



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño de un sistema de pulverización bidireccional en estructuras
tipo californianas para mejorar la aplicación de remedios en
parcelas de uva**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR:

Ilatoma Arevalo, Roiser Fredy (ORCID: [0000-0003-3751-2213](https://orcid.org/0000-0003-3751-2213))

ASESOR:

Dr. Lujan López, Jorge Eduardo (ORCID: [0000-0003-1208-1242](https://orcid.org/0000-0003-1208-1242))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelo y simulación de sistemas electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a el he logrado concluir mi carrera profesional, a mis padres porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a la universidad que nos abrió las puertas para ser mejores personas y buenos profesionales, a los docentes que gracias a sus enseñanzas somos un ejemplo a seguir, a mis compañeros ya que con ellos vivimos los buenos y malos momentos que solo se viven en la universidad y que con algunos mas que compañeros fuimos verdaderamente amigos.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, por habernos dado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación académica, siendo el guía que da fortaleza, sabiduría y amor, el cual ha estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más en esta nueva etapa, siendo mi inspiración, motivo para seguir adelante y nunca rendirme

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	13
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS	14
4.1. Objetivo específico 1: Determinar los parámetros de diseño de un sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva. ..	14
4.2. Objetivo específico 2: seleccionar el sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva	15
4.3. Objetivo específico 3: diseñar los elementos constituyentes del sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva.....	24
4.4. Objetivo específico 4: elaborar el presupuesto del sistema de pulverización de remedios en parcela de uva.	49
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
Tabla 2. Resumen del acta de reunión con profesionales en cultivo de uva en parrón tipo Californiano – Datos del terreno de cultivo	15
Tabla 3. Resumen del acta de reunión con profesionales en cultivo de uva en parrón tipo Californiano – especificación del cultivo	15
Tabla 4. Relación de velocidad de salida y diámetro medio para pulverización	17
Tabla 5. Tipo de boquilla para la pulverización neumática	18
Tabla 6. Tabla de valoración.....	20
Tabla 7. Tabla de resumen de valoración y opinión de los expertos de campo.....	22
Tabla 8. Matriz ponderada para selección del pulverizador.....	23
Tabla 9. Matriz ponderada para selección de la configuración optima	28
Tabla 10. Relación de descripción con el diámetro de gota.....	30
Tabla 11. Características de tipo de boquilla	31
Tabla 12. Coeficiente de homogeneidad por tipo de boquilla	31
Tabla 13. Parámetros por marca de boquilla para pulverización	31
Tabla 14. La boquilla seleccionada es Boquilla ATR 80	34
Tabla 15. Parámetros y unidades de la bomba ID 1501 de membranas	35
Tabla 16. Parámetros y unidades del regulador de presión modelo MI170 OT braglia	38
Tabla 17. Costo del sistema de pulverización hidráulico	49
Tabla 18. Costo del sistema de toberas.....	49
Tabla 19. Costo del sistema de chasis de la maquinaria	50
Tabla 20. Costo del sistema de soporte de boquillas.....	50
Tabla 21. Costo mano de obra, servicios y equipos	50
Tabla 22. Flujo de caja.....	51
Tabla 23. Matriz de operacionalización de variables	61

Índice de figuras

Figura 1 Esquema del circuito hidráulico de una pulverizadora de botalón.....	8
Figura 2 Esquema de pulverizador semi suspendido.....	9
Figura 3 Pulverizador manual de tipo mochila.....	9
Figura 4 Pulverizador suspendido.....	9
Figura 5 Depósito, boca de llenado y detalle de elementos.....	10
Figura 6 Pulverizador con bomba dotada de acumulador de membrana y detalle del mismo.....	11
Figura 7. Pulverizador hidráulico suspendido.....	16
Figura 8. Pulverizador neumático.....	17
Figura 9. Pulverizador electroestático.....	19
Figura 10. Dimensiones del sistema de conducción californiana en el campo de cultivo.....	24
Figura 11. Esquema de la posición de las boquillas.....	25
Figura 12. Esquema de la propuesta N°1 para el diseño de la configuración.....	26
Figura 13. Esquema de la propuesta N°2 para el diseño de la configuración.....	27
Figura 14. Esquema de la propuesta N°3 para el diseño de la configuración.....	27
Figura 15. Boquilla ATR 80 en SolidWorks.....	32
Figura 16. Plano de la boquilla ATR 80° (Escala 5:1 – U.M.mm).....	32
Figura 17. Bomba comercial de membranas IDS 1501.....	35
Figura 18. Diseño en Solidworks de bomba de membranas IDS 1501.....	36
Figura 19.. Plano de bomba de membranas IDS 1501 vista de planta (medidas en mm).....	36
Figura 20. Agitador hidráulico recto orientable 3 mm.....	39
Figura 21. Planos del agitador hidráulico (Medidas en mm).....	39
Figura 22. Presión de trabajo del agitador hidráulico.....	40
Figura 23. Agitador hidráulico recto en software SolidWorks.....	40
Figura 24. Filtro de aspiración serie 317.....	41
Figura 25. Filtro en línea serie 326-2.....	42
Figura 26. Plano del tanque o deposito (Medidas en mm).....	42
Figura 27. Propiedades físicas del tanque.....	43
Figura 28. Diseño de la configuración de as toberas en SolidWork.....	43
Figura 29. Diseño de la estructura de soporte de las boquillas.....	44
Figura 30. Dimensiones generales de la estructura de soporte de las boquillas (Medidas en mm).....	45
Figura 31. Diseño del chasis en SolidWorks.....	46
Figura 32. Plano general del chasis diseñado (Medidas en mm).....	46
Figura 33. Análisis estático de tensión en SolidWorks.....	47
Figura 34. Dimensión general de la maquinaria (medidas en mm).....	48
Figura 35. Renderizado de la maquinaria con sistema de pulverización hidráulica para cultivos de parrón tipo californiano.....	48

Resumen

En la presente investigación se desarrolló el diseño de un sistema de pulverización bidireccional con estructura tipo californiana para mejorar la aplicación de productos en parcelas de uva de la variedad Sugar Crisp.

Este proceso se dio inicio con la realización de entrevistas a expertos de campo, los cuales ayudaron para obtener información acerca de los requerimientos para el sistema de pulverización, las dimensiones que tiene el terreno y la configuración de la estructura del parrón tipo californiano, esta información quedo documentado en un acta de reunión. A continuación se empezó con la determinación de los parámetros de diseño que tendrá el sistema de pulverización, considerando la información que se obtuvo en las entrevistas a expertos, luego se seleccionó el sistema de pulverización adecuado para las condiciones del campo de cultivo aplicando una matriz ponderada, para la elección se tuvo en cuenta la facilidad de ensamblaje, facilidad de fabricación, el bajo costo y la valoración del experto, de este proceso de selección se eligió al sistema de pulverización hidráulico como mejor alternativa. Luego se realizó el diseño de los elementos constituyentes del sistema de pulverización utilizando el software de Solid Works, donde primero se realiza la selección del componente (Boquilla, bomba, etc) y luego pasamos a diseñarlo.

Por último, se realizó el análisis económico el cual arrojó que la inversión para la construcción de la maquinaria será de S/. 36 947.70, también se realizó los cálculos del valor neto actual (VAN) dando como resultado S/.652 703.69 y la tasa interna de retorno (TIR) resultó 79% por el cual se concluye que el proyecto es completamente viable.

Palabras clave: Diseño, sistema, pulverización.

Abstract

This research developed the design of a bidirectional spraying system with a Californian-type structure to improve the application of products in Sugar Crisp grape plots.

This process began with interviews with field experts, which helped to obtain information about the requirements for the spraying system, the dimensions of the field and the configuration of the Californian type structure of the vineyard, this information was documented in a meeting minutes. The next step was to determine the design parameters of the spraying system, considering the information obtained in the interviews with experts, then the spraying system suitable for the conditions of the crop field was selected by applying a weighted matrix, where the choice took into account the ease of assembly, ease of manufacture, low cost and the assessment of the expert, from this selection process the hydraulic spraying system was chosen as the best alternative. Then the design of the constituent elements of the spraying system was carried out using Solid Works software, where first the selection of the component (nozzle, pump, etc.) was made and then we went on to design it.

Finally, the economic analysis was carried out, which showed that the investment for the construction of the machinery will be S/. 36 947.70, also the calculations of the net present value (NPV) were made, resulting in S/. 652 703.69 and the internal rate of return (IRR) was 79%, which concludes that the project is completely viable.

Keywords: Design, system, spraying.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura es de gran importancia no solo de manera local sino nacional e internacional (Zanin, *et al*, 2022) con el fin de llevar productos de buena calidad a los hogares ya que con el aumento de la población la agricultura ha ido creciendo con el paso de los años e implementando nuevos métodos de fumigación, la manera tradicional hasta la actualidad es la fumigación manual (bomba, mochila) la cual es la más usada hasta estos tiempos.

Según los datos obtenidos bajo la revisión de autores se da a conocer que la fumigación empieza en los años 70's pero se ha venido perfeccionando con el pasar de los años, de esta manera (Zhao, y otros, 2020) en su investigación dan a conocer que para el mejoramiento de fumigación para los riegos de cultivo proponen un diseño de brazos múltiples con características de despliegue libre, el cual tendrá como resultado una fumigación óptima para los cultivos. La revolución agrícola de los años 50 trajo consigo una gran mecanización de los equipos agrícolas. Poco después comenzó también el uso generalizado de fertilizantes y nuevas técnicas de control de plagas con pesticidas, que desempeñan un importante papel en la producción agrícola. Los plaguicidas se utilizan para prevenir enfermedades e infestaciones en los cultivos, pero su aplicación puede ser un problema al entrar el suelo, así como las aguas superficiales y subterráneas a través de la lixiviación y la escorrentía. También pueden afectar a los habitantes y contribuir a la pérdida de biodiversidad, deteriorando los servicios de los ecosistemas, como la polinización mediada por insectos, la composición del suelo y el suministro de agua potable (Terra, *et al.*, 2020).

Los autores (Zhou, *et al.*, 2021) refieren a cuán importante y ventajosa es que cada agricultor posea la fumigación y monitoree su pulverización de manera automática que pueda ejecutarse. Cada resultado de los ensayos determina que los sistemas más eficaces son los métodos de atomizar manualmente y que cada superficie tenga un recubrimiento en la parte plana, estos reducen de manera efectiva las probabilidades que caigan en piel de naranja.

La desventaja que se encuentra en las siembras de vid son los distintos tipos

de plagas que obtenemos en relación a cómo crece los Trips (*Frankliniella occidentalis*), Mosquito verde (*Jabobiasca lybica*), Piral (*Sparganothis pilleriana*), Polilla del racimo (*Lobesia botrana* y *Eupoecilla ambiguella*), Filoxera (*Dactylosphaera vitifolii*) y Pulgón (*Aphis gossypii*) por ende ejercer la fumigación en cultivos con cada vez más insecticidas usando uso de mochilas, bombas, aspersores con la finalidad de la mitigación de plagas, esto se obtiene como resultado no favorable, por no ser de gran precisión y generando pérdidas de tiempo y recursos y en mayor contacto con las personas que manipulan estos insecticidas, que tienen impacto negativo directo en la salud de los trabajadores. Es por ello la necesidad urgente de la implementación de máquina que pulveriza y rocíen el insecticida directamente a la planta sin afectar la salud de este personal. Se hace referencia a cuán importante es el aumento de la producción agraria, teniendo como finalidad el aumento de la productividad usando diferentes tecnologías para que aprendan de manera autónoma los cuales serán controladas y supervisadas. Los estados de las plantas tienen una app PLANTIX donde la cámara enviará imágenes a su data base y capturaron los movimientos de estas, los resultados de las investigaciones salieron de manera satisfactoria porque debido a esto SVM máquina de vector por soporte se logró el aumento de la productividad generando que la cosecha se deba a mejores insecticidas y fumigación (Cui, *et al.*, 2021), en consecuencia, la siembra se encuentra plagada perdiéndose los cultivos por ello se sigue usando insecticidas con aplicaciones exactas y métodos nuevos con la finalidad de no perder los cultivos.

En el departamento de Lambayeque, distrito de Olmos, las parcelas de uva se ven afectadas por una plaga llamada la arañita que aún no se logra combatir al 100%; actualmente se vienen utilizando máquinas para aplicar remedios a la planta de uva, sin embargo, estas no llegan a la parte superior de la planta y es por ello que se utilizan mochilas manuales. El problema de la presente investigación se formula de la siguiente manera: ¿Cómo mejorar la aplicación de remedios en parcelas de uva?

Este trabajo es importante ya que con este sistema podrán fumigar cultivos de manera ininterrumpida, mejorando su calidad de vida y pueda ser utilizado para otros tipos de sembrío. Por otro lado, técnicamente es un proyecto de buen impacto usando tecnología de vanguardia que ayude al desarrollo de este proyecto y su futura

ejecución, para ello se formulan las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los parámetros de diseño de un sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva? ¿Cuál es el sistema de pulverización más adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva? ¿Cuáles son los elementos constituyentes del sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva? ¿Cuál es el presupuesto para la fabricación e implementación del sistema de pulverización de remedios en la parcela de uva?

Teniendo como objetivo general: Diseñar un sistema de pulverización bidireccional con estructura tipo californiana para mejorar la aplicación de remedios en parcelas de uva y los objetivos específicos: determinar los parámetros de diseño de un sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva, seleccionar el sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva, diseñar los elementos constituyentes del sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva, elaborar el presupuesto del sistema de pulverización de remedios en parcela de uva.

II. MARCO TEÓRICO

Con respecto a los antecedentes nacionales, Castro (2020) menciona en su investigación realizada en las plantaciones de uva de la empresa Full Maquinarias S.A. que se diseñó un pulverizador para la aplicación de fitosanitario en cultivo de uva, para ello primero realizo entrevistas a trabajadores de la empresa para determinar así las necesidades primordiales, luego se seleccionó la configuración adecuada que debe tener la maquinaria como también seleccionar los componentes básicos para el diseño. Concluyendo en un sistema de pulverización neumático para uso de cualquier producto fitosanitario, la configuración general del equipo el sistema neumático se encuentra en la parte trasera posterior de la maquinaria a diferencia de maquinarias existentes en el mercado, por lo que da una mayor facilidad de mantenimiento. El aporte de esta investigación a este trabajo va en la parte de la metodología de selección de la configuración de la maquinaria ya que es muy importante para que el sistema de pulverización se a lo más eficientemente posible, fácil mantenimiento y económico.

Por su parte, Crisostomo (2020), en su investigación realizada en la Provincia de Concepción, Junín, diseñó un robot móvil para aplicaciones de fumigación del cultivo de maíz, el cual tiene como función principal la fumigación para que los trabajadores ya no estén en contacto con los agroquímicos que pueden ser dañinos a la salud. El diseño de la parte mecánica del robot fue específico para el terreno del cultivo como sus dimensiones y características del terreno, por lo que fue importante la inclusión de amortiguadores que le permitirá inclinarse sin generar algún desajuste o daños en sus funciones o estructura.

Por otro lado, Acha (2017), en su investigación sobre la problemática en el manejo del cultivo de una de mesa realizada en Piura, Perú, tuvo como objetivo detallar la problemática y las alternativas sobre el majeo del cultivo de la uva de mesa (*Vitis vinífera* L.) donde da un panorama sobre este cultivo además de la problemática en su producción, donde se demuestra que las variedades blancas sin semilla requieren manejo delicado cuando se le aplica las hormonas y el control fitosanitario, por otro

lado se puede observar la adaptabilidad de la uva tropical que requiere un uso adecuado del recurso hídrico, en cuanto a los sistemas de conducción para el cultivo de uva el más utilizado es el parrón tipo californiano, esto por las facilidades que ofrece para realizar labores de canopia además de reducir en gran medida la mano de obra, junto a esto el manejo técnico y la transferencia tecnología de la uva han demostrado la buena productividad del cultivo. Esta investigación apporto a este trabajo en la comprensión del cultivo de la uva con sistemas de conducción tipo parrón californiano, ya que en el campo de cultivo donde se desempeñará la maquinaria diseñada se desarrolla este cultivo y con este tipo de sistema de conducción.

Condori (2022), en su investigación realizada en el Fundo Cañapay de la empresa Agrícola Copacabana de Chincha, ubicada en la provincia de Chincha departamento de Ica – Perú, tuvo como objetivo la evaluación de la influencia de la expresión de la dosis por hectárea y por concentración, los métodos de pulverización usados fueron una combinación de los sistemas neumático, electrostático e hidráulico. Concluyendo que el mayor deposito en las hojas del cultivo de mandarinas se obtuvo con la dosis expresada en cantidad de producto por hectárea empleado el sistema de pulverización de combinación hidráulico y neumático.

