{2.2 \text{lb}}$$

$$Fb = 1521.82 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La ecuaci3n 3 permite calcular el m3dulo de la secci3n.

$$Sx = \frac{Mx}{Fb} \quad (3)$$

Donde:

$$Mx = \text{Momento m\acute{a}ximo} [375 \text{kg} \cdot \text{cm}]$$

$$Fb = \text{Esfuerzo admisible a flexi3n} [1521.82 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}]$$

Reemplazando los valores verdaderos en la ecuaci3n (3) se tiene:

$$Sx = \frac{375 \text{kg} \cdot \text{cm}}{1521.82 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$Sx = 0.246 \text{cm}^3$$

Al finalizar estos c\acute{alculos, se elige un tubo que cumpla con la ecuaci3n (4)

$$Sx_{viga} > Sx \quad (4)$$

De acuerdo al manual de DIPAC Manta S.A. presentado en el anexo 3, se eligió tubo mecánico cuadrado de  $30 \times 1.5$ , con las siguientes características:

$$PESO \left[ \frac{kg}{m} \right] = 1.35$$

$$AREA [cm^2] = 1.65$$

$$I [cm^4] = 2.19$$

$$Sx [cm^3] = 1.47$$

$$r [cm] = 1.15$$

Por lo tanto, al reemplazar los valores reales en la ecuación (4) se tiene:

$$1.47cm^3 > 0.246cm^3$$

Cumpliendo así con la condición.

La ecuación (5) muestra la fórmula para el cálculo de la esbeltez.

$$\lambda = \frac{K \times L}{r} \leq 240 \quad (5)$$

Donde:

$K =$  Factor de pandeo [1]

$L =$  Longitud [200cm]

$r =$  Radio de curvatura [1.15cm]

Reemplazando los valores verdaderos en la ecuación (5) se tiene:

$$\lambda = \frac{1 \times 200cm}{1.15cm} \leq 240$$

$$\lambda = 173.91 \leq 240$$

Cumpliendo así con la condición y confirmando que el tubo elegido es el correcto.

La viga elegida soporta el peso de la motobomba, sin embargo, por motivos de diseño se coloca 2 vigas.

### 3.2.2. Diseño de la barra de soporte de tanques

La barra que soportará el peso del tanque que contiene el líquido con el cual se fumigará (elemento 3), se señala en la Figura 14.

Como indica la Figura 14, la viga está empotrada, sin embargo, debido a que el área de soldadura es muy pequeña, se toma como una viga con soporte lateral, tal como muestra la Figura 16.

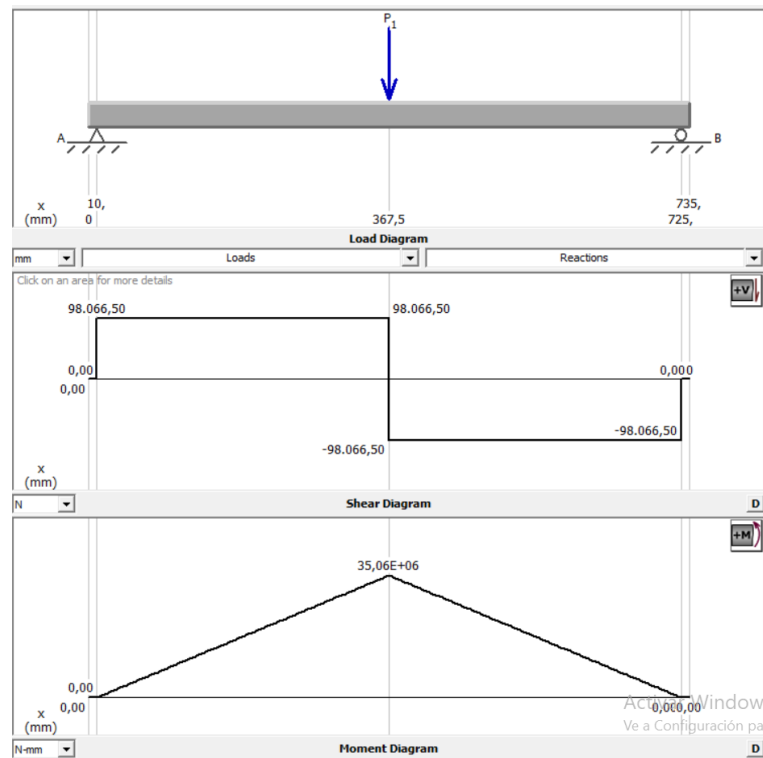


Figura 16. D.C.L. Viga soporte tanque.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

La fórmula que se utiliza para determinar el momento máximo de la viga está dada por la ecuación (1). Teniendo como datos reales:

$$P = \text{Peso del tanque } [20\text{kg}][196.133\text{N}]$$

$$L = \text{Longitud máxima } [73.5\text{cm}]$$

Sustituyendo los valores verdaderos en la ecuación (1) se tiene:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{20 \text{ kg} \times 73.5 \text{ cm}}{4}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 367.5 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Así mismo reemplazando los valores verdaderos en la ecuación (2) tenemos:

$$Fb = 0.6 (36 \text{ ksi})$$

$$Fb = 21.6 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} \times \frac{1 \text{plg}^2}{(2.54)^2 \text{cm}^2} \times \frac{1000 \text{lb}}{1 \text{Klb}} \times \frac{1 \text{kg}}{2.2 \text{lb}}$$

$$Fb = 1521.82 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La ecuación (3) permite calcular el módulo de la sección, reemplazando los valores verdaderos.

$$Sx = \frac{367.5 \text{kg} \cdot \text{cm}}{1521.82 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$Sx = 0.241 \text{cm}^3$$

Al finalizar estos cálculos, se elige un tubo que cumpla con la ecuación (4)

$$Sx_{viga} > Sx$$

De acuerdo al manual de DIPAC Manta S.A. presentado en el Anexo 3, se eligió tubo mecánico cuadrado de  $30 \times 1.5$ , con las siguientes características:

$$PESO \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] = 1.35$$

$$AREA [\text{cm}^2] = 1.65$$

$$I [\text{cm}^4] = 2.19$$

$$Sx [\text{cm}^3] = 1.47$$

$$r [\text{cm}] = 1.15$$

Por lo tanto, al reemplazar los valores reales en la ecuación (4) se tiene:

$$1.47\text{cm}^3 > 0.241\text{cm}^3$$

Cumpliendo así con la condición.

Una vez seleccionado el tubo y con los valores reales, mediante la ecuación (5) se procede al cálculo de la esbeltez.

$$\lambda = \frac{1 \times 73.5\text{cm}}{1.15\text{cm}} \leq 240$$

$$\lambda = 63.91 \leq 240$$

Cumpliendo así con la condición y confirmando que el tubo elegido es el correcto.

### 3.2.3. Diseño de los brazos abatibles

Para el cálculo de los brazos abatibles que portan las boquillas de aspersión (elemento 1), señalada en la siguiente Figura 14, se considera su propio peso, ya que, el peso de los aspersores no es considerable, asimismo, debido a que los brazos abatibles son simétricos, se hará el cálculo de un solo extremo.

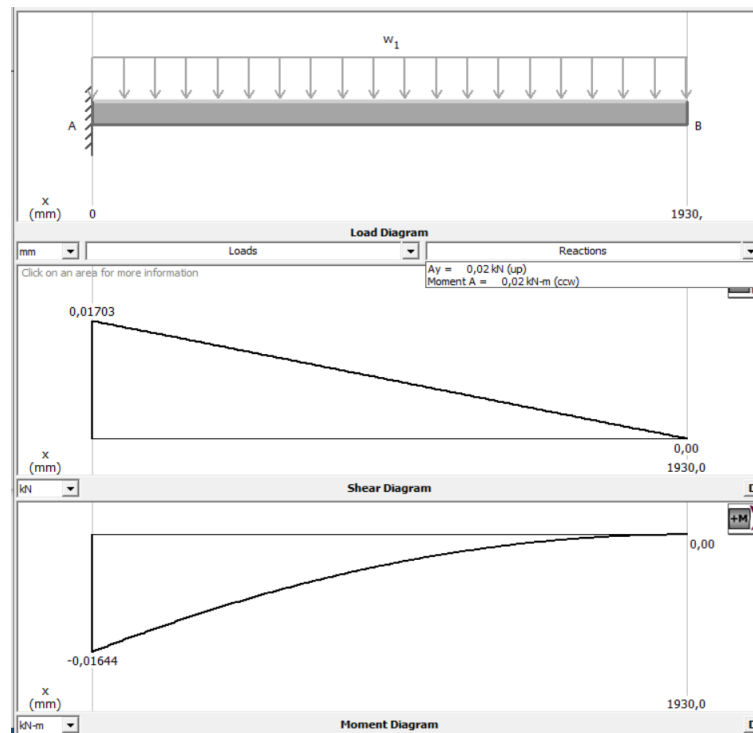


Figura 17. Brazo abatible porta boquillas.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Para este caso en particular, primero se ha seleccionado el tubo con el cual se verificará que cumpla con las condiciones necesarias.

De acuerdo al manual de DIPAC Manta S.A. presentado en el Anexo 4, se eligió tubo mecánico cuadrado de  $25 \times 1.2$ , con las siguientes características:

$$PESO \left[ \frac{kg}{m} \right] = 0.90$$

$$AREA [cm^2] = 1.14$$

$$I [cm^4] = 1.08$$

$$Sx [cm^3] = 0.87$$

$$r [cm] = 0.97$$

La fórmula que se utiliza para determinar el momento máximo de la viga está dada por la ecuación (6).

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{W \times L^2}{2} \quad (6)$$

Donde:

$$W = \text{Peso del tubo} \left[ 0.9 \frac{kg}{m} \right]$$

$$L = \text{Longitud máxima} [193cm]$$

Reemplazando los datos verdaderos en la ecuación (6) se tiene:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{0.90 \frac{kg}{m} \times (193)^2 cm^2}{2} \times \frac{1m}{100cm}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 167.62 kg \cdot cm$$

Así mismo reemplazando los valores verdaderos en la ecuación (2) tenemos:

$$Fb = 0.6 (36 ksi)$$

$$Fb = 21.6 \frac{Klb}{plg^2} \times \frac{1plg^2}{(2.54)^2 cm^2} \times \frac{1000lb}{1Klb} \times \frac{1kg}{2.2lb}$$



$$Fb = 1521.82 \frac{kg}{cm^2}$$

La ecuación (3) permite calcular el módulo de la sección, reemplazando los datos verdaderos.

$$Sx = \frac{167.62kg \cdot cm}{1521.82 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$Sx = 0.11cm^3$$

Por lo tanto, al reemplazar los valores reales en la ecuación (4) se tiene:

$$Sx_{viga} > Sx$$

$$0.87cm^3 > 0.11cm^3$$

Cumpliendo así con la condición.