Por otro lado, Aguilar (2019) desarrolló su investigación en la empresa agrícola Cerro Prieto que está ubicada en Pacanga, Chepén, La Libertad. Tuvo como objetivo diseñar una estructura articulada adaptado a un pulverizador neumático modelo Martignani M612T2 de una capacidad de 2000L, esto para incrementar ratios de fumigación en el cultivo de Palto. Para ello se realizó un diagnóstico sobre el consumo de horas maquina como también de las hectáreas que se logró fumigar, la ratio que se logró obtener en las pulverizaciones en el cultivo de palto fue de 1.9 hectáreas por hora. Concluyendo que la estructura articulada adaptada al pulverizador neumático se estimó que tendría una ratio de 3.6 hectáreas por hora, logrando así mejores resultados por lo que directamente se origina un ahorro en la hora maquina por y esto en un ahorro económico. Esta investigación se utilizó en este trabajo para poder observar la estructura diseñada en el sistema de pulverización y así tener referencia para el diseño de la estructura bidireccional que es objetivo de este trabajo.

En investigaciones desarrolladas a nivel internacional, se pudo apreciar a

Cortés & Cepeda (2017) que, en su investigación realizado en Bogotá, Colombia tuvo como objetivo diseñar un sistema automático de aspersión de plaguicidas semi estacionario para un cultivo de flores en invernadero donde se evaluaron varias alternativas que cumplieran con sus requerimientos. Se analizó los diversos sistemas de aspersión, las características de las plantas y sus enfermedades comunes con el fin de realizar un diseño adecuado. La investigación concluyó que el diseño del sistema semi estacionario de aspersión del plaguicida es capaz de asperjar una cama de 30 metros de longitud en tan solo 3.375 minutos, además se diseñó la maquinaria para que pueda soportar los elementos requeridos para la aspersión. El aporte de esta investigación a este trabajo va dirigido justamente en la inclusión de un sistema de agitación en el tanque que permite homogenizar la mezcla del producto a aplicar al cultivo.

Por otro lado, Rodríguez & Zabala (2017) desarrollaron una investigación en Bogotá, Colombia, con el objetivo de diseñar una plataforma robótica para fumigación en cultivos de tomate tipo Cherry. Su programación se desarrolló en el lenguaje de programación C++ para micro controladores (PIC) conteniendo los periféricos dos sensores infrarrojos además se tiene como actuadores dos motor-reductores, una motobomba e inyectores. Se tiene en cuenta las características del cultivo como las dimensiones, ya que esto son directamente proporcional a la autonomía del recorrido, con ello se garantiza la dosificación correcta. Se logró diseñar una maquinaria versátil capaz de dosificar el producto fitosanitario de forma óptima en diferentes sembríos de tomate. Además, el sistema es capaz de fumigar en tres clases de etapas de crecimiento (Temprana, media y adulta) con la utilización del riel de inyectores los cuales cuentan con riles que permiten configurar la altura deseada, con la utilización de la boquilla tipo cono se obtiene una mejor eficiencia de pulverización del producto. Esta investigación aportó a este trabajo en la selección de la boquilla adecuada para la pulverización eficiente (Boquilla tipo cono) del producto en los cultivos.

Por último, Gallego (2020), menciona en su trabajo realizado en el Centro de Automática y Robótica (CAR) de la Universidad Politécnica de Madrid, en Madrid, España, el diseño, construcción y control de una barra de cuatro tramos de pulverización selectiva de herbicida que se incorpora en un vehículo terrestre. El

sistema general está conformado por varios sistemas pequeños, los cuales son, el sistema hidráulico, el sistema de GPS y el sistema de válvulas esto conectado a un sistema de control. El sistema hidráulico tiene un depósito donde esta almacenado el producto herbicida disuelto con agua, luego se eleva el fluido con una bomba para que las válvulas puedan pulverizar el producto en el campo de cultivo. Se concluye que el diseño es capaz de albergar todos los componentes con una estructura robusta, adaptándose a las condiciones de la aplicación, con respecto a las pruebas realizadas tuvieron resultados positivos logrando recabar un mapa de tratamientos del terreno.

Actualmente, los cultivos de vid poseen etapas críticas que necesitan un minucioso uso de fertilizantes y sustancias que se emplean para proteger y mejorar la producción agraria, preservando las cosechas y fertilizando fitosanitariamente (Tanha Talaviya, 2020). En tal caso, surge la necesidad de maquinarias automatizadas y semi automatizadas que puedan realizar tareas con precisión en la parte de control de la dosificación y esta cumpla con el requerimiento de la siembra (Martins, *et al.*, 2021). Es de vital importancia que se mencione el desarrollo de muchos métodos y sistemas para ser usados en parcelas por medio del uso de fitosanitarios, al aplicar estos métodos cada vez más comunes, debido a que se formulan usos en la dispersión de líquidos (Wang, *et al.*, 2022). El objetivo principal de un sistema pulverizador es esparcir las gotas fitosanitarias estratégicamente que cubra puntos potencialmente plagados, logrando así una mejor cubierta del remedio y este sea mejor aprovechado por la planta (Biocca, *et al.*, 2021).

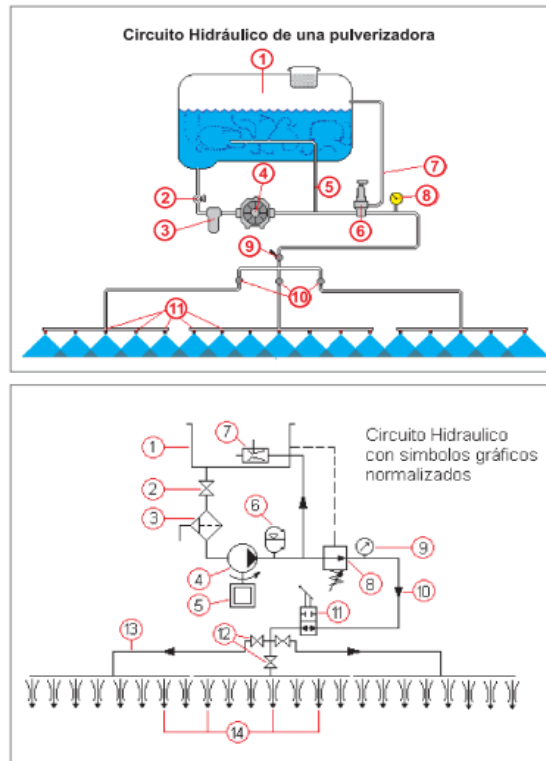


Figura 1 Esquema del circuito hidráulico de una pulverizadora de botalón.

Nota: se puede observar la estructura de un circuito hidráulico resaltando las partes más importantes

Una máquina pulverizadora tiene la finalidad de transmitir el fluido por las tuberías que, por medio de la alta presión, estas salen por un espacio angosto en las boquillas dividiéndolas en partículas pequeñas y atomizado el producto, por otro lado, los equipos que generan esta presión y la cantidad de gotas se relacionan de manera directa, por lo cual se puede decir que, si se aumenta la presión en los ductos, se disminuye las partículas de líquido atomizado (Zanin, *et al.*, 2022). En el mercado se puede encontrar atomizadores hidráulicos autopropulsados, estos se dan cuando el tamaño del recipiente supera los 4000 l, y cuando es menor a 1000 l se suspende. Años atrás los recipientes se construían de planchas galvanizadas o fibra de vidrio, en la actualidad se usan los polímeros como el plástico y polietileno por ser de alta resistencia y muy baja corrosión (Cheng, *et al.*, 2021).

Los sistemas de pulverización hidráulica en la actualidad se utilizan más por ser viables para la fumigación de insecticidas, y su aplicación en diferentes cultivos (Pohl, *et al.*, 2018). Es de vital importancia un buen diseño de la máquina donde cada dimensión, forma, material, aplicación de tecnológicas para fabricarlas y su operación

cumpla con cada requerimiento del cliente y su exigencia. Según el método de fabricación y transporte podemos clasificarlas en: manual o tipo mochila, semi suspendida o suspendida al tractor o autopropulsada (Esau, *et al.*, 2018).



Figura 2 Esquema de pulverizador semi suspendido
Nota: se puede observar la forma de un pulverizador semi suspendido

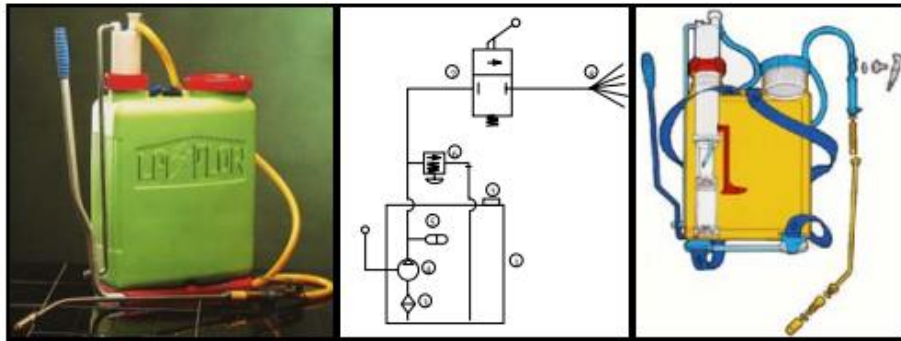


Figura 3 Pulverizador manual de tipo mochila
Nota: se puede observar de un pulverizador

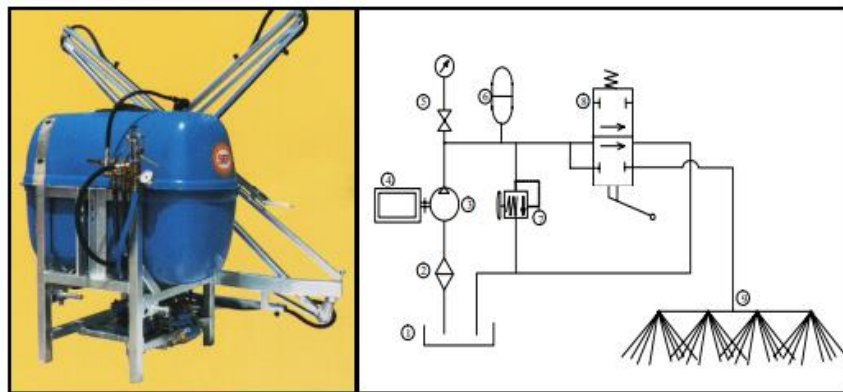


Figura 4 Pulverizador suspendido
Nota: se puede observar la estructura de un circuito hidráulico resaltando las partes más importantes

El material que se utiliza para fabricar ha ido cambiando pasando desde la

madera, acero inoxidable y los polímeros. Actualmente los más novedosos son los de plástico, por sus propiedades en peso y fácil mantenimiento, también por su resistencia, los polímeros se convirtieron en un material más usado actualmente. Las diferentes tecnologías para fabricar permiten que sea estético y funcional que tiene mucho interés de cada usuario (Appah, *et al.*, 2019).

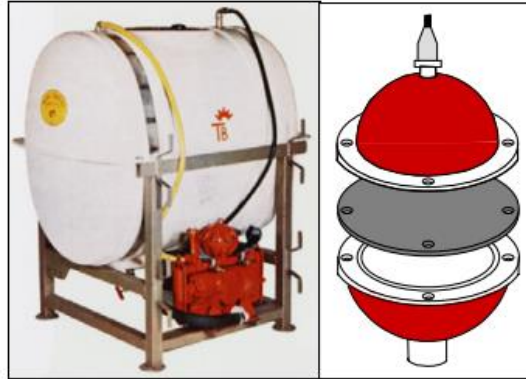
Ocasionalmente se optaron por polietileno, siendo este liviano y económico, por otro lado de fácil reparación realizándose con aire comprimido caliente; para otra aplicación se usa el de poliéster estratificado, que, siendo este más caro que el de anterior, cuentan con más resistencia y preparándose de manera simple y rápida en campo, cuenta también que las bocas para llenar el recipiente debe ser amplios, con filtros de llenado y cierre estando provisto de tapas, con sistemas de paso de aire, de fácil control de presión atmosférica en su interior, esto permite que el líquido salga desde la bomba haciendo vacíos interiormente, esto ocasiona graves problemas de cavitación durante su funcionalidad de la máquina, agravando por falta de uniformidad en la distribución de los líquidos fitosanitarios (Fernandes, *et al.*, 2020).



*Figura 5 Depósito, boca de llenado y detalle de elementos
Nota: se puede observar la estructura de un depósito de fertilizantes o pesticidas.*

Al momento que el aire del acumulador alojado dentro a presión atmosférica, los volúmenes que necesitan para el almacenamiento de energía restituyen al fluido de tratamiento, por lo que es necesario lograr una buena amortiguación, requiriendo recipientes de gran volumen, esto resulta antiestético e incómodo al montaje. Para evitar eso son útiles los acumuladores que vienen provistos de membrana de caucho

sintético, esto logra separar el líquido del aire, reduciendo el volumen del aire y previa compresión, consiguiendo amortiguar cada variación de caudal (Villete, *et al.*, 2022).



*Figura 6 Pulverizador con bomba dotada de acumulador de membrana y detalle del mismo
Nota: el diseño de un pulverizador puede tener la forma de la imagen.*

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque utiliza teorías de resistencia de materiales para resolver problemas de pulverización de remedios en parcelas de uva. Es de nivel descriptivo porque se caracteriza los diferentes elementos de un sistema bidireccional de un pulverizador.

Diseño de investigación

La investigación se desarrolló como no experimental ya que en ningún momento se manipulo ninguna variable para generar datos con la variación de otra variable.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Sistema de pulverización bidireccional

El sistema de fumigación bidireccional permite que el remedio se distribuya en ambos sentidos de la estructura tanto desde la parte inferior hasta la superior o viceversa a la

vez, con esto logramos que se distribuya de manera homogénea y que tenga mejor aprovechamiento la planta (Castro, 2020).

La tabla de operacionalización de variable está ubicada en el anexo 1 del presente trabajo.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

- Parcelas de uvas del distrito del distrito de olmos, Lambayeque

Muestra:

- 01 parcela de uva del distrito de Olmos, Lambayeque

Muestreo:

- Muestreo no probabilístico por conveniencia

Unidad de análisis:

- 01 parcela de uva

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el siguiente cuadro mostramos las técnicas de recolección de datos, instrumentos de recolección de datos; los formatos y validación se consignan en los anexos

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Validación
Encuestas	Cuestionario	Expertos

Fuente: elaboración propia

3.5. Procedimientos

1. Se procedió a recolectar los datos para la elaboración del sistema de pulverización.
2. Con la recolección de datos obtenidos se procedió a realizar pruebas para seleccionar el sistema de pulverización.
3. Se procedió a modelar geoméricamente el mecanismo de pulverización bidireccional.
4. Con programa SolidWorks se procedió a simular el sistema de pulverización bidireccional.
5. Se analizó económicamente el costo para evaluar el presupuesto de la fabricación e implementación del sistema de pulverización de remedios en parcela de uva.

3.6. Método de análisis de datos

Cada análisis realizado por los métodos estadísticos se procesó con la data obtenida de las fichas documentarias.

Cada resultado está incorporado en tablas de cálculo, cada uno de los que permiten tener un análisis relacionándolo con cada de los componentes que necesitan para diseñar esta máquina de pulverización bidireccional, esto permitió observar de manera gráfica el comportamiento de las variables de diseño. También utilizando el software SolidWorks para los procedimientos de modelado 3d y simulación de las tuberías donde se aplicará el remedio.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó confidencialmente y veraz, esto se hace estudiando el fin y citando de manera correcta, siempre guardando respeto a cada autor y su investigación contenida en esta investigación.

Esta investigación utilizó el código nacional de integridad científica, pues toma como suya las leyes y decretos que se establecen para trabajar, teniendo como objetivos el establecimiento y la normatividad de conducta, cada infracción y sanción para las personas naturales o jurídicas que realicen investigaciones científicas , desarrollando material innovador y tecnológico dentro del territorio nacional con la finalidad de que se promueva buenas prácticas y la moral en las investigaciones, contribuyendo con el desarrollo tecnológico e innovador en SINACYT (CONCYTEC, 2017).

IV. RESULTADOS

4.1. Objetivo específico 1: Determinar los parámetros de diseño de un sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

4.1.1. Parámetros de diseño

Realizar buenas prácticas agrícolas en el cultivo de la uva en la región de Lambayeque específicamente en Olmos, nos llevó a pensar en la mejor manera de conservar a los cultivos; uno de los inconvenientes que se presentan es la aparición de enfermedades y por medio de una fumigación planificada se mitigaran estos inconvenientes, conocer las necesidades del cultivo de uva en parrón tipo californiano nos ayudó a determinar las dimensiones básicas para los cálculos que se realizaron.

El tamaño de lote esta descrito por un ancho de 168m y 579m de largo, así se considera un área total de lote de 9,72 metros cuadrados.

Las dimensiones promedio del cultivo de uva nos indican una distancia entre calle de 3,5m, la distancia entre planta es de 1,5m, el número de plantas por hectárea es de 1904.8 unidades, las filas de lote son de 48 unidades y las plantas en fila son en total 386 unidades, para estas especificaciones se tiene la altura de la planta en 2,20m.

Tabla 2. Resumen del acta de reunión con profesionales en cultivo de uva en parrón tipo Californiano – Datos del terreno de cultivo

Criterio	Terreno de cultivo
Área total de lote	9,72 hectáreas
Ancho	168 m
Largo	579 m

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Resumen del acta de reunión con profesionales en cultivo de uva en parrón tipo Californiano – especificación del cultivo

Criterio	Cultivo de uva
Distancia entre plantas	1,5 metros
Número de plantas por hectárea	48 unidades
Plantaciones en fila	386 unidades
Altura de plantación	2,20 metros

Fuente: elaboración propia

4.2. Objetivo específico 2: seleccionar el sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva

4.2.1. Selección del sistema de pulverización

El manejo del cultivo de uvas debe estar asistido por un sistema de control de enfermedades y plagas para disminuir las pérdidas de cosecha. La aplicación de remedios es imprescindible en una agricultura tecnificada, muchas veces se da mayor importancia al producto a emplear y poca a la maquinaria que realizara la aplicación, como consecuencia de esto se incrementa los costos de producción, porque se tiene que aumentar la cantidad de remedio que la aplicación requiere y por si fuera poco con esta práctica se incrementan los riesgos de sobredosificaciones que conlleva a un daño al medio natural. La pulverización, consiste en la aplicación de un líquido por medio de gotas de un tamaño determinado y ajustado a las necesidades del cultivo, por lo expuesto es importante la elección de un sistema de pulverización adecuado.

4.2.1.1. Pulverización hidráulica o por presión



Figura 7. Pulverizador hidráulico suspendido

Nota: se puede observar el empleo de un pulverizador para terrenos de cultivo.

Para la pulverización hidráulica es necesario que el líquido seleccionado sea impulsado a presión por una bomba hasta las boquillas donde el chorro se rompe en gotas finas debido al estrechamiento de esta sección de salida, Ruiz (1971) detalla que la diferencia de las presiones entre el interior y el exterior de la boquilla se debe de considerar en el sistema de pulverización.

Dentro de los equipos para tratamientos, el pulverizador hidráulico es el más generalista y multiuso. Estos son especialmente utilizados para el tratamiento de herbicidas y fitosanitarios en herbáceos. Pero para cultivos leñosos, se observa la poca capacidad de penetración en la masa foliar de estos cultivos, o el volumen que tiene el caldo que se consumió y también el tamaño de gota. (Ruiz., 1971)

El tamaño de gota es responsable en gran medida del éxito que va a tener el tratamiento ya que una misma superficie se puede tratar con menos caldo, sin embargo, el tamaño no lo es todo, porque cuanto más pequeña la gota es más sensible a la evaporación y eso conlleva a tener problemas de deriva. (Garasa., 2011).

4.2.1.2. Pulverización neumática



Figura 8. Pulverizador neumático

Nota: se puede observar el diseño de un pulverizador con rociadores en la parte trasera de un depósito de fertilizante.

Este tipo de pulverización genera un intercambio de corrientes de aire que se encuentran a gran velocidad, parten desde una tubería con poca presión y el líquido que se expulsa puede salir en forma de lámina o vena desplegada.

El diámetro medio del volumen de superficie está relacionado al área del círculo y a su volumen, entendiendo como la relación del líquido pulverizado dividido con la superficie cubierta por las gotas. La velocidad de salida de aire se entiende como el 80% del diámetro de la gota mediana, dato empleado para la pulverización en cultivos. Para que el proceso contenga los valores adecuados se considera que el tamaño de las gotas debe estar en relación a los caudales de aire y los caudales del líquido, manteniendo valores mayores a $2\ 000\ m^3/s$ y generalmente entre $6\ 000\ m^3/s$ y $10\ 000\ m^3/s$ (Márquez, L., 2007)

Se tiene una base de datos de relación entre velocidad de salida de aire y el diámetro medio de volumen de superficie.

Tabla 4. Relación de velocidad de salida y diámetro medio para pulverización

Velocidad de salida	Diámetro medio
(m/s)	$d_{v/s}$
50	100

75	66
100	50

Fuente: (Márquez, L. 2007)

De forma práctica se interpreta que el diámetro de las gotas de líquido que son expulsadas por el sistema de pulverización neumática también depende de la tensión superficial y el aumento de caudal del líquido seleccionado para la aplicación de remedios.

La relación de las masas es considerada por Márquez (2007) en función de la proporción del líquido con el flujo de aire que precisa entre 1 y 3, interpretando en kilogramos de líquido por 3kg de aire y en medidas de metros cuadrados van de 0,8 a 2,4 m^2 , para la energía necesaria se considera la mitad del producto de la masa de aire con la velocidad, los caudales de 2 000 m^3/s necesitan una presión de 50 bar. Con estos datos se entiende que la pulverización neumática es mayor que la pulverización mecánica, las dificultades que se evidencian es el mantenimiento de dosis constantes de gotas de líquido. El tipo de boquilla para la pulverización neumática se adapta al tipo de cultivo.

Tabla 5. Tipo de boquilla para la pulverización neumática

Tipo de boquilla	Descripción
Conocido como Cañón	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en una tobera con una salida por donde se realiza la pulverización.
Conocido como Mano	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en varias toberas de distintas dimensiones que están unidas en dirección circular para realizar la pulverización.
Conocido como Dedos	<ul style="list-style-type: none"> • Son toberas que contienen una sección de salida destinado a su función.

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3. Pulverización electrostática



Figura 9. Pulverizador electrostático

Nota: se puede observar la aplicación de fertilizante en campos de cultivo de naranja.

Este tipo de pulverización consiste en la transferencia de electrones hacia las gotas del líquido a expulsar que, estos se adhieren al cultivo que fue cargado previamente positivo, para las gotas que son de tamaño pequeño se considera que tienen una atracción electrostática fuerte, las gotas siguen un flujo de campo eléctrico moviéndose en dirección a la fuerza de gravedad (Aristizábal, 2008)

En la parte experimental se debe de mantener según Aristizábal (2008), la corriente de aire y agua que saldrá por las boquillas seleccionadas a velocidades aproximadas a la del sonido, la generación de las cargas negativas en las gotas de líquido se da por medio de procedimientos convencionales de centrifuga. La pulverización electrostática requiere de energía eléctrica para cargar las gotas negativamente.

4.2.2. Selección ponderada de pulverizador

La selección del óptimo pulverizador para cultivos de uva en porrón tipo californiano, se realizó mediante una matriz de ponderada que está bajo ciertos criterios de evaluación. Los criterios son la facilidad de ensamblaje, facilidad de fabricación, bajo costo y la opinión del experto en el campo.

Para recabar la opinión de los expertos de campo se realizó un cuestionario donde ellos pueden dar su parecer y valorar sobre los sistemas de pulverización propuestos (Pulverización Hidráulica, Neumática y Electrostática), según su experiencia en el rubro.

La valoración que se da a cada criterio de evaluación se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6. Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

El cuestionario fue aplicado a 5 expertos de campo, considerando 5 ítems, los cuales dieron los siguientes resultados:

En el ítem 1 del cuestionario se pide la valoración otorgada al sistema de pulverización hidráulica, obteniendo un resultado promedio de 5, encontrando este sistema como muy satisfecho.

En el ítem 2, se pide la valoración otorgada al sistema de pulverización neumática, obteniendo un resultado promedio de 2, encontrando este sistema como poco satisfecho.

En el ítem 3, se pide la valoración otorgada al sistema de pulverización electrostática, obteniendo un resultado promedio de 2.8, encontrando este sistema en una apreciación que puede considerarse como insatisfecho y satisfecho, la interpretación a esta respuesta ambigua por parte de los profesionales se detalla en siguiente ítem.

El ítem 4 nos indica la opinión de los profesionales en cuanto al sistema de pulverización, encontrando comentarios para la pulverización hidráulica como la más recomendada para su uso, en el caso de la pulverización neumática menciona que

presenta ciertas limitaciones que impiden su aplicación y para el sistema de pulverización electrostática se menciona que es aplicado para hormonas en específico.

El ítem 5, enfatiza las limitaciones que se puede presentan para los tres sistemas de pulverización consultados, obteniendo información de las apreciaciones diversas que abarcan temas de costos, mantenimiento y usos.

En la siguiente tabla mostramos el resumen del cuestionario las opiniones y valoración de los expertos de campo

Tabla 7. Tabla de resumen de valoración y opinión de los expertos de campo

Datos del experto de campo	Pulverización Hidráulica		Pulverización Neumática		Pulverización Electrostática	
	Valor acción	Opinión	Valor acción	Opinión	Valor acción	Opinión
<p>Hugo Zegarra Ing. Agrónomo Cargo: jefe de mantenimiento Experiencia: 12 años</p>	5	Mejor cubrimiento Apto para todo terreno	3	No apto para todo terreno	3	Costo elevado
<p>Rafael Carrasco Técnico en agronomía Cargo: Supervisor Experiencia: 10 años</p>	5	Mejor pulverización	2	Varia su caudal	3	Especial para hormonas
<p>Elio Rojas Técnico Operador Cargo: Operador de maquinaria agrícola Experiencia: 7 años</p>	5	Buena pulverización	2	Costo elevado	2	Mucho mantenimiento
<p>Normán Oblitas Tec. Operador Cargo: Operador de maquinaria agrícola Experiencia: 6 años</p>	5	Buen cubrimiento	1	Tiende a bajar la presión	3	Costo elevado
<p>Monteza Tec. Operador Cargo: Operador de maquinaria agrícola Experiencia: 6 años</p>	5	Mayor ángulo de pulverización	2	Varia su presión	3	Elevado costo
Promedio de valoración		5		2		2.8

Fuente: Elaboración propia

Una vez considerado la valoración de los expertos de campo, pasamos a introducir los datos en la matriz ponderada mostrada a continuación:

Tabla 8. Matriz ponderada para selección del pulverizador

Matriz Ponderada							
Criterios	Importancia (%)	Pulverización Hidráulica		Pulverización Neumática		Pulverización Electrostática	
		Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada
Facilidad de ensamblaje	40	4	1.6	3	1.2	4	1.6
Facilidad de fabricación	20	4	0.8	4	0.8	4	0.8
Bajo costo	20	5	1	3	0.6	2	0.4
Opinión de experto de campo	20	5	1	2	0.4	2.8	0.56
Total			4.4		3		3.36
Resultado		Seleccionado		No seleccionado		No seleccionado	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la matriz ponderada, que se utilizó para seleccionar el sistema de pulverización óptimo para la aplicación de remedios en parcelas de uva, tenemos al sistema de pulverización hidráulico con un puntaje de 4.4, siendo considerado para el diseño del sistema, ya que destaca de entre los demás por su mejor recubrimiento, apto para todo terreno y menor costo.

4.3. Objetivo específico 3: diseñar los elementos constituyentes del sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

4.3.1. Diseño de la configuración

Para la configuración adecuada de los elementos constituyentes del sistema de pulverización que servirá para la aplicación de remedios en parcelas de uva, se utilizarán los parámetros obtenidos anteriormente, mediante las actas de reunión con los profesionales de campo.

El campo de cultivo se encuentra en el Distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, en un área de 9.72 Ha, se cultiva uva de la variedad *sugar crisp* y tiene el sistema de conducción de la vid tipo californiano, este sistema reduce el gran volumen de las hojas que alcanzan las plantas de uva, a la vez su objetivo es que cuente con la cantidad de hojas necesarias para la protección de los racimos. Este sistema es en forma lineal, con hileras independientes que están constituidas por un alambre central por toda la hilera por eso la ventaja de este sistema es una mejor ventilación y exposición a la luz solar. Las medidas de longitud del sistema de conducción californiana se utilizarán para dimensionar el sistema de pulverización, por eso es importante contar con estos datos.

A continuación, se muestra el esquema del sistema de conducción californiana en el campo de cultivo:

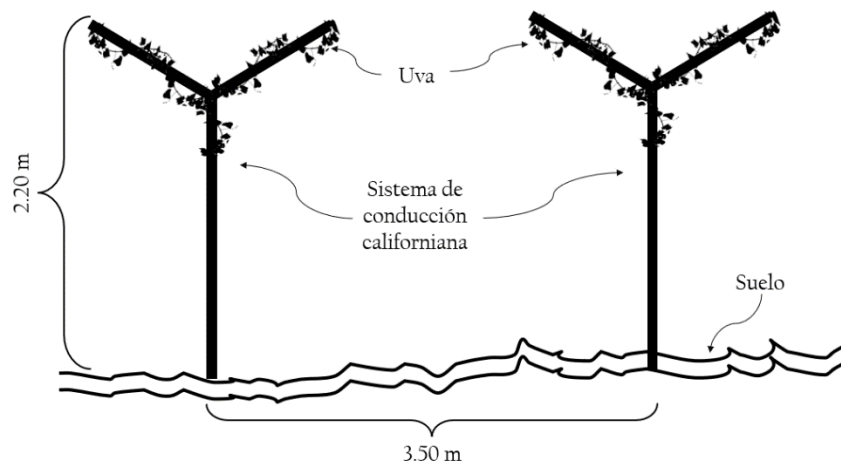


Figura 10. Dimensiones del sistema de conducción californiana en el campo de cultivo
Nota: se puede observar la estructura verificada de un padrón de tipo Californiano.

En la figura 7, se aprecian las dimensiones que tiene el sistema de conducción californiana utilizado en el campo de cultivo, además, se observa la distribución que tiene las plantas, esto da un enfoque para diseñar la configuración de sistema de pulverización hidráulico.

Se elaboraron 3 propuestas respecto a la configuración, estos se seleccionaron en una tabla ponderada donde se tuvo en cuenta 3 criterios principales, los cuales fueron:

- Criterio de ensamblaje: Este criterio tiene en consideración que las piezas sean fáciles de manipular, insertar y fijar, reduciendo el número de componentes de la maquinaria.
- Criterio de funcionamiento: Esta toma en consideración el correcto funcionamiento de la maquinaria (Fácil uso, fácil mantenimiento y uniformidad en la aplicación)
- Criterio de fabricación: Se tiene en cuenta la selección de materiales que sean fácil de conseguir, costos bajos y buena calidad.