Para este caso, verificaremos la deflexión o flecha que tendrá la viga, en la ecuación (7) se indica la ecuación para la flecha:

$$\Delta = \frac{W \times L^4}{8EI} \quad (7)$$

Donde:

$$W = \text{Peso del tubo} \left[ 0.9 \frac{kg}{m} \right] = \left[ 0.009 \frac{kg}{cm} \right]$$

$$L = \text{Longitud máxima} [193cm]$$

$$E = \text{Módulo de elasticidad} [2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}]$$

$$I = \text{Momento de inercia} [1.08cm^4]$$

Por lo tanto, al reemplazar los valores verdaderos en la ecuación (7) tenemos:

$$\Delta = \frac{0.009 \frac{kg}{cm} \times (193)^4 cm^4}{8 \left[ \left( 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2} \right) (1.08cm^4) \right]}$$

$$\Delta = 0.68 cm$$

Así podemos concluir que la viga flejará 0.68cm.

### 3.3.Cálculo de la fuerza de arrastre de la máquina fumigadora

Para el cálculo de la fuerza de arrastre (F) que indica la Figura 18, se debe conocer el peso total de la máquina, por lo que se realiza el cálculo de cada una de las partes que conforman la fumigadora.

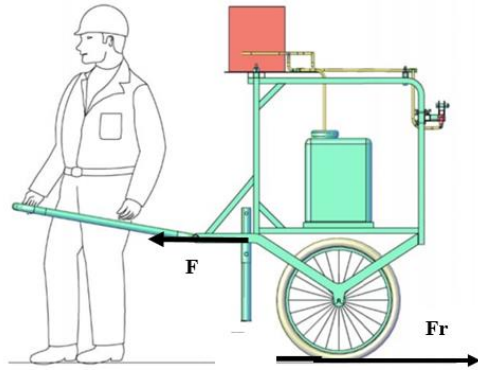


Figura 18. Fuerza de empuje.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

- Tubo de arrastre

$$P_B = 2(L \times P)$$

$$P_B = 2 \left( 1.349m \times 8.46 \frac{kg}{6m} \right)$$

$$P_B = 3.80 \text{ kg}$$

- Barra de fijación posterior

$$P_{BP} = (L \times P)$$

$$P_{VB} = \left( 2.00m \times 1.35 \frac{kg}{m} \right)$$

$$P_{VB} = 2.70 \text{ kg}$$

- Barra de fijación frontal

$$P_{BF} = 2(L \times P)$$

$$P_{BF} = 2 \left( 2.10m \times 1.35 \frac{kg}{m} \right)$$

$$P_{BF} = 5.67 \text{ kg}$$

- Platinas

$$P_P = 10 \text{ kg}$$

- Pata articulada

$$P_S = 2(L \times P)$$

$$P_S = 2 \left( 0.67558m \times 0.9 \frac{kg}{m} \right)$$

$$P_S = 1.21 \text{ kg}$$

- Estructura del cuadro

$$P_E = 2(L \times P)$$

$$P_E = 2\left(4.6m \times 1.35 \frac{kg}{m}\right)$$

$$P_E = 12.42 \text{ kg}$$

- Bandeja para tanques

$$P_{ST} = 2(L \times P)$$

$$P_{ST} = 2\left(0.11m \times 0.75 \frac{kg}{m}\right)$$

$$P_{ST} = 0.16 \text{ kg}$$

- Soporte de brazos abatibles

$$P_{PA} = (L \times P)$$

$$P_{PA} = \left(2.71m \times 1.35 \frac{kg}{m}\right)$$

$$P_{PA} = 3.65 \text{ kg}$$

- Brazos abatibles

$$P_{VA} = 2(L \times P)$$

$$P_{VA} = 2\left(1.89m \times 0.90 \frac{kg}{m}\right)$$

$$P_{VA} = 3.40 \text{ kg}$$

- Tanque

$$\text{Suponiendo } \delta_{H_2O} = 997 \frac{kg}{m^3}$$

$$P_{TA} = 20L = 19.99kg$$

$$P_{TA} = 2(19.99kg)$$

$$P_{TA} = 39.88 \text{ kg}$$

- Bomba

$$P_{Bomba} = 7.50 \text{ kg}$$

Una vez que se obtuvo el peso de cada una de las partes, es momento de obtener el peso total de la máquina, mediante la ecuación (8)

$$P_T = P_B + P_{VB} + P_{BF} + P_P + P_S + P_E + P_{ST} + P_{PA} + P_{VA} + P_{TA} + P_{Bomba} \quad (8)$$

$$P_T = (3.80 + 2.70 + 5.67 + 10 + 1.21 + 12.42 + 0.16 + 3.65 + 3.40 + 39.88 + 7.50)kg$$

$$P_T = 90.39 \text{ kg}$$

Considerando que la fuerza de arrastre podría ser el 50% del peso total de la máquina, la fuerza que cada operario deberá generar será de 22.6 kg aproximadamente por el desplazamiento de la máquina.

### 3.4.Cálculo de la presión de la bomba

Para este cálculo, se toma los valores del Anexo 5 a una temperatura de agua promedio de 15°C, la cual pasará por una tubería de 8mm.

$$T_{prom} = 15^{\circ}C$$

$$\gamma_{H2O} = 9.81 \frac{kN}{m^3}$$

$$\rho_{H2O} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\eta_{H2O} = 1.15 \times 10^{-3} Pa \cdot s$$

Y de igual manera para obtener el dato de la rugosidad de la tubería de Ø8mm, se toma los valores del Anexo 6 para una tubería de plástico.

$$\epsilon = 3.0 \times 10^{-7} m$$

El caudal en cada uno de los aspersores de un solo ramal, se obtuvo con un ensayo de vertedero, y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 21. Pruebas de campo.

<b>PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>ASPERSOR</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>PRESIÓN ASPERSORES</b>
1 (Externo)	5 L	00:07:36:28	88 PSI
2 (Interno)	5 L	00:07:42:09	88 PSI

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

La Tabla 21 quiere decir que cada uno de los 4 aspersores tendrá una presión de salida de 88 PSI.

Mediante la fórmula (9) se obtiene el caudal en cada uno de los aspersores.

$$Q = \frac{v}{t} \quad (9)$$

Donde:

$V = \text{Volumen [L]}$

$Q_{salida} = \text{Caudal } \left[\frac{m^3}{s}\right]$

$t = \text{tiempo [s]}$

- Aspersor 1

$$Q_{salida\ 1} = \frac{5\ L}{456\ s} \times \frac{0.001m^3}{1L}$$

$$Q_{salida\ 1} = 1.096 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

- Aspersor 2

$$Q_{salida\ 2} = \frac{5\ L}{462\ s} \times \frac{0.001m^3}{1L}$$

$$Q_{salida\ 2} = 1.082 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

La ecuación (10) presenta la fórmula para obtener la velocidad del fluido al salir del aspersor.

$$V_2 = \frac{Q_{salida}}{A} \quad (10)$$

Donde:

$V_2 = \text{Velocidad de salida del fluido } \left[\frac{m}{s}\right]$

$Q_{salida} = \text{Caudal de salida } \left[\frac{m^3}{s}\right]$

$A = \text{Área de la manguera } [m^2]$

- Aspersor 1

$$V_{2a} = \frac{1.096 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi}{4} (0.008)^2 m^2}$$

$$V_{2a} = 0.218 \frac{m}{s}$$

- Aspersor 2

$$V_{2b} = \frac{1.082 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi}{4} (0.008)^2 m^2}$$

$$V_{2b} = 0.215 \frac{m}{s}$$

De acuerdo a las velocidades obtenidas, y debido a que las mismas no varían significativamente, se concluye que existe una velocidad de salida de  $V_2 = 0.22 \frac{m}{s}$ .

En la ecuación (11) se presenta la fórmula para encontrar el caudal total, cabe mencionar que el caudal de salida 1 y 2 se multiplica por 2 debido a que son 2 ramales.

$$Q_{total} = 2 \times Q_{salida\ 1} + 2 \times Q_{salida\ 2} \quad (11)$$

$$Q_{total} = 2 \times 1.096 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s} + 2 \times 1.082 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{total} = 4.35 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Ya que el caudal de entrada es igual a la suma de todos los caudales de salida, se concluye que  $Q_{entrada} = Q_{total}$

Y de la misma forma se obtiene la velocidad de entrada

$$V_1 = \frac{4.35 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi}{4} (0.008)^2 m^2}$$

$$V_1 = 0.865 \frac{m}{s}$$

Para verificar que el flujo sea laminar o turbulento se presenta la ecuación (12).

$$N_R = \frac{V_1 \times D \times \rho}{\eta} \quad (12)$$

Donde:

$N_R = \text{Número de Reynolds}$

$V_1 = \text{Velocidad de entrada del fluido} \left[ \frac{m}{s} \right]$

$D = \text{Diámetro de la manguera} [m]$

$\rho = \text{Densidad del fluido } \left[\frac{kg}{m^3}\right]$

$\eta = \text{Viscosidad dinámica } [Pa \cdot s]$

Reemplazando los datos reales en la ecuación (11) se tiene:

$$N_R = \frac{0.865 \frac{m}{s} \times 0.008m \times 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.15 \times 10^{-3} Pa \cdot s}$$
$$N_R = 6020.21$$

Por lo tanto se concluye que el flujo es turbulento ya que  $N_R > 4000$ .

Una vez comprobado que el flujo es turbulento, se procede con el cálculo de las pérdidas mayores y menores de energía ( $h_L$ ) que existirá en el flujo de manguera.

Las pérdidas mayores están dadas por la ecuación (13).

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V_1^2}{2g} \quad (13)$$

Donde:

$f = \text{factor de fricción}$

$L = \text{Longitud de manguera } [m]$

$g = \text{Gravedad } \left[\frac{m}{s^2}\right]$

Sin embargo, primero se debe obtener el factor de fricción que se presenta en la ecuación (14).

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \log \left( \frac{1}{3.7 \left( \frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{(N_R)^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (14)$$

Donde:

$\epsilon = \text{Rugosidad } [m]$

Reemplazando los datos verdaderos en la ecuación (14) se tiene:

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \log \left( \frac{1}{3.7 \left( \frac{0.008m}{3.0 \times 10^{-7}m} \right)} + \frac{5.74}{(1.1 \times 10^4)^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.03$$

Ya con el factor de fricción, se procede a realizar el cálculo de las pérdidas mayores señaladas en la ecuación (13).

$$h_{LM} = 0.03 \cdot \frac{6.5m}{0.008m} \cdot \frac{(0.865 \frac{m}{s})^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})}$$

$$h_{LM} = 0.93m$$

Posteriormente, se calculan las pérdidas menores, las cuales se refieren a las pérdidas de energía que existe en los diferentes accesorios.

Para poder encontrar el factor de fricción ( $f_T$ ) es necesario la intersección entre  $\frac{D}{\epsilon}$  y la línea de turbulencia completa, que se muestra en el diagrama de Moody, en el anexo 7, así pues tenemos que el  $f_T$  será:

$$f_T = 0.0098$$

Para las pérdidas de energía tanto de codos, válvulas y tees la fórmula está representada por la ecuación (12).

$$h_L = K \frac{V_1^2}{2g} \quad (12)$$

Donde:

$$K = \frac{Le}{D} \cdot f_T \quad (13)$$

El valor de  $\frac{Le}{D}$  se lo encuentra en el anexo 8.

Luego encontraremos el valor  $K$  para las tes ( $K_T$ ), codos ( $K_C$ ) y válvulas ( $K_V$ ):

$$K_T = 20 \cdot 0.0098$$

$$K_T = 0.196$$

$$K_C = 30 \cdot 0.0098$$



$$K_C = 0.294$$

$$K_V = 340 \cdot 0.0098$$

$$K_V = 3.33$$

A continuación, se calculará la pérdida menor de energía que existe en el sistema.

Por lo tanto, ya que existen 3 tees, 2 codos y 2 válvulas de globo, tal como muestra el anexo 9, la ecuación de pérdida menor de energía total queda:

$$h_{Lm} = (3K_T + 2K_C + 2K_V) \frac{V_1^2}{2g}$$

$$h_{Lm} = (3 \times 0.196 + 2 \times 0.294 + 2 \times 3.33) \frac{(0.865 \frac{m}{s})^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})}$$

$$h_{Lm} = 0.298m$$

Una vez encontradas las pérdidas mayores y menores se proceden a encontrar la pérdida de energía total en el sistema., que se detalla en la ecuación (14)

$$h_{LT} = h_{LM} + h_{Lm} \quad (14)$$

$$h_{LT} = 0.93m + 0.298m$$

$$h_{LT} = 1.23m$$

Para encontrar la presión de la bomba es emplea la siguiente ecuación (15).

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_A - h_R - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (15)$$

Donde:

$P =$  Presión [kN]

$Z =$  Altura [m]

$h_A =$  Pérdidas por bomba

$h_R =$  Pérdidas por motor, turbina, etc.

Ya que no existe perdidas por bomba o motor, la ecuación (15) quedaría:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} - h_{LT} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$P_1 = \left( \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + h_{LT} \right) \times \gamma$$

$$P_1 = \left( \frac{606.739 \frac{kN}{m^2}}{9.81 \frac{kN}{m^3}} + \frac{(0.22 \frac{m}{s})^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})} - \frac{(0.865 \frac{m}{s})^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})} + 1.23m \right) \times 9.81 \frac{kN}{m^3}$$

$$P_1 = 618.455 \frac{kN}{m^2} = 90 \text{ PSI}$$

De esta manera podemos determinar que la presión mínima que debe tener la bomba para que los aspersores funcionen correctamente es de **90 PSI**

### 3.5. Selección de llantas

Para la selección de las llantas se debe verificar el peso que deben soportar las mismas, se toma la máquina fumigadora como un objeto sólido, tal como indica la Figura 19.

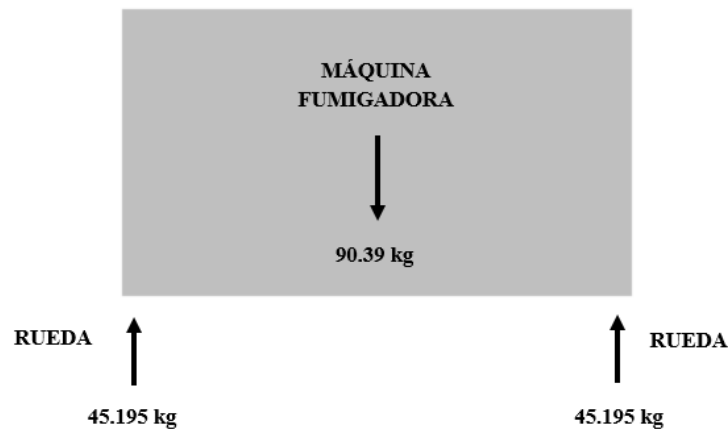


Figura 19. D.C.L. Soporte de ruedas.

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Ya que existen 2 soportes de ruedas, cada uno soportará el 50% del peso de la máquina.

Por lo que el peso que debe soportar cada llanta es de 45.195 kg.

De acuerdo a Leigh [32] el peso que soporta una rueda de bicicleta montañera es de 90kg a 136kg, por lo que se seleccionó una llanta con aro de acero reforzado rin 26, la cual soporta el peso requerido.

### **3.6. Conclusión del diseño**

Una vez realizados todos los cálculos y mediante el software AutoCAD se diseñó la máquina fumigadora, presentada en el Anexo 10, esta máquina está diseñada ergonómicamente para adaptarse a cualquier persona, tal como indica el Anexo 11, y de la misma manera está creada para ajustarse a los 4 tipos de cultivos que maneja el ACAT de Tanicuchí, propuesta en el Anexo 12.

### **3.7. Resultados de pruebas de campo**

Según las pruebas de campo realizadas, que se muestran en el Anexo 13 se obtuvieron los siguientes resultados:

- La fuerza de empuje que cada uno de los operarios necesita al momento de utilizar la máquina, no es excesiva, confirmando que la fumigadora es liviana, por lo que, se puede trabajar sin ningún problema, evitando lesiones y reduciendo el tiempo de fumigación.
- Se ha comprobado que los sistemas de regulación de altura y ancho se ajustan a las medidas de cada uno de los cultivos antes mencionados, fumigando lo justo y necesario, evitando que la plantación se estropee y así mismo, que no haya desperdicios del líquido fumigador.
- Durante el avance de la máquina se comprobó que los materiales elegidos son aptos para el trabajo a realizar, debido a que, los tubos son rígidos y mantienen el equilibrio de la máquina, evitando que las vibraciones emitidas por la motobomba y las condiciones de trabajo afecten al proceso de fumigación.
- Finalmente, las ruedas seleccionadas son capaces de soportar el peso de la máquina sin sufrir ninguna deformación, así mismo, el labrado de las mismas facilita el movimiento de la fumigadora, aligerando la carga y evitando el estancamiento.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE COSTOS PARA FABRICACIÓN DE LA FUMIGADORA

Para obtener el costo total de la fumigadora se toma en cuenta los costos directos e indirectos, los cuales se detallan a continuación:

Costos directos:

- Costos de materia prima
- Costos de elementos normalizados
- Costos de mano de obra

Costos indirectos:

- Costos mano de obra indirecta
- Costos de materiales consumibles

#### 4.1. Costos directos

Son los que intervienen directamente en el producto que se brindará.

La máquina será construida en la ciudad de Ibarra en el taller mecánico “EL MUNDO DEL PERNO”

##### 4.1.1. Costos de materia prima

En la Tabla 22 se detalla los costos que tienen que ver con la materia prima, la cual se transformará y se incorporará en la máquina fumigadora.

Tabla 22. Detalle del costo de cada material.

PROVE	DESCRIPCIÓN	UNI	CANT	\$ C/U	TOTAL
DIPAC	Tubo mecánico cuad 30x30x1.5mm	EA	4	7,43	29,79
DIPAC	Tubo mecánico cuad 25x25x1.2mm	EA	1	4,53	4,53
DIPAC	Tubo mecánico redondo	EA	1	8,81	8,81
DIPAC	Perfil en AL 25x25x2mm	EA	1	5,99	5,99
DIPAC	Plancha de acero 610x610x2mm	EA	1	7,00	7,00

DIPAC	Plancha de acero 1220x610x3mm	EA	1	13,08	13,08
				<b>TOTAL</b>	<b>69,20</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.1.2. Costos de elementos normalizados

La Tabla 23 presenta todos los elementos disponibles en el mercado y que se le incorpora directamente a la máquina fumigadora, sin necesidad de pasar por un proceso de transformación.

Tabla 23. Costo de elementos normalizados.

DESCRIPCIÓN	UNI	CANT	\$ C/U	TOTAL
Perno 5/8" x 3"	EA	6	0,80	4,80
Perno 5/8" x 1"	EA	2	0,35	0,70
Tuerca 5/8"	EA	8	0,25	2,00
Perno 1/4" x 2"	EA	8	0,14	1,12
Tuerca mariposa 1/4"	EA	8	0,10	0,80
Perno 5/16" x 3/4"	EA	2	0,08	0,16
Tuerca mariposa 5/16"	EA	2	0,28	0,56
Perno 10 x 45mm y tuerca	EA	4	0,40	1,60
Perno 6 x 60mm	EA	4	0,15	0,60
Arandela de presión 5/8"	EA	4	0,04	0,16
Arandela de presión 1/4"	EA	4	0,05	0,20
T de bronce rosca NPT 1/4"	EA	7	2,50	17,50
Acople bronce M-M rosca NPT 1/4"	EA	6	0,70	4,20
Juego acople manguera 1/4" M-H	EA	6	2,00	12,00
Manguera caucho y lona 1/2" 300PSI	M	3	2,60	7,80
T flex 1/2"	EA	1	0,47	0,47
Boquillas D-5	EA	6	5,00	30,00
Llave M-M 1/4"	EA	2	4,50	9,00
Férulas	EA	8	1,00	8,00

Regatón redondo 1 ½"	EA	2	0,10	0,20
Tanque fumigadora manual 20L	EA	2	10,00	20,00
Correas de sujeción	EA	2	2,50	5,00
Llanta y tubo	EA	2	12,00	24,00
Aros reforzados	EA	2	15,00	30,00
Tapón de bronce NPT 1/4"	EA	2	0,50	1,00
Pintura, fondo, thinner	EA	1	40,00	40,00
Bomba de 4 tiempos semi-estacionaria	EA	1	170,00	170,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 391,87</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.1.3. Costos de mano de obra

Tabla 24. Costos de mano de obra.