La posición de las boquillas se configura de la siguiente manera:

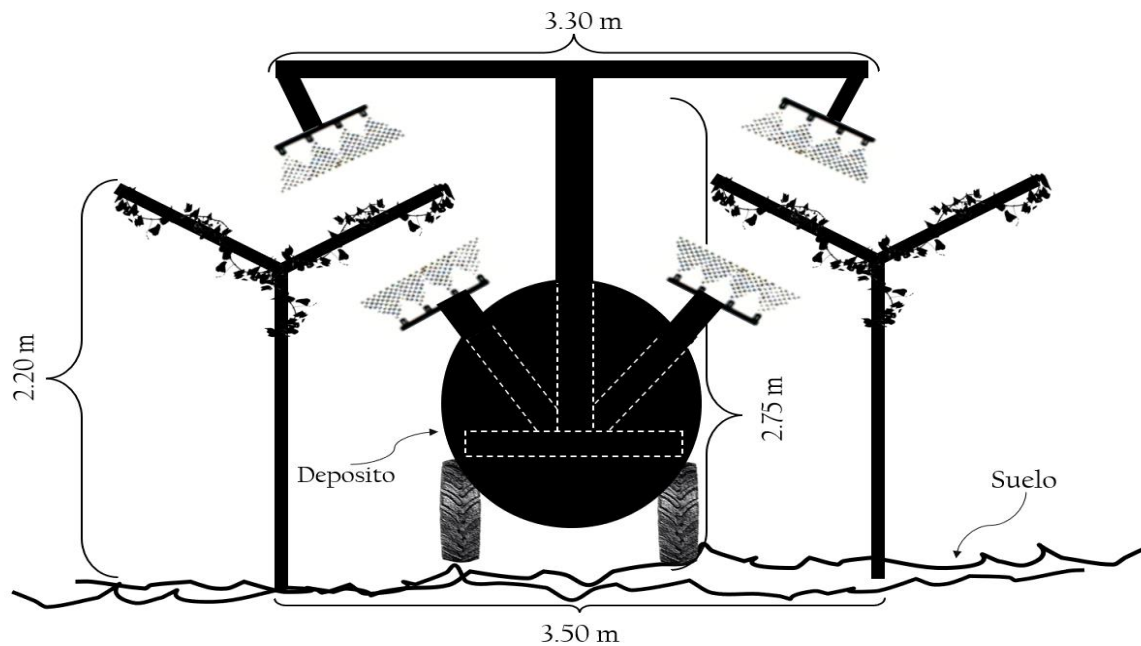


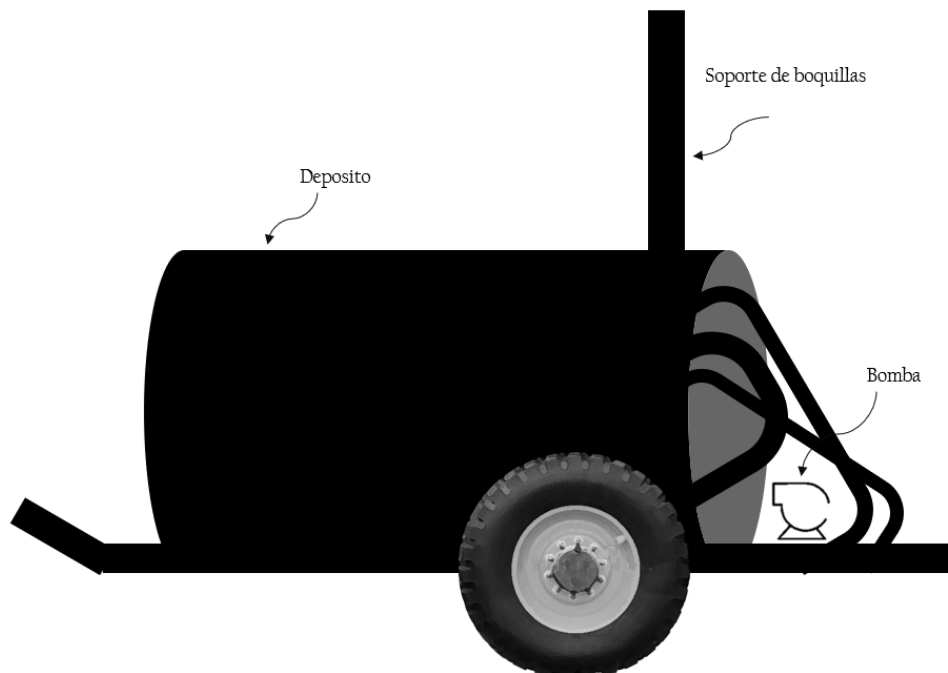
Figura 11. Esquema de la posición de las boquillas
Nota: se puede observar el plano detrás de la estructura de pulverizador diseñado.

En la figura 8, se puede observar la posición de las boquillas, los mismos que están sujetos en un eje central que cumple la función de soporte.

Las propuestas para la configuración general se detallan a continuación:

a) Propuesta N°1

En esta propuesta la bomba y demás componentes del sistema de pulverización se ubican en la parte trasera del depósito, cabe señalar que las boquillas se encuentran a poca distancia de la bomba por lo que se reduciría en la parte de costos, fabricación y mantenimiento.



*Figura 12. Esquema de la propuesta N°1 para el diseño de la configuración
Nota: se tiene la vista lateral del pulverizador diseñado.*

b) Propuesta N°2

En la propuesta N°2 la bomba y los demás componentes se encuentran en la parte delantera del depósito, donde se puede apreciar una distancia considerable desde la bomba hasta las boquillas por lo que se elevarían los costos de fabricación.

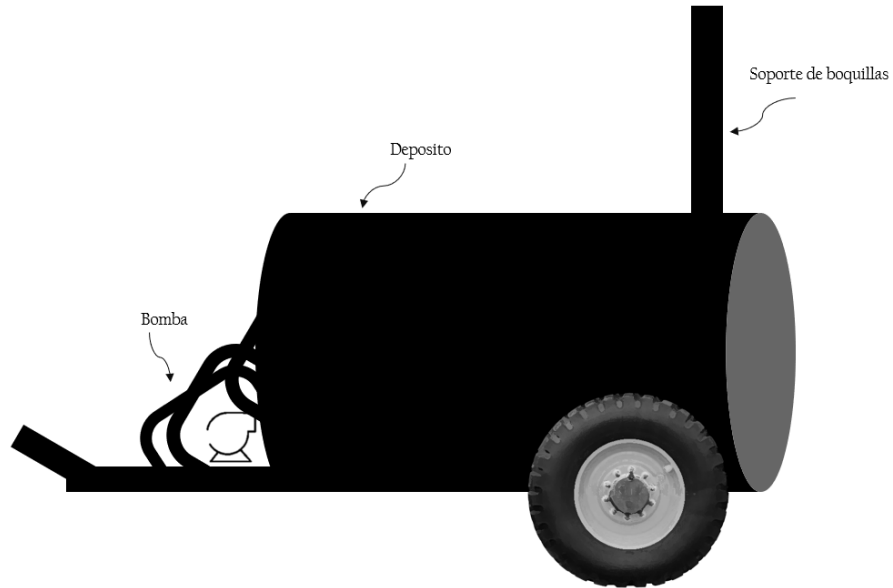


Figura 13. Esquema de la propuesta N°2 para el diseño de la configuración
 Nota: se puede observar el diseño de pulverizador indicando la ubicación de las partes importantes para el funcionamiento.

c) Propuesta N°3

Por último, en la propuesta N°3, la bomba y demás componentes están soportados de forma individual detrás del depósito siendo remolcado junto con el depósito.

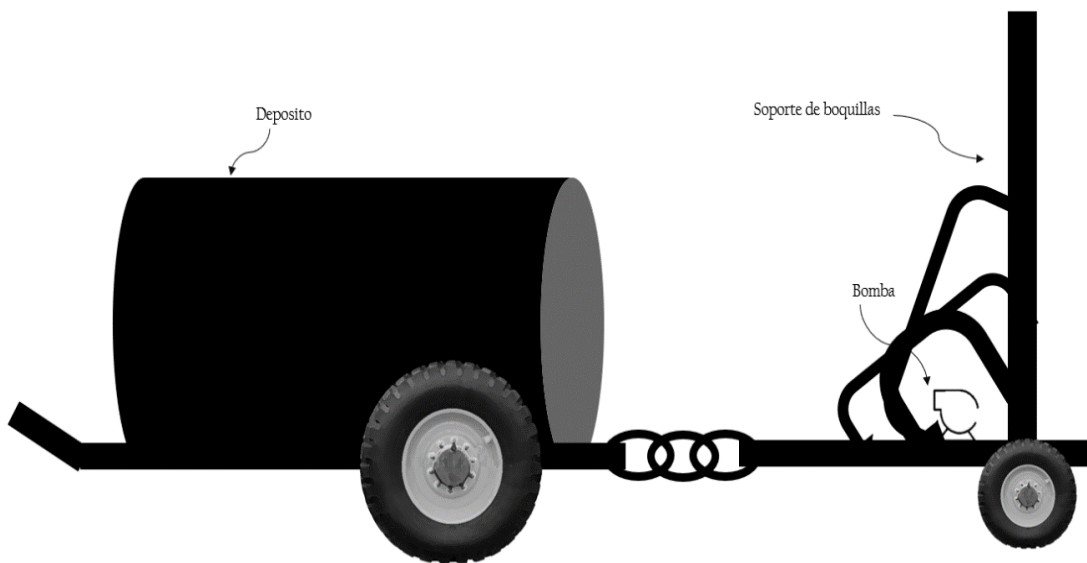


Figura 14. Esquema de la propuesta N°3 para el diseño de la configuración
 Nota: se puede observar la estructura de la propuesta 3 con las partes importantes del diseño.

4.3.2. Selección de la configuración

Para la selección de la configuración óptima para el sistema de pulverización, realizaremos una tabla ponderada, para la valoración utilizamos lo mencionado en la tabla N°6.

Tabla 9. Matriz ponderada para selección de la configuración optima

Matriz Ponderada							
Criterios	Importancia (%)	Propuesta N°1		Propuesta N°2		Propuesta N°3	
		Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada
Ensamblaje	35	3	1.05	3	1.05	2	0.7
Funcionamiento	40	4	1.6	5	2	4	1.6
Fabricación (Bajo costo)	25	3	0.15	4	1	2	0.5
Total	100%		3.4		4.05		2.6
Resultado		No Seleccionado		Seleccionado		No seleccionado	

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Determinación del tamaño de gota

Regularizar un equipo de pulverización requiere de una tasa de distribución exacta de la solución requerida; para la aplicación de remedios en parcelas de uvas se consideró el control de las técnicas de selección de gotas que constituyen características de operación y eficiencia de pulverización. En el caso de la pulverización agrícola se pueden obtener gotas de tamaño correcto y gotas de tamaño variado, la variación de tamaño puede traer consecuencias negativas tanto para el ambiente como para la salud.

La interrupción de la estabilización de la tensión superficial se da en el sistema de pulverización y por acción de las fuerzas internas y externas las gotas que se producen en el sistema tienden a romperse para generar otras gotas de menor tamaño. Obtener el tamaño final de las gotas depende de su sistema de pulverización primaria y secundaria.

La energía necesaria para convertir el remedio líquido en gotas se realizó mediante la presión que se ejerce dando como sistema de elección el hidráulico, para ello se determinó el orificio de calibrado conocido como boquilla.

La boquilla es parte fundamental de nuestro diseño de pulverizador, se eligieron las características necesarias para la aplicación de remedios en parcelas de uva en porrón tipo californiano, la eficiencia se evaluó con respecto al tamaño de gota, orificio de la boquilla, ángulo de aspersion y las propiedades físicas del remedio, las boquillas tienen la función de determinar el caudal aplicado por hectárea y proporcionar una distribución homogénea de líquido en superficies.

La relación que se encontró entre las gotas corresponde a su tamaño, a mayor velocidad de desplazamiento se tiene gotas más grandes y a menor velocidad de desplazamiento se tiene gotas más pequeñas.

El sistema de pulverización activa su acción protectora al momento de cubrir volúmenes elevados, la relación que se dio se calcula por medio del volumen de la esfera $V = \frac{\pi * D^3}{6}$ y su superficie $S = \pi * D$, cuando se establece la relación entre el

diámetro de la gota y la superficie de contacto se registra una relación de 1 a 8, encontrando una equivalencia para la clasificación del espectro de gotas.

Tabla 10. Relación de descripción con el diámetro de gota

Descripción	Diámetro de gota
Gota muy fina	<100 μm
Gota fina	100 -175 μm
Gota mediana	175 – 250 μm
Gota gruesa	250 – 375 μm
Gota muy gruesa	250 – 375 μm
Gota extra gruesa	> 450 μm

Fuente: Leiva 2011

La selección del tamaño de gota se determinó analizando su diámetro y su superficie de contacto, para las gotas que son mayores a los 250 μm tienden a cubrir mayor superficie y a la vez tienden a no adherirse a las plantaciones, las gotas de menor tamaño tienden a tener mayor tiempo de adherirse en las plantaciones, por ello se seleccionó como el mejor tamaño de expulsión de gota al tamaño mediana con un diámetro de 250 μm .

El coeficiente de homogeneidad

Para su determinación se analizó los parámetros de la gota pulverizada, donde:

$$\text{Coeficiente de Homogeneidad} = \frac{\text{Diámetro de mediana volumetrica}}{\text{Diámetro de mediana numerica}}$$

Se entiende el coeficiente de homogeneidad como CH, el diámetro de mediana volumétrica denominado DMV y el diámetro de mediana numérica denominado DMN, estas denominaciones nos indican el espectro de las gotas considerando la relación de gotas de mayor y menor tamaño. Las variaciones existentes determinan la forma de boquilla.

Se evaluó uno de los patrones de distribución de líquido en función de su estructura, tamaño de gotas y cobertura.

Tabla 11. Características de tipo de boquilla

Cono lleno	Cono hueco	Cono abanico plano
Un solo cuerpo	Un solo cuerpo	Tienden a tener modificaciones
Poca variación de tamaño de gotas	Poca variación de tamaño de gotas	Variación en el tamaño de gotas
Amplia zona de cobertura	Escasa zona de cobertura	Amplia zona de cobertura

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Coeficiente de homogeneidad por tipo de boquilla

Tipo de boquilla	Coeficiente de homogeneidad
Boquilla de cono	1,8 a 5,0
Boquilla de abanico	2,0 a 8,0
Boquilla de espejo	5,0 a 10

Fuente: Metcalf, 1980

Tabla 13. Parámetros por marca de boquilla para pulverización

Marca	Angulo	Presión	Caudal L/min
ATR 80° amarilla turbulenta	80°	5 - 20 bar	0,75 L /min
ATR 80° roja turbulenta	80°	5 - 20bar	1,38 L/min
ATR 80° blanca turbulenta	80°	5 - 20 bar	0,27 L/min
ATR 80° azul turbulenta	80°	5 - 20 bar	2,45 L/min
ATR 80° café turbulenta	80°	5- 20 bar	0,45 L/min

Fuente: Elaboración Propia

Seleccionando el modelo de boquilla ATR 80° café turbulenta con un ángulo de 80° a una presión de 5 a 20 bar con un caudal de 0,45 L/min.

Diseño de la boquilla

Una vez determinado el tamaño de gota ideal para el sistema de pulverización hidráulico, se diseña la boquilla en el software SolidWorks donde se realizará el diseño general de la maquinaria.

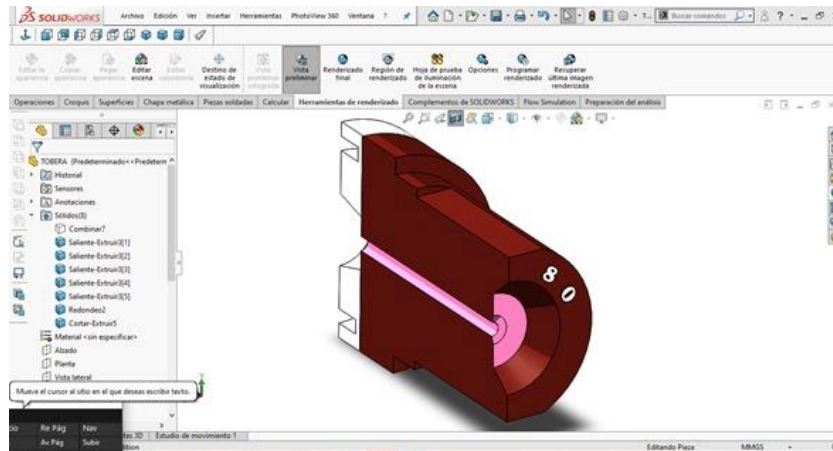


Figura 15. Boquilla ATR 80 en SolidWorks

Nota: se puede observar el diseño de la boquilla en el software de SolidWorks.

La boquilla ATR 80° es recomendable para la aplicación de fungicidas e insecticidas, muy recomendable para viticultura y arboricultura, algunas de sus características son su rápido desmontaje para el limpiado permanente, el enganche perfecto para la cámara de turbulencias y presión de caudal obtenido gracias al pulimento de las partes cerámicas. La presión recomendada de uso es a 10 bar (Solcera, 2018)

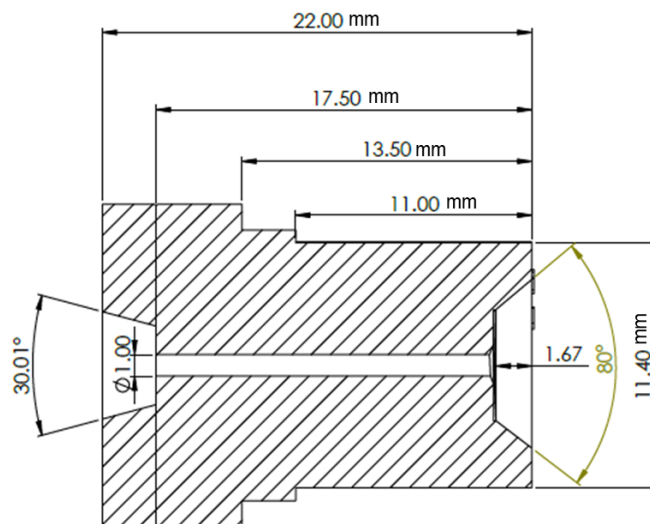


Figura 16. Plano de la boquilla ATR 80° (Escala 5:1 – U.M.mm)

Nota: se puede observar el diseño en planos de la boquilla.

Las dimensiones de la boquilla corresponden para el orificio de 1mm de ancho y 22 mm de altura, es de tipo divergente. El plano a detalle se puede observar en el Anexo E.

4.3.4. Selección de la Bomba

Para uso agrícola se considera el tipo de bomba necesario para la correcta proporción de líquido pulverizado de acuerdo a la presión, caudal y agitación hidráulica adecuada. La selección del tipo de bomba para un sistema de pulverización considera el de engranaje, de membrana, de pistones, de centrifuga, neumáticos e incluso el de piñones (Sugawara, & Nikaido, 2014).

El diseño del pulverizador bidireccional tendrá 5 aspersores en la parte superior y 3 en la parte inferior considerando ambas cantidades en el lado derecho e izquierdo, para el tipo de boquilla consideramos el caudal necesario estimado en 0,45 L/min este caudal de salida de fluido presenta a presión, para su interpretación hacemos uso de la fórmula de caudal de bomba.

$$Q = ((Nb * Qb) + (Na * Ag))FC$$

Dónde:

Q: Es el Caudal de la bomba (l/min)

Nb: Es el número de boquilla


Qb: Es el caudal de la boquilla

Na: Es el número de agitadores hidraulicos

Ag: Es el caudal de agitador hidraulico

FC: Es el factor por pérdidas

Tabla 14. La boquilla seleccionada es Boquilla ATR 80

	Número de boquilla	Derecha	Izquierda
		Superior: 10	Superior: 10
		Inferior: 6	Inferior: 6
		Total	32
Caudal de Boquilla	0,45 L/min		

Fuente: Elaboración propia.

La bomba deberá proporcionar un caudal constante para que los agitadores ubicados dentro del depósito o tanque funciones, mezclando contantemente al producto.

Aplicando la formula tenemos, los siguientes datos:

$Nb: 32$

$Qb: 0,45 \text{ L/min}$

$Na: 1$

$Ag: 9.5 \text{ L/min}$

$FC: 1.3$ considerado del retorno de líquido según (Homer, *et al.* 2010)

En la fórmula de caudal:

$$Q = ((Nb * Qb) + (Na * Ag))FC$$

Teniendo:

$$Q = ((32 * 0,45) + (1 * 9.5)) * 1,3 = 31.07 \text{ L/min}$$

La bomba comercial que se seleccionó para un caudal de 31,07 L/min obtenido con la interacción de los valores de cantidad de boquilla, caudal de boquilla se reconoció como la mejor opción la bomba de membrana de serie IDS 1501, que cumple con las especificaciones técnicas recolectadas de (Company With Quality System, 2008).

Determinando las especificaciones técnicas para la bomba:

Tabla 15. Parámetros y unidades de la bomba IDS 1501 de membranas

Parámetros	Unidades
Tecnología	De membranas
Presión	Min.: 5 bar / Max: 50 bar
Caudal	113 L/min
Peso	Min.: 60 kg
Velocidad	400 rpm
Potencia	Min.: 1.5 hp

Fuente: (Company with Quality System, 2008)



*Figura 17. Bomba comercial de membranas IDS 1501
Nota: se puede observar el diseño de la bomba seleccionada.*

4.3.5. Diseño de la Bomba IDS 1501

El diseño de la bomba de membrana seleccionada para la pulverización bidireccional de cultivos de uva en porro tipo californiano está basado en el modelo IDS 1501, consta de su desarrollo en el software de SolidWorks considerando la fuente de energía necesaria para su funcionamiento, las elevadas presiones se requieren para un adecuado bombeo del líquido a pulverizar sobre la superficie solicitada, el diseño de la bomba se desarrolló para un espacio estrecho por ello contiene una forma alargada y ajustada al espacio entre los surcos de cultivo, por su tamaño y forma se

colocaron rodetes que se acoplen a la altura manométrica precisa.

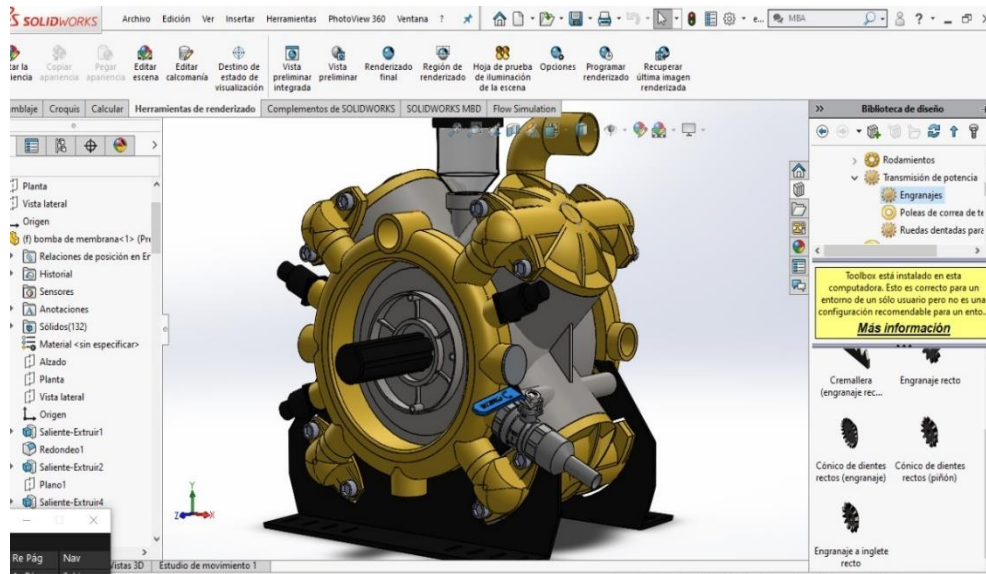


Figura 18. Diseño en Solidworks de bomba de membranas IDS 1501
Nota: se puede observar el diseño de la bomba en SolidWords.

Para que la bomba escogida tenga el funcionamiento deseado se especificaron as medidas de diseño que delimiten su capacidad y funcionalidad, esta combinación de equipos que complementan la bomba es comprensible en su diseño.

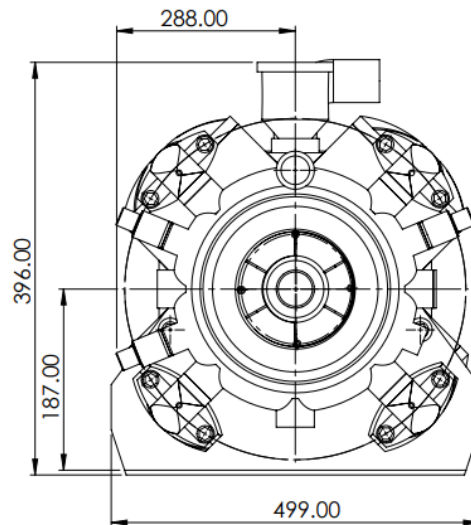
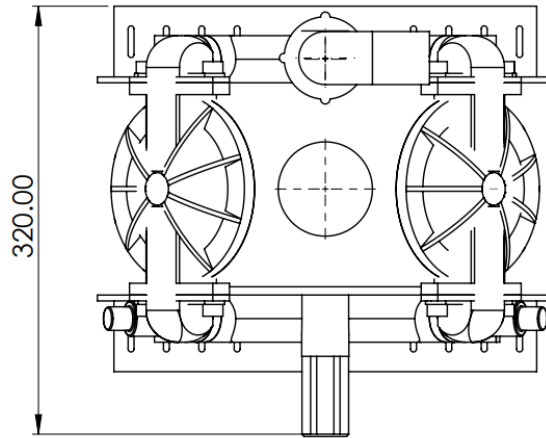


Figura 19.. Plano de bomba de membranas IDS 1501 vista de planta (medidas en mm)
Nota: se puede observar la estructura de la bomba en planos con medidas.

Reconocer las dimensiones de la bomba IDS 1501 se realizó con ayuda del

diseño en plano en el software de Solidwords, este diseño permite tener una visión más realista de las dimensiones del equipo diseñado para la pulverización de cultivos.



*Figura 20. Plano de bomba de membranas IDS 1501 vista de frontal (medidas en mm).
Nota: se puede observar un plano de la bomba con una visión lateral.*

4.3.6. Selección del Regulador de presión – Barómetro

El monitoreo constante para el funcionamiento de la bomba adecuado, demanda el uso de un regulador de presión que controle la presión de descarga a condiciones del ambiente de desarrollo, en este caso para los cultivos de uva se deben de mantener los valores dentro de los límites óptimos de funcionamiento, priorizando el ciclado frecuente de las compuertas, motores de velocidad y así mantener la presión por medio de la válvula de expansión.

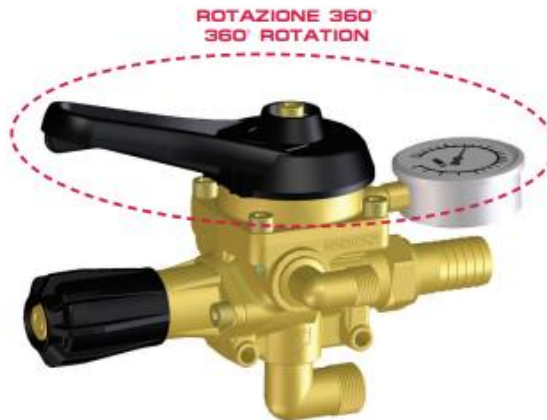
Para seleccionar el mejor barómetro de funcionamiento se consideró la presión a la que trabaja la bomba IDS 150 que es de 5 a 20 bar a estas condiciones de baja presión se regulan las condiciones y se enfoca en los parámetros técnicos.

El regulador MI170 OT braglia, es el barómetro que cumple con las características requeridas en función de la presión baja de la bomba.

Tabla 16. Parámetros y unidades del regulador de presión modelo MI170 OT braglia

Parámetros	Unidades
Rotación	360°
Presión	Min.: 5 bar (73 psi) Max.: 50 bar (725 psi)
Peso	3 kg

Fuente: (Braglia, 2018)



*Figura 21. regulador de presión modelo MI170 OT braglia
Nota: se puede observar al regulador de presión seleccionado.*

4.3.7. Selección de agitador hidráulico



Figura 20. Agitador hidráulico recto orientable 3 mm.

Nota: se puede observar la estructura del agitador hidráulico aleccionado para el pulverizador.

El agitador hidráulico debe ser utilizable para circuitos de baja y alta presión con alto rendimiento de agitación, como también una mezcla homogénea en el interior del depósito con el fin de mantener el remedio que se aplicara al cultivo lo más homogéneo posible, esto para que la eficiencia del remedio sea el máximo y obtener mejores resultados. El agitador seleccionado es un agitador hidráulico recto orientable de 3mm con material de fabricación de polipropileno.

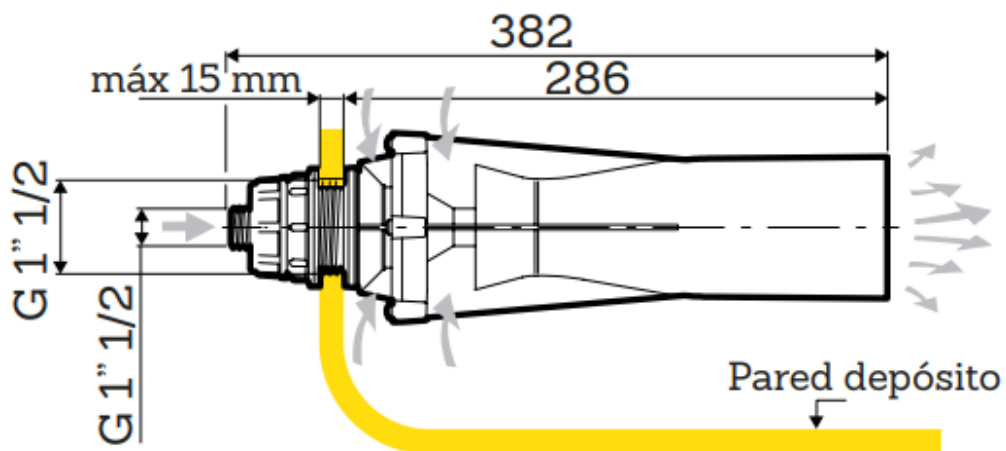


Figura 21. Planos del agitador hidráulico (Medidas en mm).

Nota: se puede observar el plano de la estructura del agitador hidráulico seleccionado.

En la figura se muestra el plano del agitador hidráulico seleccionado donde

podemos apreciar las dimensiones. El consumo de la coquilla del agitador seleccionado de 3 mm es 9.5 L/min cuyo rendimiento de agitación es de 200 L/min. (IMPAC, 2018)

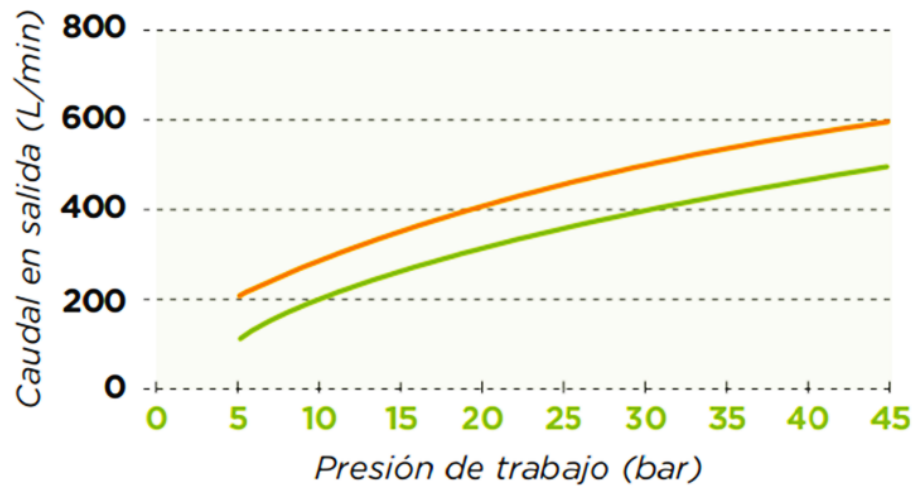


Figura 22. Presión de trabajo del agitador hidráulico

A continuación, se muestra el diseño del agitador hidráulico en el software SolidWorks.

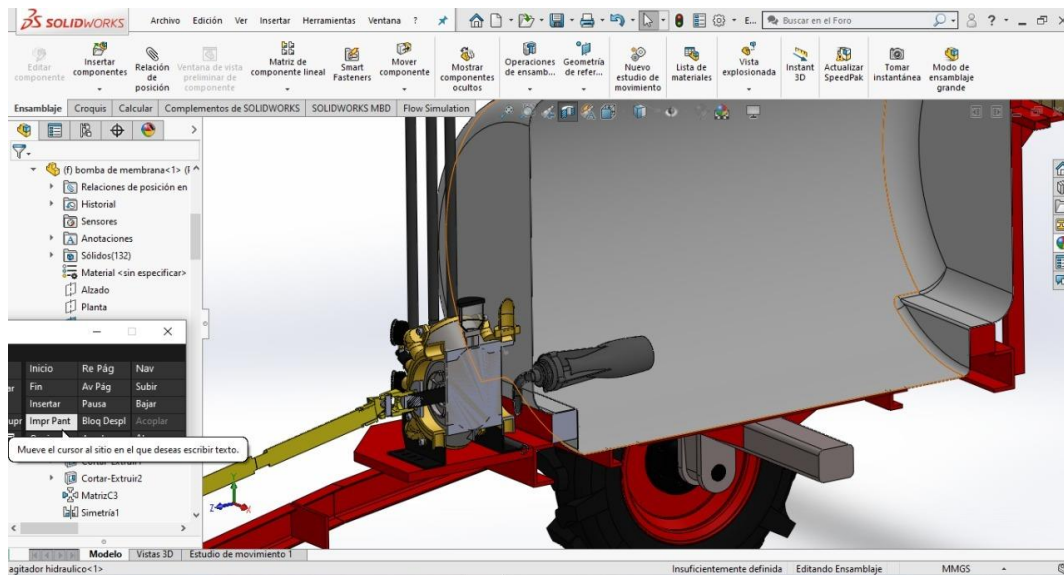


Figura 23. Agitador hidráulico recto en software SolidWorks.

Nota: se puede observar la estructura del agitador instalado en el tanque de agitación en el SolidWorks.