SERVICIO	HORAS	COSTO/HORA	TOTAL
Diseñador	30	5,00	150,00
Operario Torno	1/3	6,00	2,00
Operario Taladro	9	2,50	22,50
Operario Soldadura MIG	20	4,00	80,00
Operario Sierra cinta	13	1,00	13,00
Operario Dobladora	1/2	8,00	4,00
Operario Cortadora plasma	1	40,00	40,00
Maestro Pintor	11	30,00	30,00
Mecánico Montaje / Ensamble	2	4,00	8,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 349,50</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.1.4. Costos totales directos

Tabla 25. Costos totales directos

COSTOS DIRECTOS	TOTAL
Materia prima	69,20
Elementos normalizados	391,87
Mano de obra	349,50
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 810,57</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.2. Costos indirectos

Son los que ayudan a obtener el producto final, es decir, afectan al proceso productivo en general, sin embargo, no son determinables fácilmente y por esta razón no pueden ser establecidos en grupos específicos de costos.

##### 4.2.1. Costos mano de obra indirecta

Tabla 26. Costos mano de obra indirecta

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HORAS</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>TOTAL</b>
Encargado Amoladora	6	1,00	6,00
Encargado Esmeril	5	0,50	2,50
Encargado Sierra de mano	2	0,50	1,00
Encargado Lima de mano	2	0,75	1,50
Encargado Taladro de mano	1	2,50	2,50
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 13,50</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

##### 4.2.2. Costos materiales consumibles

Tabla 27. Costos materiales consumibles

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>\$ C/U</b>	<b>TOTAL</b>
Disco de corte pequeño (amoladora)	1	1,90	1,90
Disco de piedra (amoladora)	2	2,00	4,00
Hoja de sierra de mano	1	1,00	1,00
Guantes segunda piel	2	4,00	8,00
Antiparras	2	2,00	4,00
Guaípe	2	0,25	0,50
Lija de agua N°100	3	0,50	1,50
Disco flap	1	3,00	3,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 23,90</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.2.3. Costos totales indirectos

Tabla 28. Costos totales indirectos.

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>TOTAL</b>
Mano de obra indirecta	13,50
Materiales consumibles	23,90
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 37,40</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.3. Costo total de la máquina

Tabla 29. Costo total de la máquina.

<b>COSTOS</b>	<b>TOTAL</b>
Directos	810,57
Indirectos	37,40
<b>SUB TOTAL</b>	<b>847,97</b>
Imprevistos 10%	84,79
<b>TOTAL</b>	<b>\$932,76</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

En la Tabla 29 es posible apreciar una sumatoria de costos directos e indirectos, además de este resultado se debe asumir un 10% de imprevistos presentados durante la elaboración de la máquina, con un resultado total de **\$932,76**

Actualmente, en el mercado existen máquinas similares con precios inferiores al valor obtenido, pero estas máquinas están en una condición técnica inferior a la fumigadora que se presenta en este proyecto, en cuanto a: adaptabilidad a diferentes tipos de cultivo en ancho y altura, capacidad en litros suficientes para cubrir un hectárea en dependencia de la etapa y del tipo de cultivo, dimensiones de la máquina que proporcionan estabilidad y rangos de variabilidad para diferentes cultivos, fácil de usar, posee su propia motobomba semiestacionaria incorporada y su peso ligero permite desplazar fácilmente la máquina al operario. Por esta razón está justificada la construcción de la máquina fumigadora de acuerdo al costo.

#### 4.4. Análisis económico

Para encontrar la rentabilidad que justificará el proyecto, es obligatorio un análisis económico que contenga en detalle los ingresos, egresos e inversión inicial, necesarios en la implementación del mismo, tomando en cuenta la depreciación de este tipo de máquina.



#### 4.4.1. Depreciación

Dicha maquina industrial posee una depreciación de 10 años, en otras palabras, el valor de esta máquina disminuirá anualmente durante este período.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo total de la máquina}}{\text{Años de vida util}}$$

$$\text{Depreciación anual} = \frac{932,72 \text{ dólares}}{10 \text{ años}} = 93,27 \frac{\text{dólares}}{\text{año}}$$

Tabla 30. Datos para Depreciación anual.

<b>Datos</b>	
Precio Máquina (\$)	932,72
Tiempo de vida útil (años)	10
Tiempo de depreciación (años)	10
Valor Residual	93,27
Depreciación anual (\$/año)	83,945

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Tabla 31. Depreciación anual.

Años	Depreciación		Valor
	Anual (\$)	Acumulada (\$)	Anual(\$)
0	0	0	932,72
1	83,95	83,95	848,78
2	83,95	167,89	764,83
3	83,95	251,84	680,89
4	83,95	335,78	596,94
5	83,95	419,73	513,00
6	83,95	503,67	429,05
7	83,95	587,62	345,11
8	83,95	671,56	261,16
9	83,95	755,51	177,22
10	83,95	839,45	93,27

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.4.2. Egresos agrícolas

Los egresos o gastos necesarios para el cultivo, fumigación y cosecha de las plantaciones se basan principalmente en: los pagos a trabajadores, materiales e insumos, renta del tractor y servicio básicos, como el agua potable. A continuación, en las Tablas 32, 33, 34, 35 se presenta detallado los egresos de los 4 tipos de cultivos a manejar. Los egresos totales de cada tipo de cultivo se dan por cosecha, es decir los presentes costos solo se hacen 2 veces al año como promedio.

Tabla 32. Egresos promedio de maíz por cosecha.

<b>Descripción</b>	<b>Con fumigadora de mochila(\$)</b>	<b>Con la nueva fumigadora(\$)</b>
Trabajadores	500	350
Materiales e insumos	420	420
Servicios Básicos	120	120
Tractor	150	150
<b>TOTAL</b>	<b>1200</b>	<b>1050</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Tabla 33. Egresos promedio de papa por cosecha.

<b>Descripción</b>	<b>Con fumigadora de mochila(\$)</b>	<b>Con la nueva fumigadora(\$)</b>
Trabajadores	1340	1000
Materiales e insumos	1300	1300
Servicios Básicos	200	200
Tractor	150	150
<b>TOTAL</b>	<b>3000</b>	<b>2650</b>

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Tabla 34. Egresos promedio de chocho por cosecha.

<b>Descripción</b>	<b>Con fumigadora de mochila(\$)</b>	<b>Con la nueva fumigadora(\$)</b>
Trabajadores	410	300
Materiales e insumos	320	320
Servicios Básicos	120	120
Tractor	150	150
<b>TOTAL</b>	1000	890

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Tabla 35. Egresos promedio de quinua por cosecha.

<b>Descripción</b>	<b>Con fumigadora de mochila(\$)</b>	<b>Con la nueva fumigadora(\$)</b>
Trabajadores	430	320
Materiales e insumos	300	300
Servicios Básicos	120	120
Tractor	150	150
<b>TOTAL</b>	1000	890

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

#### 4.4.3. Flujo neto efectivo

Al considerar los egresos y la continuidad con la que se dan las cosechas al año, se realiza la Tabla 36, la cual expone un flujo neto de efectivo durante este ciclo de cada 6 meses, antes de implementar la nueva fumigadora.

Tabla 36. Flujo neto de efectivo por cada cultivo, sin fumigadora.

Cosecha	Tipo de cultivo	Ingresos cada 6 meses (\$)	Egresos cada 6 meses(\$)	Flujo neto de efectivo cada 6 meses (\$)
1	Maíz	2400	1200	1200
2	Papa	5000	3000	2000
3	Chocho	5000	1000	4000
4	Quinua	4000	1000	3000

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

De la misma forma, se tiene la Tabla 37, la cual expone un flujo neto de efectivo durante este ciclo de cada 6 meses, pero esta vez con la nueva fumigadora.

Tabla 37. Flujo neto de efectivo por cada cultivo, con fumigadora.

Cosecha	Tipo de cultivo	Ingresos cada 6 meses (\$)	Egresos cada 6 meses(\$)	Flujo neto de efectivo cada 6 meses (\$)
1	Maíz	2400	1050	1350
2	Papa	5000	2650	2350
3	Chocho	5000	890	4110
4	Quinoa	4000	890	3110

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

En la Tabla 38 se puede constatar que cada año sólo tiene lugar para 2 cultivos, puesto que sólo se cuenta con 8000 metros cuadrados y se debe culminar una cosecha para proceder a la segunda del año.

El tipo de cultivo depende de la temporada, por esta razón no se puede saber exactamente que cultivos son más continuos, aun así, se trata de balancear el cálculo intercalando los cultivos por año.

Tabla 38. Flujo neto de efectivo, sin fumigadora.

	Tipos de cultivo	Proyección de ingresos	Proyección de egresos	Depreciación anual(\$)	Flujo neto de efectivo anual (\$)
Año		Ingreso anual(\$)	Egreso anual(\$)		
2015	Maíz/Papa	7400	4200	83,94	3200
2016	Chocho/Quinoa	9000	2000	83,94	7000
2017	Maíz/Papa	7400	4200	83,94	3200
2018	Chocho/Quinoa	9000	2000	83,94	7000
2019	Maíz/Papa	7400	4200	83,94	3200

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Igualmente se presenta la Tabla 40 del flujo neto efectivo proyectado a 5 años, con la implementación de la fumigadora, pero antes, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Puesto que se trata de una proyección, se debe fijar un porcentaje promedio de inflación por año en los egresos, para arrojar datos más exactos en la misma. El Banco Central del Ecuador es el encargado de manejar y publicar información acorde a los mencionados porcentajes inflacionarios mensualmente y anualmente, como se puede mostrar en la Tabla 39, con los últimos 6 años.

Tabla 39. Índices de inflación por año.

Año	Porcentaje
2013	2,49
2014	3,55
2015	3,28
2016	0,96
2017	- 0,38
2018	0,17

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

El promedio para el índice inflacionario con los datos de la Tabla 39, es de 1,68%.

Tabla 40. Flujo neto de efectivo, con fumigadora.

	Tipos de cultivo	Proyección de ingresos	Proyección de egresos	Depreciación anual(\$)	Flujo neto de efectivo anual (\$)
Año		Ingreso anual(\$)	Egreso anual(\$)		
0					-932,72
2020	Maíz/Papa	7400	3700	83,94	3700
2021	Chocho/Quinua	9000	1780	83,94	7220
2022	Maíz/Papa	7400	3762,16	83,94	3637,84
2023	Chocho/Quinua	9000	1809,90	83,94	7190,10
2023	Maíz/Papa	7400	3763,20	83,94	3636,80

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

Para determinar el comportamiento en el flujo de efectivo y la rentabilidad del proyecto técnico, es necesario usar los métodos TMAR, VAN y TIR, para comparar los resultados entre los 5 años antes de implementar la fumigadora y los 5 años proyectados con la implementación de dicha fumigadora.