4.3.8. Selección de filtro de aspiración

El filtro de aspiración es el dispositivo que se coloca en la conexión entre el depósito y la bomba. EL filtro tiene una toma de horquilla T7, su capacidad filtrante es de 200 L/min a 260 L/min por lo que está dentro el rango de trabajo de la maquinaria, el cuerpo es de material polipropileno, juntas de EPDM y casquillos de fijación de latón. (EMATECN, 2015)

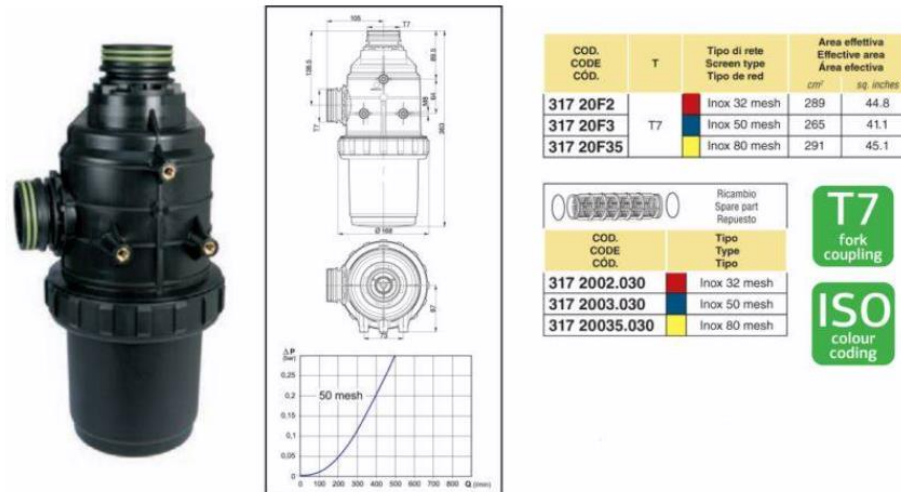


Figura 24. Filtro de aspiración serie 317.

Nota: se puede observar la estructura del filtro de aspiración con base en su ficha técnica.

4.3.9. Selección de filtro de línea

El filtro de línea cumple una función muy importante en el sistema de pulverización ya que protege y garantiza que el remedio a pulverizar llegue sin impurezas, esto con el fin de que las boquillas no se obstruyan. El filtro de línea tiene una capacidad filtrante de 200 a 280 L/min, con punto de fijación de ambos lados, el cuerpo esta hecho en material de polipropileno y la presión máxima de ejercicio es de 15 bar, por lo tanto, está dentro de los parámetros del sistema de pulverización. (EMATECN, 2015)

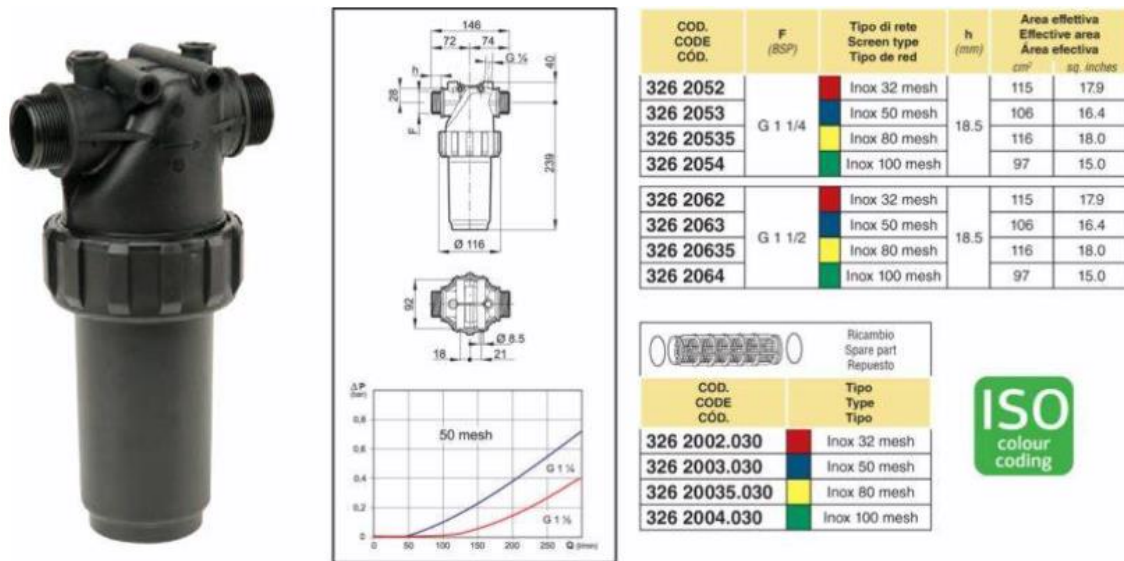


Figura 25. Filtro en línea serie 326-2
 Nota: se puede observar la estructura del segundo filtro descrito.

4.3.10. Selección del tanque o depósito

La forma del tanque de la maquinaria tiene como tarea el almacenamiento del producto que se va aplicar al cultivo de las uvas, tiene un agitador conectado para que así se pueda mantener homogéneo el producto. También cuenta con una abertura en la parte superior que sirve para el ingreso del producto y una trampa para rebalses.

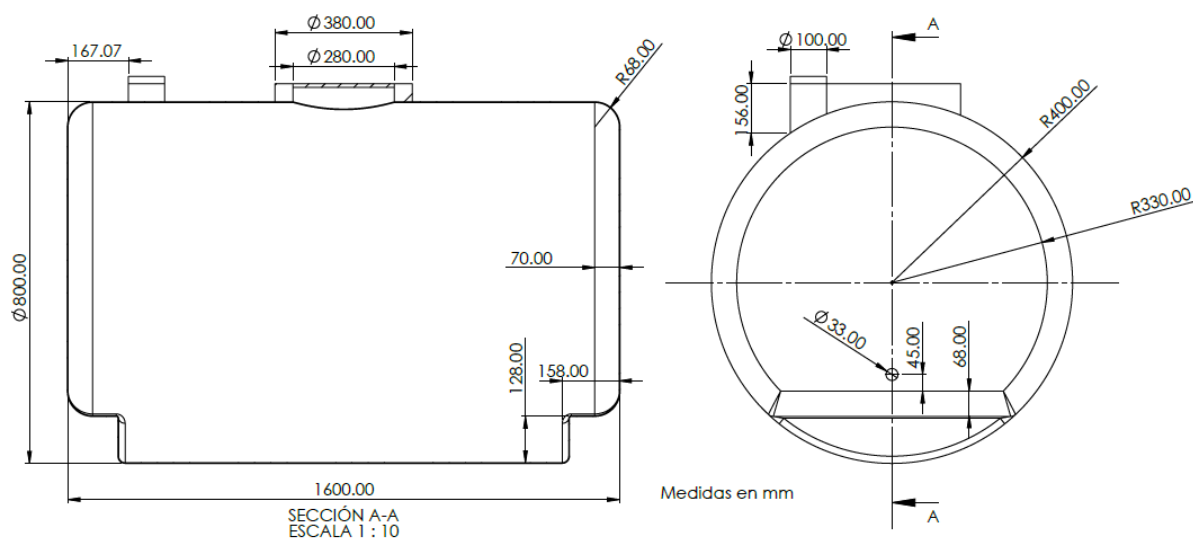


Figura 26. Plano del tanque o depósito (Medidas en mm)
 Nota: se puede observar el plano del tanque de depósito para el pulverizador.

El tanque o depósito tiene las siguientes características: una capacidad de 2000 L, es de material polietileno reticulado, tiene un área de su superficie de 12,26 metros cuadrados. La especificación de su centro de masa, momentos de inercia se especifican en la siguiente figura, el cual es obtenido desde el software de SolidWorks

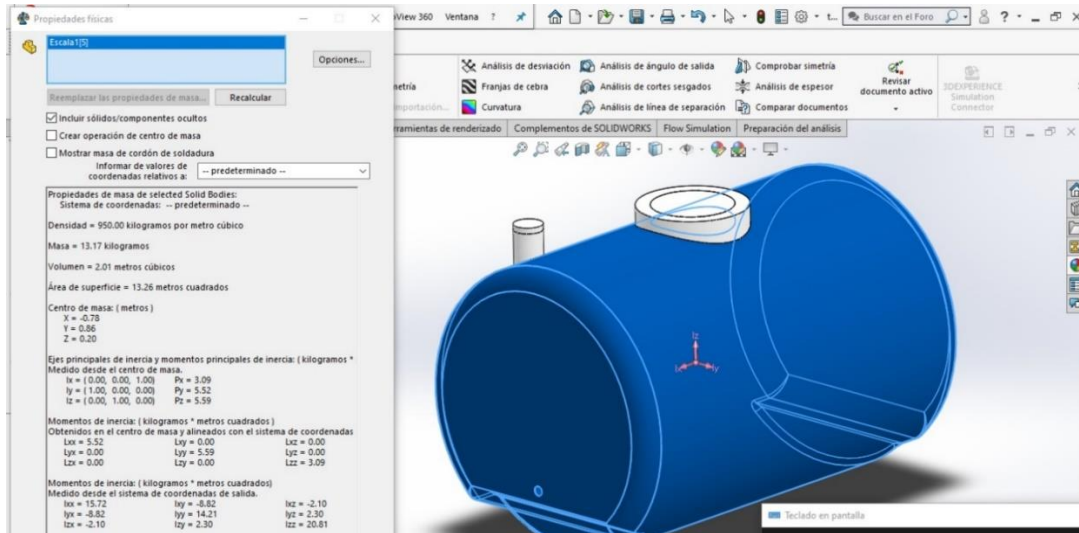


Figura 27. Propiedades físicas del tanque

Nota: se puede observar el diseño del tanque para el equipo de pulverización en el SolidWorks.

4.3.11. Diseño de la configuración de las toberas o boquillas

Las boquillas ATR 80 que se seleccionaron deben ir configurados de tal manera que al tiempo de iniciar la pulverización sea lo más eficiente posible, para que la aplicación del remido pueda llegar a todo el cultivo.

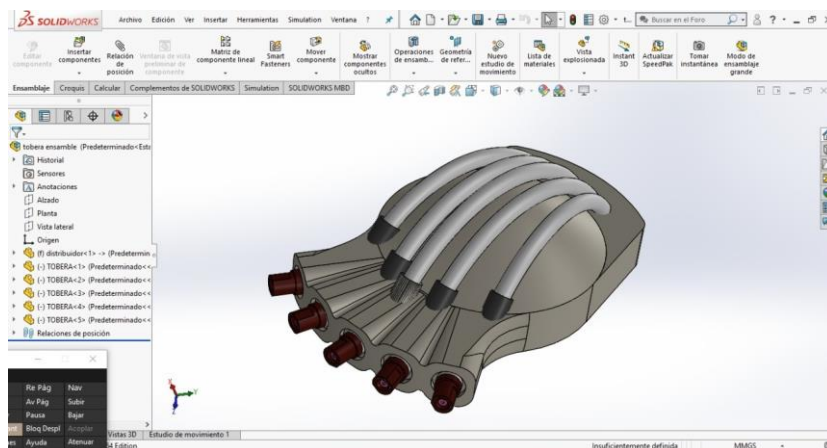


Figura 28. Diseño de la configuración de las toberas en SolidWork.

Nota: se puede observar el diseño de las toberas en SolidWorks.

En la figura 28 se muestra el diseño de la configuración de las toberas, como mostramos en la tabla 15, el número de boquillas son en total 32, 20 boquillas en el parte superior dividido en 10 a cada lado y 12 boquillas en el parte inferior dividido 6 en cada lado, la estructura que soportará a las boquillas se muestra a continuación.

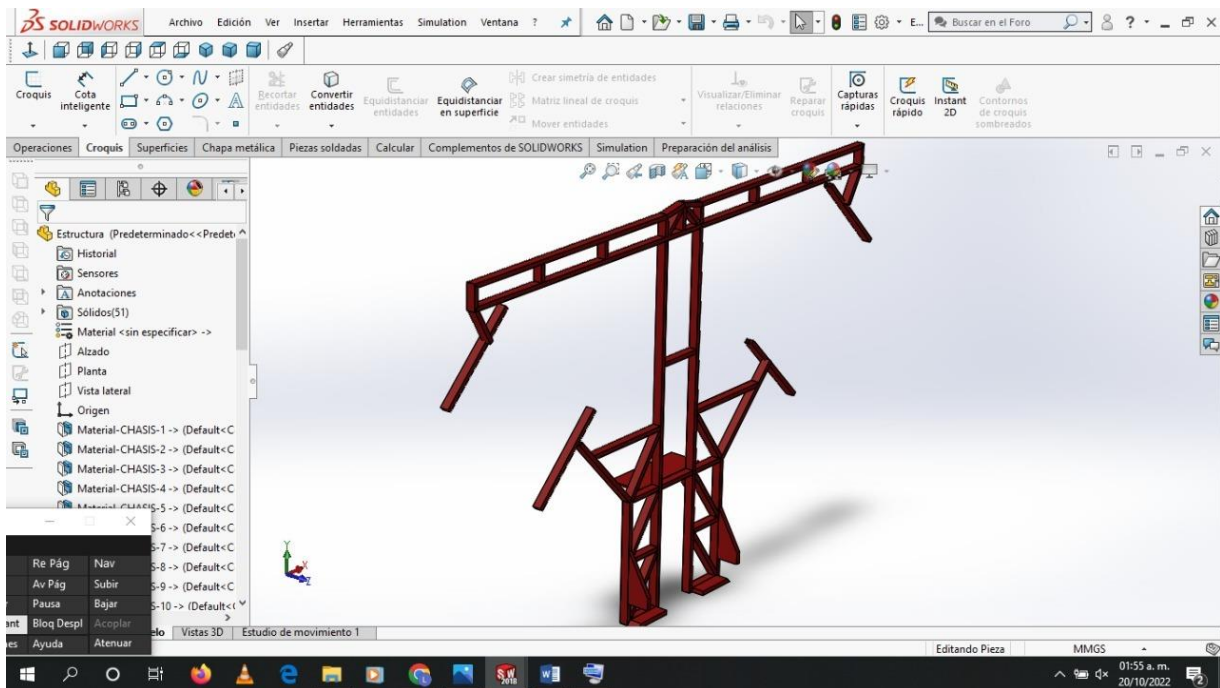


Figura 29. Diseño de la estructura de soporte de las boquillas
Nota: se puede observar el diseño de la estructura de las boquillas.

Esta estructura va soportada en el chasis de la maquinaria, fabricado en material de tubo de acero ASTM A36, 1 pulg x 2pulg * 1mm con refuerzos de cartelas de 1 pulg. Las medidas generales de la estructura es 3.325 m de largo, 2.282 m de altura, los cuales encajan perfectamente a los requerimientos que exige el campo de cultivo con sistema de conducción de tipo californiano. Además, se puede observar la orientación bidireccional, esto quiere decir que la pulverización se realizara en ambas direcciones para una mayor eficiencia a la hora de recubrir al cultivo con el remido a aplicar, ya que se observó esta necesidad por parte de los productores. La configuración bidireccional de las boquillas tiene una inclinación de 45° y están a una distancia entre boquillas aproximada de 93 cm entre la parte superior e inferior así para que la maquinaria pueda pasar tranquilamente entre el cultivo y no se encuentre con

dificultades sobre todo con el crecimiento de las ramas.

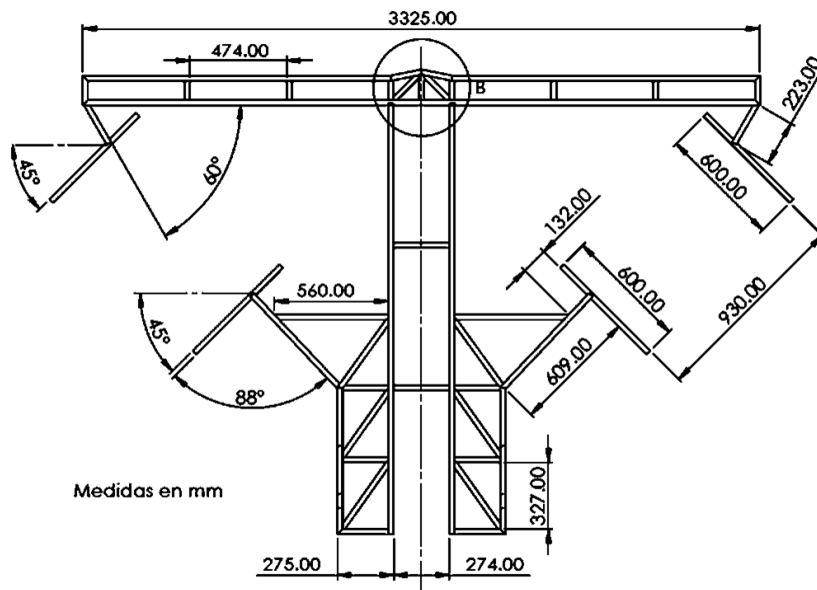


Figura 30. Dimensiones generales de la estructura de soporte de las boquillas 8 (Medidas en mm)
Nota: se puede observar el plano del soporte de las boquillas.

4.3.12. Diseño de la configuración del chasis

El chasis es una estructura el cual va a sostener todos los componentes que incluye la maquinaria, por ejemplo, el tanque, la bomba, la estructura de soporte de boquillas etc. Entonces, el chasis debe soportar todo el peso de la maquinaria por lo que debe estar diseñado para este propósito, considerando también que la maquinaria transitara por un terreno de mucha irregularidad lo cual le hace propenso a ciertos daños estructurales, por eso la importancia de la buena elección de los materiales y la configuración del diseño.

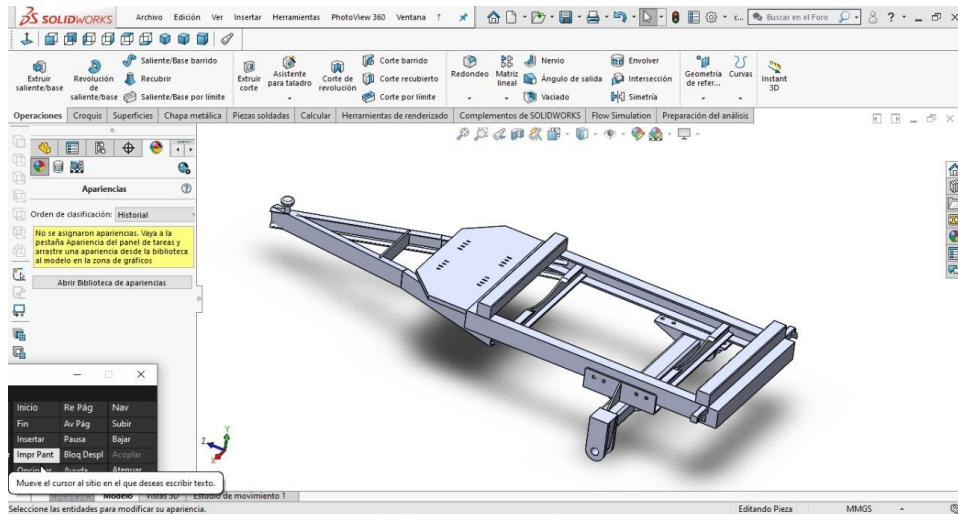


Figura 31. Diseño del chasis en SolidWorks
 Nota: se puede observar el chasis diseñado en el software.

El chasis diseñado tiene unas dimensiones generales de largo 2.925 m, ancho de 0.84 m, el material elegido es el acero ASTM A36.

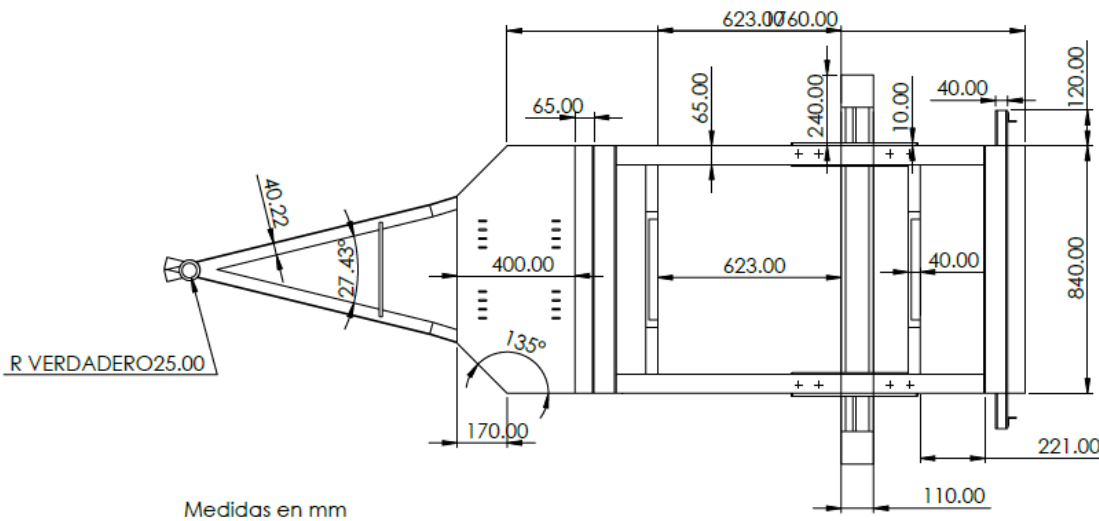


Figura 32. Plano general del chasis diseñado (Medidas en mm)
 Nota: se puede observar el plano con las medidas del chasis diseñado.

Se realizó un análisis estático de tensión nodal del chasis utilizando el software SolidWorks.

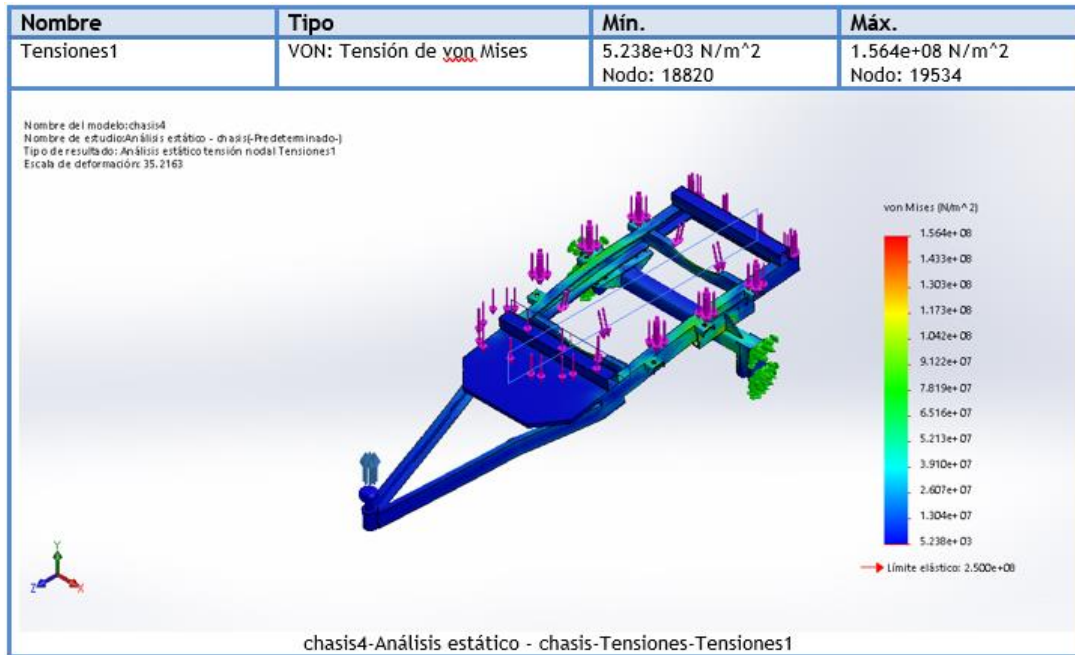


Figura 33. Análisis estático de tensión en SolidWorks

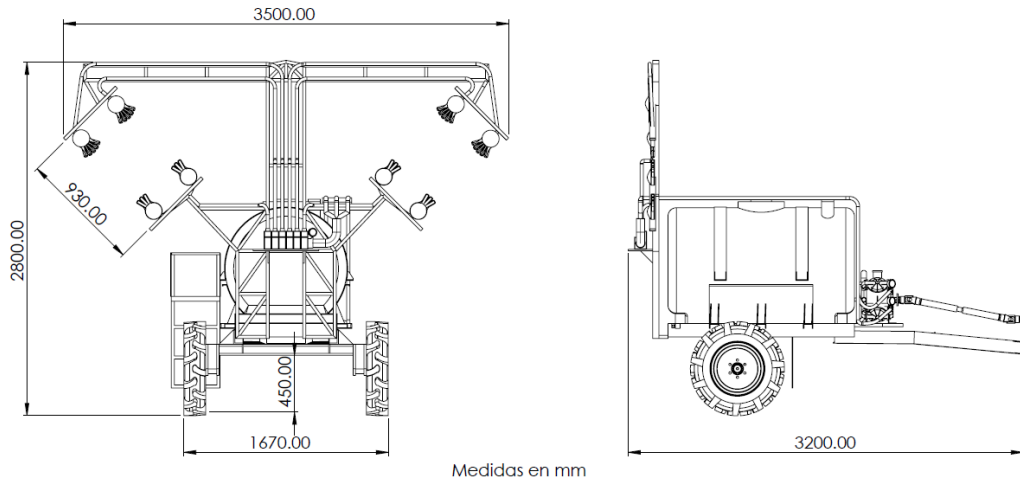
Nota: la especificación del análisis estadístico del diseño de chasis se ve resumido por el software seleccionado.

4.3.13. Diseño y dimensionamiento general de la maquinaria

Para el dimensionamiento de la maquinaria se utilizó las medidas obtenidas en el acta de reunión realizado con los expertos de campo, que se plasmaron en la tabla 2 y 3, además se tendrá en cuenta el diseño de configuración seleccionado mediante calificación ponderada el cual se puede observar en la figura número 13.

La maquinaria tiene que adaptarse al entorno de trabajo, que en este caso es el parrón tipo californiano por lo que se debe respetar las dimensiones del campo de cultivo. Este tipo de parrón tiene una inclinación de 45° por lo tanto las toberas o boquillas deben ir configurados con esta inclinación para que la pulverización logre ser eficiente, además la estructura que contiene a las boquillas debe soportar colisiones para evitar daños graves a la estructura durante el trabajo.

Las dimensiones generales de la maquinaria se detallan a continuación en la figura que muestra el plano de medidas.



*Figura 34. Dimensión general de la maquinaria (medidas en mm)
Nota: se observa una visión de plano lateral y trasero del diseño del pulverizador.*

La maquinaria mide de alto 2.8 m, ancho 3.5 m, largo de 3.20 m la distancia de elevación del suelo al chasis es de 45 cm y la distancia entre los ejes de los neumáticos es de 1.670 m. La peculiaridad de la maquinaria es el sistema de pulverización donde las boquillas tienen que estar configuradas de tal modo que se adapte al parrón tipo californiano que se encuentra en el campo de cultivo.



*Figura 35. Renderizado de la maquinaria con sistema de pulverización hidráulica para cultivos de parrón tipo californiano.
Nota: la apreciación general del pulverizador diseñado se evidencia con las vistas hechas.*

4.4. Objetivo específico 4: elaborar el presupuesto del sistema de pulverización de remedios en parcela de uva.

La inversión que se realizara para la construcción de la maquinaria se especifica a continuación.

Tabla 17. Costo del sistema de pulverización hidráulico

Concepto	Cantidad	Costo unitario (nuevos soles)	Sub total (nuevos soles)
Bomba IDS 1501	1	7 020.00	7 020.00
Regulador MI170 OT braglia	1	1 774.20	1 774.20
Agitador hidráulico recto orientable 3 mm	1	212.28	212.28
Filtro de aspiración serie 317 RM2"	1	676.19	676.19
Filtro en línea serie 326-2"	1	141.97	141.97
Abrazadera engranaje helicoidal ½ pulg	6	18.43	110.76
Abrazadera 13/16" – 1 ½ "	12	4.9	58.8
Tanque de polietileno reticulado 2000 L verzellesi	1	2 250.00	2 250.00
Kit indicador de nivel cisterna	1	68.00	68.00
Kit de conectores y accesorios de succión y descarga	1	1 950.00	1 950.00
Soporte para regulador M170 OT	1	30.50	30.50
Total			14 292.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Costo del sistema de toberas

Concepto	Cantidad	Costo unitario (nuevos soles)	Sub total (nuevos soles)
iBoquillas ATR80 marrón	32	20.40	652.80
Filtro de boquilla M50	32	1.30	33.30
Abrazaderas	36	0.50	18.00
Perno ¼" x 1"	24	0.30	7.20
Niple de bronce	6	3.50	21.00
Manguera ½" bronce	12	15.00	180.00
Codo de 45°	12	6.50	78.00
Anillo de PVC L50 mm	12	1.30	15.30
Total			1 005.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Costo del sistema de chasis de la maquinaria

Concepto	Cantidad	Costo unitario (nuevos soles)	Sub total (nuevos soles)
iSoporte de cardan	1	86.00	86.00
Jalador	1	250.00	250.00
Estructura de chasis	1	2 650.00	2 650.00
Eje	1	998.50	998.50
Neumáticos fate 11 L-15	2	650.30	650.30
Estructura de peldaños	1	780.00	780.00
Pasamanos de peldaños	1	510.00	510.00
Kit de elementos de sujeción	1	150.30	150.30
Soporte del tanque o deposito	1	195.00	195.00
Total			6 270.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Costo del sistema de soporte de boquillas

Concepto	Cantidad	Costo unitario (nuevos soles)	Sub total (nuevos soles)
Tubo acero ASTM A36 1 pulg x 2 pulg*1mm	6	163.33	1 280.00
Total			1 280.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costo mano de obra, servicios y equipos

Concepto	Cantidad	Costo unitario (nuevos soles)	Sub total (nuevos soles)
Soldador	2	1 090.00	2 180.00
Armador/ensamblador	2	1 200.00	2 400.00
Pintor	1	560.00	650.00
Supervisor	1	2 400.00	2 400.00
Ayudante	2	1 025.00	2 050.00
Galvanizado (servicio)	1	2 300.00	2 300.00
Doblado (servicio)	1	1 600.00	1 600.00
Enllantado (servicio)	1	160.00	160.00
Taladro/amoladora (alquiler)	1	265.00	265.00
Máquina de soldar (alquiler)	1	350.00	350.00
Compresor de aire (alquiler)	1	250.00	250.00
Otros	1	500.00	500.00
Total			15 105.00

Fuente: elaboración propia

La inversión total del proyecto es de 36 947.70 soles, en las tablas 17-21 se puede apreciar la inversión específica como son: Costo del sistema de pulverización hidráulico será de 14 292.70 soles, el sistema de boquillas será de 6 270.00 soles, el sistema de soporte de boquillas será de 1 280.00 soles y por último el costo mano de obra, servicios y equipos será de 15 105.00 soles.

A continuación, procedemos a la evaluación de los indicadores económicos como son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) El valor de esta maquinaria con el diseño innovador en el mercado es de 80 500.00 soles, se tiene un plan para vender 5 en un lapso de 5 meses por lo que se debe tener una inversión inicial de 184 738.50 soles.

El Van es determinado para saber si el proyecto es rentable realizando el flujo de caja, se consideró la venta de la maquinaria en el primer mes.

Tabla 22. Flujo de caja

Inversión	s/. 184 738.50		
Tiempo	5 meses		
Tasa de interés	10%		
Mes	Ingresos (nuevos soles)	Egresos (nuevos soles)	Efectivo Neto (nuevos soles)
1	s/. 80500.00	s/.5300.00	s/.75200.00
2	s/.161000.00	s/.5300.00	s/.155700.00
3	s/.241500.00	s/.5300.00	s/.236200.00
4	s/.322000.00	s/.5300.00	s/.316700.00
5	s/.402500.00	s/.5300.00	s/.397200.00

Fuente: elaboración propia

Realizando los cálculos respectivos en el software Microsoft Excel se obtuvo los siguientes resultados: VAN de S/.652 703.69 y el TIR del 79% por el cual se concluye que el proyecto es viable.

V. DISCUSIÓN

En la investigación se planteó el primer objetivo específico el cual es determinar los parámetros de diseño de un sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva. Castro (2020) indica que la distribución de los terrenos de cultivo de uva, tiene consideraciones a tener en cuenta para aplicar técnicas en el cultivo. Se realizó entrevistas que determinaron el desplazamiento de los parrones en la extensión de terreno destinadas describiendo su movimiento y su área que ocupan, con esta información se recomienda que para cumplir con la aplicación de fertilizantes y remedios por medio de un pulverizador debe de ser en un rango de velocidad de 30 a 80 m/s, esta debe de estar en función de las bajas presiones para un caudal alto. También tenemos la investigación de Crisostomo (2020) que para determinar el diseño de un sistema primero analiza los requerimientos del producto durante la etapa crítica tales como el cálculo de la cantidad de plantas, distancia entre ellos, de que tamaño es el terreno y el cálculo de plantas por surco. Ya realizado esto, se determina las funciones y la estructura del diseño del sistema.