#### 4.5. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Es una tasa que se determina para saber si es factible invertir dinero en un proyecto de forma segura, con una tasa mínima aceptable en cuanto al rendimiento en ganancias.

$$TMAR = Ri + Ti + (Ri * Ti)$$

Donde:

$Ri$  = Riesgo de la inversión

$Ti$  = Tasa de inflación

- El porcentaje de riesgo en la inversión  $Ri$  se puede determinar de la siguiente forma:
  - De 3 a 6%: Riesgo bajo
  - De 6 a 10%: Riesgo medio
  - Superior a 10%: Riesgo alto

Sabiendo que es un producto estable y no existen competidores fuertes, con las mismas características que el presente producto, se puede asignar un 5%, es decir un riesgo bajo.

- Para la tasa de inflación tomamos el dato anteriormente calculado en la Tabla 39, donde se realiza un promedio de los 6 últimos años, obteniendo como resultado 1,68%.

Remplazando en la fórmula de TMAR se tiene:

$$TMAR = 6,67 \%$$

#### 4.6. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto se obtiene mediante la suma de todos los periodos de flujo neto, para finalmente restar la inversión inicial del mismo, como se muestra adelante:

$$VAN = \frac{f_1}{(1+i)^{n_1}} + \frac{f_2}{(1+i)^{n_2}} + \frac{f_3}{(1+i)^{n_3}} + \frac{f_4}{(1+i)^{n_4}} \dots \dots \frac{f_z}{(1+i)^{n_z}} - I_0$$

Donde:

$f$ : Flujo neto efectivo en cada año

$i$ : Interés = TMAR (se asume como el nuevo interés)

$n$ : Número de año

$I_0$ : Valor de la inversión inicial

#### 4.6.1. VAN, sin implementar la fumigadora

$$VAN = US\$18.579,34$$

#### 4.6.2. VAN, con la implementación de la fumigadora

$$VAN = US\$20.065,27$$

Según el valor de VAN, se tiene:

- $VAN > 0$ : Se obtiene ganancias.
- $VAN = 0$ : No existen ganancias ni pérdidas.
- $VAN < 0$  Se obtiene pérdidas.

#### 4.7. Tasa interna de retorno (TIR)

Es el beneficio o pérdida que posee la inversión.

$$VAN = \frac{f_1}{(1 + TIR)^{n_1}} + \frac{f_2}{(1 + TIR)^{n_2}} + \frac{f_3}{(1 + TIR)^{n_3}} \dots \dots \frac{f_k}{(1 + TIR)^{n_k}} - I_0$$

Donde:

$f$ : Flujo neto efectivo en cada año

$n$ : Número de año

$I_0$ : Valor de la inversión inicial

#### 4.7.1. TIR, sin implementar la fumigadora

$$TIR = 410\%$$

#### 4.7.2. TIR, con la implementación de la fumigadora

$$TIR = 454\%$$

Según el valor de TIR, se tiene:

- $TIR > i$ : La inversión será rentable
- $TIR = i$ : La inversión será neutral

- $TIR < i$ : La inversión no será rentable

Por lo tanto, al analizar las diferencias entre los dos casos, se puede observar que el Valor actual neto (VAN) llega a exceder un total de \$1485,93 con la nueva implementación y una diferencia en Tasa interna de retorno (TIR) de 44% a favor de la nueva implementación, es decir el proyecto es rentable y viable, para ejecutar la inversión del mismo.

#### 4.8. Periodo de recuperación de la inversión

El tiempo en recuperar el dinero invertido se mide a través de un indicador, puede medirse con exactitud los años, meses y días necesarios para el retorno del dinero, esto permite anticipar sucesos a corto plazo.

La Tabla 41 indica el flujo neto efectivo y el flujo neto efectivo acumulado, necesarios para el cálculo del PRI.

Tabla 41. Flujo neto efectivo y flujo neto efectivo acumulado.

Flujo neto de efectivo (\$)	Flujo neto de efectivo acumulado (\$)
	-932,72
3700	3700
7220	10920
3637,84	14557,84
7190,10	21747,94
3636,80	25384,74

Elaborado por: Alex Jaramillo y Andrés Montenegro

$$PRI = A + \frac{|B - C|}{D}$$

Donde:

A: Año inmediato anterior en que se recupera la inversión

B: Inversión Inicial

C: Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión

D: Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.



$$PRI = 0,25 \text{ años}$$

$$PRI = 3.03 \text{ meses}$$

Una vez calculado el PRI se puede constatar que el tiempo necesario para el regreso del dinero invertido es muy corto, dando como resultado una buena liquidez y bajo riesgo para los inversores.

## CONCLUSIONES

- En el Capítulo 1 se detallan los diferentes cultivos que manejan el ACAT de Tanicuchí, concluyendo que pueden llegar a tener una altura desde 0,60m hasta 1,20m y un ancho desde 0,70m hasta 1,20m, dichas condiciones particulares fueron tomadas en cuenta para el diseño de la fumigadora.
- Se analizó los principales tipos de fumigadoras que existen en el mercado, como se puede observar en el Capítulo 2, se calificó a cada una de ellas bajo ciertos parámetros impuestos por miembros del ACAT de Tanicuchí, como la adaptabilidad, la facilidad de uso y la capacidad de la máquina, concluyendo que la alternativa más apropiada, de acuerdo a la puntuación obtenida, es la de tracción humana.
- Se realizó pruebas de campo para verificar que la máquina cumpla con las condiciones requeridas. Las pruebas fueron satisfactorias, confirmando que: es liviana para los operadores, con un peso de 90,39 kg, así mismo, se adaptó correctamente a las distancias para las que fue diseñada, con un ancho máximo de 2,00m y una altura máxima de 1,50m, los aspersores cubrieron totalmente la planta y sin generar desperdicios, las llantas seleccionadas ayudan a desplazar la máquina sin dificultad, evitando el estancamiento en la tierra. Finalmente, la máquina fumigadora fue diseñada de manera que se pueda plegar y transportar en el balde de una camioneta tipo 2200 c.c. De esta forma se concluye que la fumigadora asegura un beneficio para el ACAT de Tanicuchí.
- Se evaluó los egresos que tiene la asociación para cultivar, fumigar y cosechar los 4 tipos de cultivos, para diferenciar mediante los métodos de VAN, TIR y PRI, entre los últimos 5 años sin implementar la fumigadora y 5 años proyectados con la implementación de la misma, teniendo un excedente en el valor actual neto (VAN) de \$1485,93 con la nueva implementación y una diferencia en tasa interna de retorno (TIR) de 44% a favor de la nueva implementación, concluyendo que el proyecto asegura tener una buena rentabilidad para la inversión, bajo riesgo y un periodo

rápido de 3,03 meses para el retorno del dinero, que en este plazo es bastante corto.

## **RECOMENDACIONES**

- Es recomendable realizar el estudio de una variedad más amplia de cultivos que se dan en la zona, para diseñar una máquina fumigadora que sea capaz de adaptarse a más de 4 cultivos, en ancho y altura.
- Las pruebas de campo se realizaron únicamente en la zona sierra, por lo que es recomendable someter a la máquina a ambientes tropicales para analizar su desempeño, sin ningún tipo de límite regional.
- En el análisis económico se muestra que, en la proyección de los 5 años, sólo se toma en cuenta una inflación por año en los egresos, pero los ingresos se quedan constantes, algo que no está cerca de un comportamiento real. Por esta razón, es recomendable analizar la mejor forma de variar los ingresos por año, para un resultado más exacto.
- Es necesario evaluar el funcionamiento de la máquina y el impacto que ésta tendrá sobre los miembros del ACAT. Esta evaluación puede hacerse después de 1 año de entregar de la misma. Esto permitirá hacer correctivos o ajustes a la máquina y evaluar el cumplimiento de los parámetros económicos.

## REFERENCIAS

- [1] E. Áviles Pino, “Enciclopedia del Ecuador.” .
- [2] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Tanicuchi, “Datos generales,” 2011. .
- [3] J. L. Toral, L. Pucha, I. Gonzáles, and O. Arévalo, “Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Parroquia San Rafael,” 2015.
- [4] L. D. E. Tanicuchi, “PLAN DE DESARROLLO Y TERRITORIAL DE LA PARROQUIA “ SAN LORENZO DE,” 2016.
- [5] L. Valverde Zúñiga, “El primer problema de la agricultura es la zonificación,” 2014. .
- [6] A. Rubín, “Trabajo Duro: ¿Qué significa realmente? ¿Merece la pena?” .
- [7] L. Rodríguez, “COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN EL GOBIERNO DE LA PARROQUIA DE YARUQUÍ,” 2012.
- [8] INIAP, “INIAP -Estación Experimental Santa Catalina,” *Validación y difusión Model. Manejo Integr. Plagas y Enfermedades en el Cultiv. la papa*, vol. 16, p. 35, 2002.
- [9] CITEPAPA, “Ciclo vegetativo del cultivo de la papa,” 2019. .
- [10] FAO, “El cultivo,” 2008. .
- [11] M. Pumisacho and S. Sherwood, *El cultivo de la papa en el Ecuador*, 2002nd ed. Quito, 2002.
- [12] M. Integrado and M. Integrado, “Necesidad de plaguicidas Pérdida de cosecha en caso de no usar Cultivo Arroz Manzana Repollo Pérdida.”
- [13] S.-E. Jacobsen and S. Sherwood, *Cultivo de granos andinos en ecuador*. 2002.
- [14] I. Andino, “MATERIAL DE SIEMBRA,” p. 1992, 1999.
- [15] E. Arte and E. Pronaleg-ga, “EL CHOCHO EN ECUADOR ‘Estado del Arte,’” pp. 1–50, 2016.
- [16] F. A. M. Tapia M, “Guía de campo de los cultivos Andinos,” Lima Perú, 2007, p. 96.
- [17] I. A. F. G. G., I. R. C. Gusqui., I. N. M. F., and I. H. Inoue, “Manejo integrado del cultivo de chocho,” Riobamba Ecuador, 2015.
- [18] N. Loja and S. Orellana, “PROPUESTA GASTRONOMICA DE

APLICACIÓN INNOVADORA DEL CHOCHO Universidad de  
Cuenca.”

- [19] A. C. y R. S. Ángel Mujica, “Agronomía del cultivo de la Quinoa,” *Cultivos Andinos FAO*. [Online]. Available: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm#Top](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm#Top).
- [20] J. J. G. P. Claudia Veloza Ramírez, Gladys Romero Guerrero, “RESPUESTA MORFOAGRONÓMICA Y CALIDAD EN PROTEÍNA DE TRES ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA SABANA NORTE DE BOGOTÁ,” *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, Bogotá, 2016.
- [21] P. Lunven, “Tipos de maíz.” .
- [22] C. Yáñez, J. Zambrano, M. Caicedo, and J. Heredia, “El cultivo de maíz de altura,” no. 96, 2013.
- [23] Noticias de ciencia y tecnología, “Plaguicidas naturales para combatir las plagas del maíz,” 2016. .
- [24] E. Lima, “Máquina fumigadora,” 2015. .
- [25] N. Pérez, “Historia y evolución de la maquinaria agrícola y el desarrollo,” 2014. .
- [26] Hablemos de Culturas, “Descubre todo lo relacionado sobre la Fumigadora y mucho más,” 2018. .
- [27] Hablemos de Culturas, “Hablemos de culturas,” *Descubre todo lo relacionado sobre la Fumigadora y mucho más*, 2018. [Online]. Available: <https://hablemosdeculturas.com/fumigadora/>.
- [28] M. Francisco and P. Puerta, “MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA,” pp. 1–209, 2007.
- [29] G. Ruiz, “La actividad económica primaria: Qué es y sus modalidades,” 2018. .
- [30] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, “LP Bicimochila,” 2015. .
- [31] AgriEuro, “Motobomba GeoTech SP 38 4T,” 2007. .
- [32] E. Leigh, “Llantas de bicicleta que soportan una gran cantidad de peso,” 2018. .

## ANEXOS

### Anexo 1

SPECIFICATION	
Name	Knapsack Power Sprayer
Type	F-767
Pump	Horizontal gear driving
Plunger	1 piece(two-way operation)
Cylinder	2pieces
Dia or plunger	16mm                      18mm
Stroke	8mm
Spray capacity	7L                                      8L
Pressure	13-20kg/cm <sup>2</sup> 15-25kg/cm <sup>2</sup>
Tank capacity	25L
Net weight	9.8KG
L×W×H	41X35.5X65
Engine	
Name	23                                      26
Type	Two strock air cooling piston type engine
Horsepower	1.3HP                                      1.4HP
Air Consumption	22.6CC                                      25.6CC
Voiume or oil barrel	0.9L
Fuel	Lubricating oil,Blended gasoline
Mixing ratio of fuel	25:1
Carburetor	Chaff piston type
Lighting direction	Electronic lighting
Cigar lighter	NGK BM6A
Mode of start	Type of drawing
Mode of stop	Type of once line shots out
Mode of lubrication	Type of mixing and lubricating fuel
Mode of air cleaner	Type of drying

Ficha técnica de la bomba de pistón

### III. TECHNICAL DATA

Model	139F
Type	4-stroke, over head valve, 1 cylinder
Displacement	31 cm <sup>3</sup>
Bore x Stroke	39 x 26mm
Max .output	0.7kW /6500r/min
Max. rotation with no load	10,000rpm
Fuel consumption	480g/kW · h
Cooling system	Forced alr
Ignition system	Transistor magneto
Length x Width x Height	212 x 254 x 245mm (8.3 x 9.8 x 9.1in)
Net weight	3.5kg (7.5lbs)
PTO shaft rotation	Counter clockwise



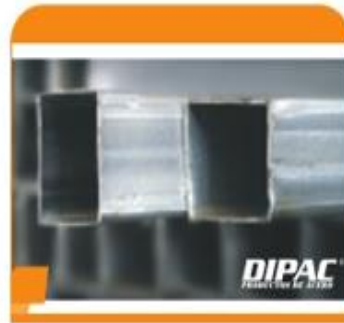


CUADRADO

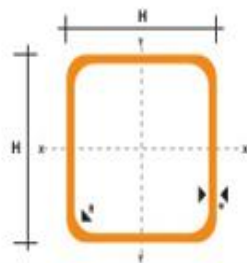
**TUBO MECANICO  
CUADRADO**

**Especificaciones Generales**

Norma	ASTMA-S13
Recubrimiento	Negro o Galvanizada
Largo normal	6mts
Otros largos	Previa consulta
Dimensiones	Desde 1/2" a 2"
Espesor	Desde 0.6 a 1.5 mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kglm	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm
12	0.8	0.30	0.37	0.09	0.14	0.48
12	1.0	0.37	0.50	0.11	0.18	0.47
15	0.8	0.36	0.45	0.15	0.20	0.58
15	1.0	0.45	0.61	0.20	0.26	0.57
20	0.8	0.49	0.61	0.38	0.38	0.79
20	1.0	0.60	0.83	0.50	0.50	0.77
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
25	0.8	0.61	0.77	0.76	0.61	0.99
25	1.0	0.76	1.05	1.00	0.80	0.98
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
30	0.8	0.74	0.93	1.33	0.89	1.19
30	1.0	0.92	1.27	1.77	1.18	1.18
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.47	1.15
40	0.8	0.99	1.25	3.21	1.61	1.60
40	1.0	1.23	1.71	4.32	2.16	1.59
40	1.2	1.47	1.86	4.68	2.34	1.59
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
50	1.2	1.84	2.34	9.30	3.72	1.99
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97



NOMENCLATURA	
A*	Area de la sección transversal del tubo, cm <sup>2</sup>
I*	Momento de inercia de la sección, cm <sup>4</sup>
W*	Módulo resistente de la sección, cm <sup>3</sup>
i*	Radio de giro de la sección, cm



CUADRADO

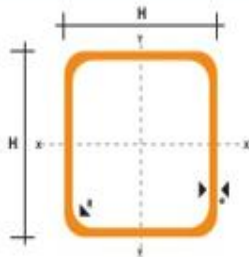
**TUBO MECANICO  
CUADRADO**

**Especificaciones Generales**

Nombre	ASTMA-513
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Largo normal	6mt
Otros largos	Previa consulta
Dimensiones	Desde 1/2" a 2"
Espesor	Desde 0.6 a 1.5 mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm
12	0.8	0.30	0.37	0.09	0.14	0.48
12	1.0	0.37	0.50	0.11	0.18	0.47
15	0.8	0.36	0.45	0.15	0.20	0.58
15	1.0	0.45	0.61	0.20	0.26	0.57
20	0.8	0.49	0.61	0.38	0.38	0.79
20	1.0	0.60	0.83	0.50	0.50	0.77
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
25	0.8	0.61	0.77	0.76	0.61	0.99
25	1.0	0.76	1.05	1.00	0.80	0.98
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
30	0.8	0.74	0.93	1.33	0.89	1.19
30	1.0	0.92	1.27	1.77	1.18	1.18
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.47	1.15
40	0.8	0.99	1.25	3.21	1.61	1.60
40	1.0	1.23	1.71	4.32	2.16	1.59
40	1.2	1.47	1.86	4.68	2.34	1.59
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
50	1.2	1.84	2.34	9.30	3.72	1.99
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97



NOMENCLATURA	
A <sub>h</sub>	Area de la sección transversal del tubo, cm <sup>2</sup>
I <sub>x</sub>	Momento de inercia de la sección, cm <sup>4</sup>
W <sub>x</sub>	Módulo resistente de la sección, cm <sup>3</sup>
i <sub>x</sub>	Radio de giro de la sección, cm

## Anexo 5

Temperatura (°C)	Peso específico $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad dinámica $\eta$ (Pa·s)	Viscosidad cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	9.81	1000	$1.75 \times 10^{-3}$	$1.75 \times 10^{-6}$
5	9.81	1000	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.52 \times 10^{-6}$
10	9.81	1000	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.30 \times 10^{-6}$
15	9.81	1000	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.15 \times 10^{-6}$
20	9.79	998	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.02 \times 10^{-6}$
25	9.78	997	$8.91 \times 10^{-4}$	$8.94 \times 10^{-7}$
30	9.77	996	$8.00 \times 10^{-4}$	$8.03 \times 10^{-7}$
35	9.75	994	$7.18 \times 10^{-4}$	$7.22 \times 10^{-7}$
40	9.73	992	$6.51 \times 10^{-4}$	$6.56 \times 10^{-7}$
45	9.71	990	$5.94 \times 10^{-4}$	$6.00 \times 10^{-7}$
50	9.69	988	$5.41 \times 10^{-4}$	$5.48 \times 10^{-7}$
55	9.67	986	$4.98 \times 10^{-4}$	$5.05 \times 10^{-7}$
60	9.65	984	$4.60 \times 10^{-4}$	$4.67 \times 10^{-7}$
65	9.62	981	$4.31 \times 10^{-4}$	$4.39 \times 10^{-7}$
70	9.59	978	$4.02 \times 10^{-4}$	$4.11 \times 10^{-7}$
75	9.56	975	$3.73 \times 10^{-4}$	$3.83 \times 10^{-7}$
80	9.53	971	$3.50 \times 10^{-4}$	$3.60 \times 10^{-7}$
85	9.50	968	$3.30 \times 10^{-4}$	$3.41 \times 10^{-7}$
90	9.47	965	$3.11 \times 10^{-4}$	$3.22 \times 10^{-7}$
95	9.44	962	$2.92 \times 10^{-4}$	$3.04 \times 10^{-7}$
100	9.40	958	$2.82 \times 10^{-4}$	$2.94 \times 10^{-7}$

Tablas de características del agua a diferentes temperaturas

Anexo 6

Material	Rugosidad $\epsilon$ (m)	Rugosidad $\epsilon$ (ft)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	$3.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-6}$
Tubo estirado; cobre, latón, acero	$1.5 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-6}$
Acero, comercial o soldado	$4.6 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1.5 \times 10^{-4}$	$5.0 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil —revestido	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil —sin revestir	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-4}$
Concreto, bien hecho	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$
Acero remachado	$1.8 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$

Tablas de rugosidad de diferentes materiales

Anexo 7

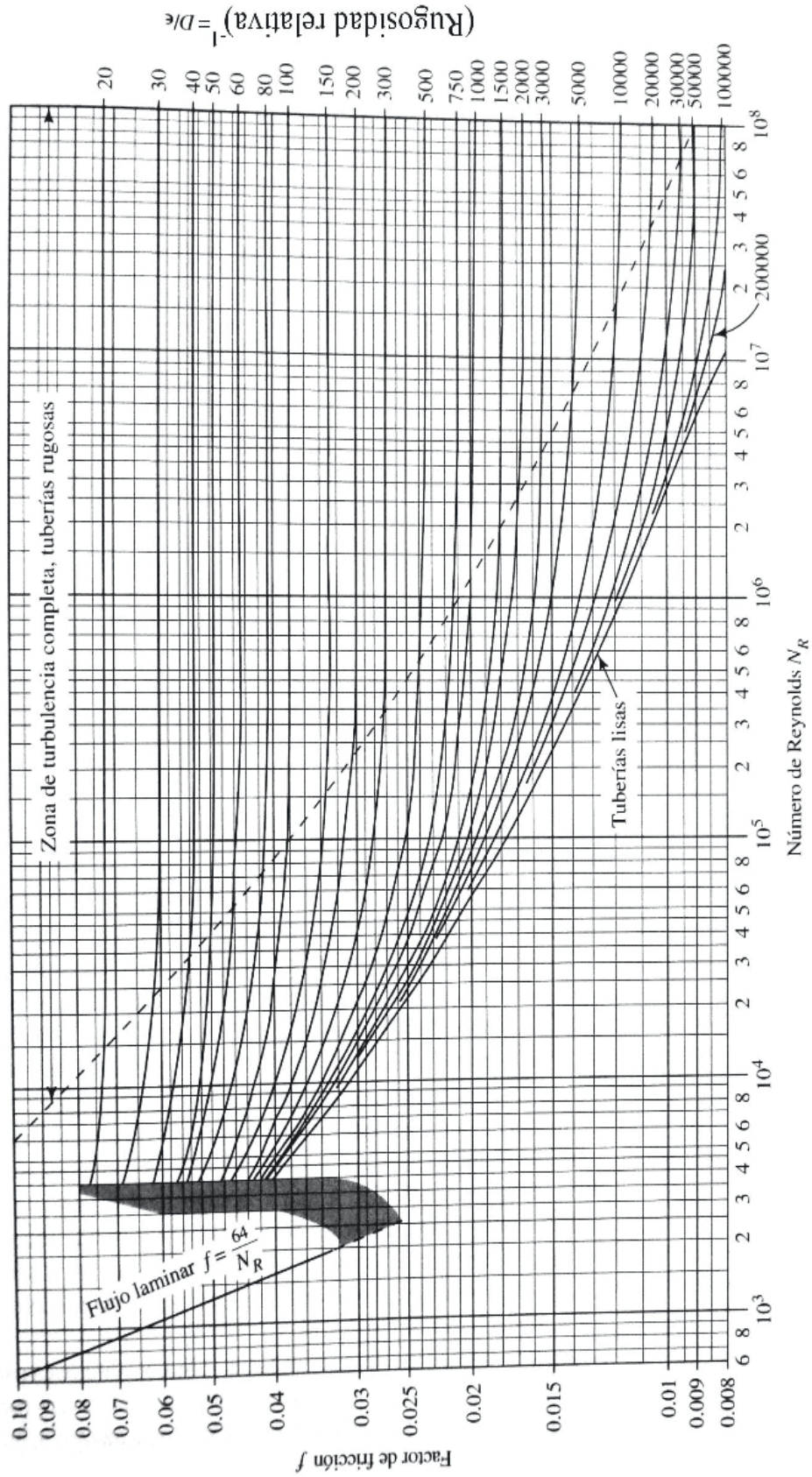


Diagrama de Moody

Diagrama de Moody. (Fuente: Pao, R. H. F. 1961. *Fluid Mechanics*. Nueva York: John Wiley e hijos, p. 284.)

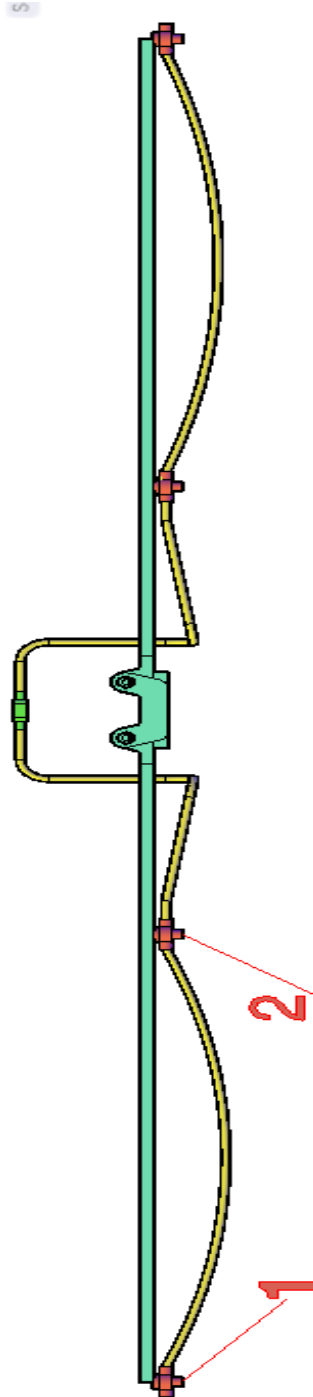
## Anexo 8

Tipo	Longitud equivalente en diámetros de tubería $L_e/D$
Válvula de globo —totalmente abierta	340
Válvula de ángulo —totalmente abierta	150
Válvula de compuerta —totalmente abierta	8
—abierta $\frac{3}{4}$	35
—abierta $\frac{1}{2}$	160
—abierta $\frac{1}{4}$	900
Válvula de retención —tipo oscilante	100
Válvula de retención —tipo bola	150
Válvula de mariposa —totalmente abierta, 2-8 in	45
—10-14 in	35
—16-24 in	25
Válvula de pie —tipo disco de vástago	420
Válvula de pie —tipo disco de bisagras	75
Codo estándar de 90°	30
Codo de 90° y radio largo	20
Codo de 90° para calle	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de 45° para calle	26
Doblez de retorno cerrado	50
Te estándar —con flujo por la línea principal	20
—con flujo por la ramificación	60

(Reproducido con autorización de Crane Co. *Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe*, artículo técnico núm. 410, 2011. Todos los derechos reservados).

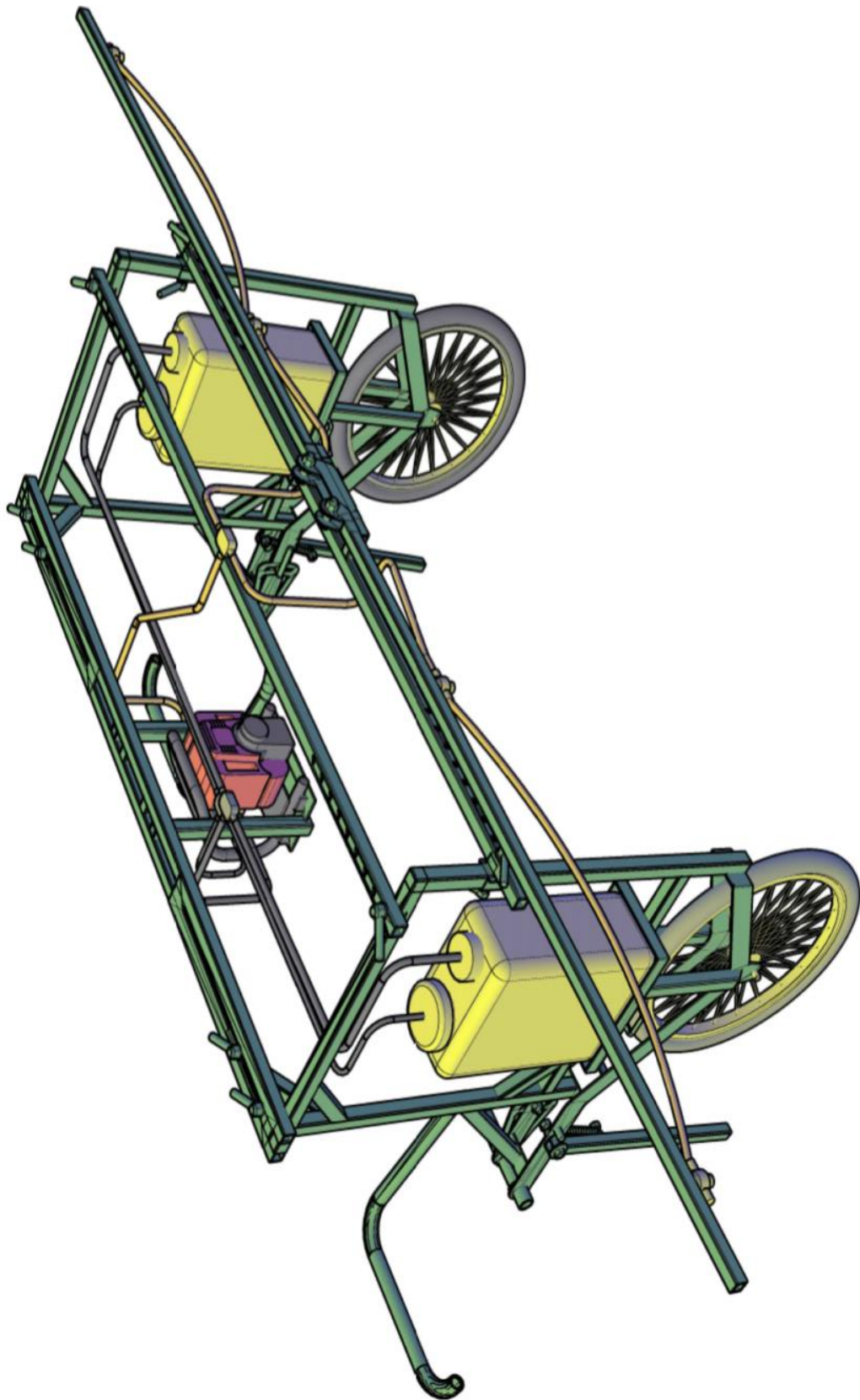
Tabla de longitud equivalente para diferentes accesorios

## Anexo 9



Esquema de boquillas en la máquina fumigadora

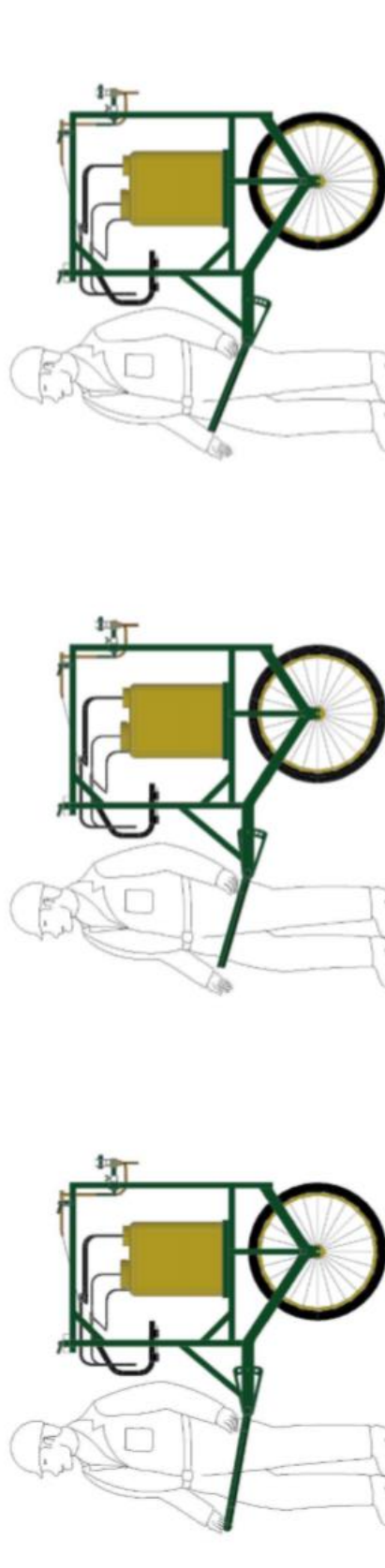
Anexo 10



Diseño general de la fumigadora.

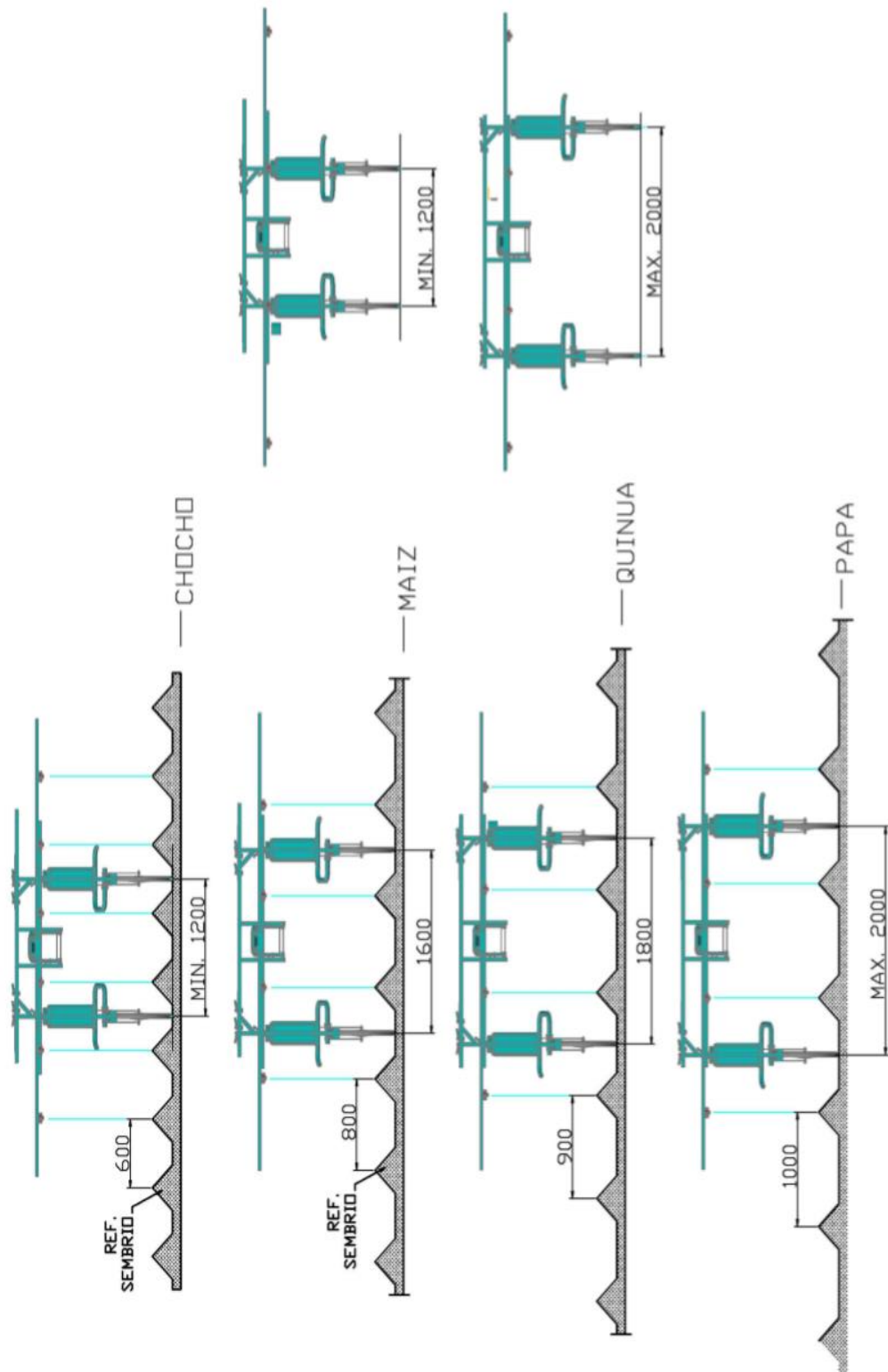


## Anexo 11



Variación de la altura del brazo de arrastre según el esfuerzo del operario

## Anexo 12



Espacios entre surcos para diferentes cultivos

**Anexo 13**  
**PRUEBAS DE CAMPO**



Fumigación de cultivos



Montaje de la máquina



Arrastre de la máquina fumigadora



Adaptabilidad de la rueda al surco

**Anexo 14**  
**FOTOGRAFÍAS**



Cortes de tubo para la estructura de la fumigadora



Perforaciones en la placa de fijación



Pulida de suelda de estructura



Ensamble de máquina



Prueba de rueda



Estructura completa

## **Anexo 15**

# **PLANOS**



## Anexo 16

<b>RUTINA POR FUMIGACIÓN</b>	
<b>Apariencia</b>	Es necesario dar una limpieza al finalizar la fumigación, sencilla y rápida por los alrededores de la máquina fumigadora, incluyendo la motobomba y los tanques.
Personal Autorizado	Operario
Equipos de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uniforme y zapatos de trabajo</li> <li>➤ Guantes segunda piel, mascarilla, gafas</li> </ul>
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Franela</li> <li>➤ Brocha</li> </ul>
<b>Procedimiento:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Retirar objetos que no sean de uso de la máquina fumigadora.</li> <li>➤ Vaciar los tanques y llenarlos con agua limpia.</li> <li>➤ Encender la máquina fumigadora por 5 minutos, con el objetivo de limpiar los tanques, mangueras, accesorios y boquillas.</li> <li>➤ Retirar el mango filtro, para limpiar su interior y de nuevo volver a colocarlo.</li> <li>➤ Limpiar con la brocha y la franela toda la máquina fumigadora con el fin de eliminar los restos de polvo y lodos de los trabajos que se han realizado anteriormente.</li> <li>➤ Limpiar las llantas, principalmente alrededor de la manzana.</li> <li>➤ Realizar el aseo del lugar donde se limpió a la máquina fumigadora.</li> </ul>	
<b>Motobomba</b>	Es necesario dar una limpieza y mantenimiento a la motobomba tanto la estructura como el motor.
Persona Autorizada	Operario
Equipos de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uniforme y zapatos de seguridad</li> <li>➤ Guantes segunda piel, mascarilla, gafas</li> </ul>
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desarmador</li> <li>➤ Llave hexagonal</li> </ul>
<b>Procedimiento:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar que el tanque de gasolina cuente con dicho combustible, y en caso de faltar líquido proceder a llenarlo.</li> <li>➤ Verificar que el aceite del motor esté en el nivel adecuado, esto con el fin de lubricar las partes internas del motor, se puede ver, al desenroscar la tapa negra que está alado de la entrada de combustible y su nivel debe llegar a rebosar el orificio.</li> <li>➤ Verificar que el aceite de la bomba tenga el nivel necesario, este indicador se encuentra en la parte posterior de la bomba y su nivel debe ser, de la mitad para arriba. Este aceite lubricara el pistón de la bomba.</li> <li>➤ Cada 2 horas de uso, es necesario girar una vuelta completa las dos perillas de los graseros, con el único objetivo de engrasar los pines de la bomba.</li> </ul>	

<b>RUTINA MENSUAL</b>	
<b>Apariencia</b>	Es necesario dar una limpieza sencilla y rápida antes y al finalizar la fumigación, por los alrededores de la máquina fumigadora, incluyendo la motobomba y los tanques.
Personal Autorizado	Operario
Equipos de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uniforme y zapatos de trabajo</li> <li>➤ Guantes segunda piel, mascarilla, gafas</li> </ul>
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Franela</li> <li>➤ Brocha</li> <li>➤ Desinfectante</li> </ul>
<b>Procedimiento:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Retirar objetos que no sean de uso de la máquina fumigadora.</li> <li>➤ Vaciar los tanques y limpiar con agua limpia y desinfectante.</li> <li>➤ Llenar los tanques con agua limpia.</li> <li>➤ Encender la máquina fumigadora por 8 minutos, con el objetivo de desinfectar y limpiar los tanques, mangueras, accesorios y boquillas.</li> <li>➤ Retirar el mango filtro, para limpiar su interior y de nuevo volver a colocarlo.</li> <li>➤ Limpiar con la brocha y la franela toda la máquina fumigadora con el fin de eliminar los restos de polvo y lodos de los trabajos que se han realizado anteriormente.</li> <li>➤ Limpiar las llantas, principalmente alrededor de la manzana.</li> <li>➤ Engrasar la manzana de las 2 llantas.</li> <li>➤ Realizar el aseo del lugar donde se limpió a la máquina fumigadora.</li> </ul>	
<b>Motobomba</b>	Es necesario dar una limpieza y mantenimiento a la motobomba tanto la estructura como el motor.
Persona Autorizada	Operario
Equipos de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uniforme y zapatos de seguridad</li> <li>➤ Guantes segunda piel, mascarilla, gafas</li> </ul>
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desarmador</li> <li>➤ Llave hexagonal</li> <li>➤ Aceite motor 20w-40</li> <li>➤ Aceite bomba 10W-30</li> <li>➤ Grasa</li> <li>➤ Franela/guaipe</li> </ul>
<b>Procedimiento:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar que el tanque de gasolina cuente con dicho combustible, y en caso de faltar líquido proceder a llenarlo.</li> <li>➤ Verificar que el aceite del motor esté en el nivel adecuado, se puede ver, al desenroscar la tapa negra que está alado de la entrada de combustible, si no está en el nivel adecuado se debe proceder a llenarlo, esto con el fin de lubricar las partes internas del motor.</li> <li>➤ Verificar que el aceite de la bomba tenga el nivel necesario, este indicador se encuentra en la parte posterior de la bomba y su nivel debe ser, de la mitad para arriba, si no está en dicho parámetro, se debe llenar. Este aceite lubricara el pistón de la bomba,</li> <li>➤ Rellenar el grasero con el material adecuado, ya que, se puede terminar la grasa y se necesita que los pines estén lubricados para que el motor tenga una vida útil más amplia.</li> <li>➤ Limpiar el alrededor de la motobomba con ayuda de una franela o guaipe.</li> </ul>	