El segundo objetivo específico fue seleccionar el sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva. Cortes & Cepeda (2017) indica que las dimensiones del cultivo y la cantidad de camas es importante ya que debido a esto el sistema seleccionado se podrá moverse. Asimismo, el sistema es capaz de asperjar una cama de 30 metros en un tiempo de 3.375 minutos. Según los resultados de Aguilar (2019) indica que mediante una matriz morfológica se ha podido llegar a un sistema de pulverización ideal ya que con esto se cubre con las todas las necesidades del cultivo. De esa manera, la estructura del sistema se ira adaptando al pulverizador cubriendo la aplicación de remedios en solo recorrido y así volviéndose más eficientes los tiempos de fumigado. También tenemos la investigación de Crisostomo (2020) menciona que el sistema que se realice debe considerar con algunos parámetros y requerimientos como el sistema debe realizar la actividad mayor a la rentabilidad además la eficiencia frente al campo económico. Asimismo, para el cumplimiento de un diseño eficaz debe realizar la actividad sin

ningún problema, factible en la implementación y en la operación de terrenos de cultivos. Por el cual es muy importante la selección del sistema de pulverización que mejor se adapte al campo de cultivo donde se prevé que estará en funcionamiento.

El tercer objetivo específico fue diseñar los elementos constituyentes del sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva. Según Rodríguez & Zabala (2017) indicaron que realizaron una recolección de información para obtener distintos métodos de implementación con el fin de seleccionar una de ellas contrastar que cumplan con los parámetros imprescindibles para diseñar el sistema. Ya que es indispensable la selección de cada componente del sistema de pulverización. Asimismo, se obtiene distintos datos del sistema que sean en diferentes tiempos de esa manera finalizar con los errores. También tenemos el estudio de Gallego (2020) que para lograr un diseño de elementos del sistema de pulverizador eficiente tuvo que trabajar de manera paralela es decir el software y el sistema físico. Con esto el sistema fue capaz de contener los elementos indispensables además una estructura robusta para realizar trabajos que efectúa con rapidez y precisión.

El cuarto objetivo fue elaborar el presupuesto del sistema de pulverización de remedios en parcela de uva. Según Aguilar (2019) la utilización de un pulverizador destinado a cultivos que presenten características específicas se debe de analizar en función de sus costos de producción. En la investigación de Condori (2022) indica que es mejor determinar un estudio detallado de los costos de aplicación e impacto ambiental con el fin de determinar las pérdidas que se puedan presentar. Para, Castro (2020) el costo de inversión para la producción del sistema de pulverización diseñada fue de S/. 46 492.17 soles el cual como podemos observar es mas elevado que el costo obtenido en nuestra investigación el cual fue de S/. 37 953.00 soles, la diferencia radica en que en esta investigación solo se utiliza un sistema de pulverización que es el hidráulico, Castro (2020) utiliza una combinación de sistema de neumático el cual eleva el costo por la cantidad extra de componentes.

Por último, el objetivo general fue diseñar un sistema de pulverización bidireccional con estructura tipo californiana para mejorar la aplicación de remedios en parcelas de uva. Según Castro (2020) indicó que debido al diseño y a las necesidades del campo de cultivo donde entrara en funcionamiento la maquinaria se considera el sistema de pulverización neumático. Se difiere de esta investigación porque para un diseño bidireccional determinamos que el sistema de pulverización más eficiente y más fácil de fabricar es el sistema de pulverización hidráulico, esto está apoyado por el juicio de expertos que laboran en el campo de cultivo.

VI. CONCLUSIONES

- Se determino un sistema de pulverización para la aplicación de remedios en las parcelas de uva en parrón de tipo californiano, basándose en el análisis de la información recolectada de los expertos en la producción y cultivo de uva en la zona norte del país, enfocando en Olmos, los instrumentos empleados fue un acta de reunión donde se convocó a cinco profesionales con amplia a experiencia y de trayectoria recolectada, los cuestionaron que se aplicaron seguidamente fueron para tener los datos específicos de los terrenos de cultivo.
- Se selecciono el sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcela de uva en base a los datos ya sistematizados y cotejados con las bases teóricas para considerar los mejores equipos para el pulverizador bidireccional, por ello se especificó primero el tipo de pulverización como neumática, modelo y diseño de la boquilla seleccionando es un ATR 80, la bomba es de agitación hidráulica de tipo ID 1501 de membranas, con una presión de 5 bar a un caudal de 113l/min y una velocidad de 400rpm, el regulador de presión de un MI170 OT braglia, el agitador hidráulico es recto orientable de 3mm, el filtro de aspiración es de serie 317, el filtro de línea es 326-2, para el tanque de depósito se consideraron medidas en mm, con una capacidad 2000L.
- Se diseño los elementos constituyentes del sistema de pulverización para la aplicación de remedios en parcelas de uva, en el software conocido como SolidWorks donde se diseñaron la mayoría de los equipos involucrando, la boquilla, la bomba, el pulverizador, las toberas para las boquillas ATR80, también se diseñó la estructura de soporte de las boquillas y el chasis.
- Se elaboro un presupuesto del sistema de pulverización de remedios en parcelas de uva, obteniendo que se debe de realizar una de 36 947.70 soles, este costo involucra el costo del sistema de pulverización hidráulico en 14 292.70 soles, el sistema de boquillas será de 6270.00 soles, el sistema de

soporte de boquillas será de 1280.00 soles y por último el costo mano de obra, servicios y equipos será de 15 105.00 soles.

- La proyección de ventas para 5 maquinarias durante un periodo de 5 meses necesita una inversión de 184 738.50 soles, un VAN de 652 703.69 soles y un TIR de 79%, haciendo viable el proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

- Tras el análisis del desarrollo del estudio, se recomienda para posteriores investigaciones que empleen pulverizadores para aplicar remedios a parcelas de uvas, que la recolección de datos exactos para las necesidades de los terrenos de cultivos es parte fundamental, acumular mayor cantidad de información dará mayor veracidad cuando se especifiquen las medidas que se deben de considerar.
- Se recomienda que el diseño de los equipos se pueda realizar en el software SolidWorks por su facilidad de uso, además se puede obtener imágenes de calidad que complementen el estudio realizado.
- Se recomienda también que una vez fabricado la primera maquinaria se realice pruebas en campo para corroborar la eficiencia con datos a condiciones reales, lo que permitirá tener datos más precisos de la efectividad de la maquinaria.

REFERENCIAS

- Acha, E. 2017.** Problemativa y alternativas del manejo sostenible en uva de mesa (vitis vinifera L.) en el norte peruano, región Piura. Lima : s.n., 2017.
- Aguilar, D. 2019.** *Diseño de Estructura articulada adaptado al pulverizador neumático matrigami m61212-2001, para incrementar ratios de fumigación en palto-empresas ACP, Mocupe.* 2019.
- Amar, S. 2019.** *Simulation and obtaining of synthetic fuels from the pyrolysis of.* Colombia : Redalyc, 2019.
- Appah, S. y otros autores. 2019.** *Review of electrostatic system parameters, charged droplets characteristics and substrate impact behavior from pesticides spraying.* . China : s.n., 2019.
- Aristizabal, I. 2008.** *La pulverización electrostática de agroquímicos: teoría, evaluaciones y aplicaciones en el sector agrícola .* 2008.
- Biocca, M. y otros autores. 2021.** *An Autonomous Robot for Spraying in Vineyards.* s.l. : Scopus, 2021.
- Braglia. 2018.** *Comandi Control Units .* 2018.
- Carrasquilla, G. y otros autores. 2020.** *Design of an unmanned rover type vehicle for planting, spraying and transporting agricultural products on uneven terrain.* Colombia : Scopus , 2020.
- Carrion, R. y otros autores. 2018.** *Evaluation of risks that affect the energy generation process in a thermoelectric power plant.* Cuba : s.n., 2018.
- Castro, C. 2020.** *Diseño de un Pulverizador para la aplicación fitosanitaria en los cultivos de uva de la Trujillo.* Trujillo : s.n., 2020.
- Cheng, Xufeng y otros autores. 2020.** *Design and experiment of local grapevine trunk targeted precision sprayer.* China : Scopus, 2020.
- Como Lidar con el Riesgo Financiero . Shirreff, David. 2008.* Cuatro Media , pág. 208.
- Condori, J. 2022.** *Eficiencia de los métodos de aspersión convencional y electrostática en el control de Panonychus citri en el cultivo de Mandarina.* Lima : s.n., 2022.
- Cortes, A. y Cepeda, B. 2017.** *Diseño de un sistema automático de aspersión de plaguicidas semi estacionario para cultivos de flores en invernadero .* Bogota : s.n., 2017.
- Crisostomo, P. 2020.** *Diseño de un robot móvil de servicio para aplicaciones de fumigación del cultivo de maíz en la provincia de Concepción de la región Junín.* Huancayo : s.n., 2020.
- Cui, A., Mohamed, S. y Lin, L. 2019.** *Novel packaging systems in grape storage.* Egipto : Scopus , 2019.
- EMATECN. 2017.** *Empresa de Maquinarias y Tecnología SAC.* 2017.
- Esau, Travis y otros autores. 2018.** *Machine vision smart sprayer for spot-*

application of agrochemical in wild blueberry fields. Alemania : Web of Science , 2018.

Fernandes, P., Pinto, R., y Correia, N. 2020. *Design of Deployable Space Multiple-arm Mechanism and Its Structure Configuration*. China : Science Direct , 2020.

Gallego, V. 2020. *Diseño y desarrollo de un sistema de aplicación variable de producto para el tratamiento selectivo de malas hierbas*. 2020.

Garasa, A., Olivan, A., Torres, J. y Cortes, M. 2011. *Metodología para la regulación de los pulverizadores hidráulicos de barra en trayectorias circulares*. 2011.

Hausmann, Johannes y otros autores. 2021. *Machine vision smart sprayer for spot-application of agrochemical in wild blueberry fields*. Alemania : Proquets , 2021.

IMPACT. 2018. *Maquinarias agrícolas*. 2018.

Irfan, A., Jizhan, L., y otros autores. 2020. *Different sensor based intelligent spraying systems in Agriculture*. China : Web of Science , 2020.

Leiva, P. 2011. *Pastillas para pulverización agrícola, su correcta selección y uso para una óptima calidad de aplicación*. 2011.

Martins, R. y otros autores. 2021. *Effect of nozzle type and pressure on spray droplet characteristics*. Brasil : Scopus , 2021.

Modelos de Probabilidades. **Montero. 2019.** 2019, Estadística, pág. 29.

Núñez, E. 1997. *Guía para la preparación de Proyectos de Servicios Públicos* . 1997.

Özlüoymak, Ö. 2021. *Design and development of a servo-controlled target-oriented robotic micro-dose spraying system in precision weed control* . Turquía : Scopus , 2021.

Partel, V., Costa, L. y Ampatzidis, Y. 2021. *Smart tree crop sprayer utilizing sensor fusion and artificial intelligence*. EE.UU : Scopus , 2021.

Perez D., Perez I. 2006. *Marketing. El producto, Concepto y desarrollo EOI Escuela de Negocios*. 2006.

Pohl, J., y otros autores. 2018. *Site-specific application of plant protection products in Precision Farming by direct injection*. 2018. 2018.

Prieto, J.,. 2009. *Investigación de Mercados* . Bogota : Ecoe Ediciones , 2009.

Rodríguez E. y Zabala, M. 2017. *Desarrollo de sistema autónomo y Prototipo robótico para fumigación de cultivos de tomate*. Colombia : s.n., 2017.

Ruiz, M. 1971. *Tipos de boquillas para la pulverización de líquidos*. s.l. : Mecánica Agraria , 1971.

SENASA. 2011. *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de uva*. 2011.

Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de. 2007. *Técnicas y herramientas para la gestión de Proyectos*. España : s.n., 2007. pág. 29.

Solano, H. L., Cabrera, J. A., & Lozano, K. F. 2018. *Distribuciones de probabilidad. In Introducción a la estadística con aplicaciones en ciencias sociales*. 2018. págs. 93-152.

Solccera. 2018. *Albuz, líder de la boquilla de pulverización cerámica*. 2018.

Sri, S., Kameswari, T. y Krishna, K. 2022. *Autonomous Pesticide Spraying Robot Using SVM*. India : Scopus , 2022.

Stefan, I., Aleksandr, A., y Sinisa, D. 2019. *Autonomous control for multi-agent non-uniform spraying* . Croacia : Proquest, 2019.

Sugawara, E. y Nikaido, H. 2014. *Properties of AdeABC and AdeIJK efflux systems*

of Acinetobacter baumannii compared with those of the AcrAB-TolC system of Escherichia coli. 2014.

System, Company With Quality. 2008. *IDS 1501. ISO 9001.* 2008.

Tanha Talaviya, Dhara Shah, Nivedita Patel, Hiteshri Yagnik, Manan Shah . 2020. *Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides.* India : Web of Science, 2020.

Teng, D., Zhao, Z. y Yue, Y.,. 2021. *Efficient and Portable Spraying SPA Device' Design and Mechanism.* . China : Scopus , 2021.

Terra, F. y otros autores. 2020. *A Low-Cost Prototype to Automate Agricultural Sprayers.* Brasil : Science Direct, 2020.

Vallejo. 2016. *Marketing en productos y servicios ESPOCH.* 2016.

Villette, S., y otros autores. 2022. *Assessment of nozzle control strategies in weed spot spraying to reduce herbicide use and avoid under- or over-application.* . Francia : ScienceDirect, 2022.

Vishnusai, R. 2021. *Autonomous Upgraded Herbicide Sprayer Using Basic Concepts of Artificial.* 2021.

Wang, X., y otros. 2022. *Design of an Autonomous Navigation Intelligent Spraying Robot.* . China : Scopus, 2022.

Zampiroli, R., y otros autores. 2022. *Use of different spray volumes and hydraulic nozzles in air-assisted electrostatic insecticide application technologies to control coffee berry borer.* Brasil : Scopus, 2022.

Zanin, A., y otros autores. 2022. *Reduction of pesticide application via real-time precision spraying.* . Brasil : Scopus, 2022.

Zhao, Fuqun, y otros. 2020. *Design of Deployable Space Multiple-arm Mechanism and Its Structure Configuration.* China : Scopus, 2020. págs. 133-140. Vol. 56. 05776686.



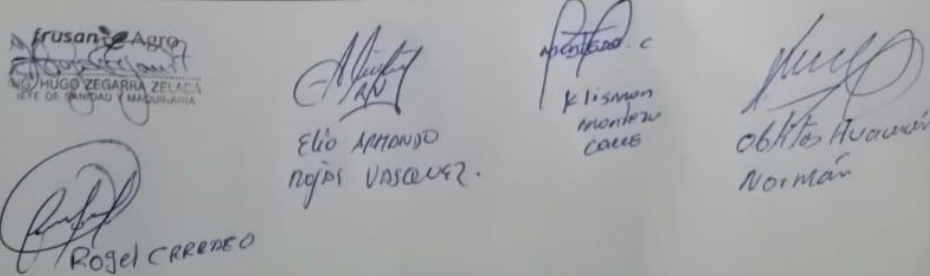
Zhen, J. y Xu, Y. 2021. *Development and Prospect in Environment-friendly Pesticide Sprayers.* China : s.n., 2021.

Zhou, K., y otros autores. 2021. *Design of automatic spray monitoring and tele-operation system based on digital twin technology.* . China : s.n., 2021.

ANEXO 2. Modelo de Acta de Reunión

ACTA DE REUNIÓN			
Fecha:	Hora:	Lugar:	
TEMA			
DATOS TECNICOS			
Variedad			
Patrón			
Sistema de conducción			
Distancia entre calle			
Numero de plantas /Ha			
Ancho de lote			
Largo/lote			
Filas/lote			
Plantas/fila			
Área total de lote			
Altura de planta			
Total plantas/lote			
PARTICIPANTES			
Jefe de sanidad			
Supervisor			
Operador 1			
Operador 2			
Operador 3			
Persona que realizo el acta		Ilatoma Arévalo Roiser Fredy	

ANEXO 3. Acta de Reunión con Profesionales del Cultivo de uva en porrón Tipo California

		
ACTA DE REUNION		
Fecha : 15/09/2022	Hora: 10am	Lugar: Olmos
CUALES SON LAS NECESIDADES QUE DEBE DE CUBRIR UNA MAQUINA PULVERIZADORA PARA PODER TRABAJAR DE MANERA OPTIMA Y BIDIRECCIONAL		
DATOS TECNICOS		
Variedad	Sugar Crisp	
Patron	Salt Creek	
Sistema de conducción	Californiano	
Distancia entre calle	3.5 m	
Distancia entre planta	1.5 m	
Numero de plantas/ Ha	1904.8 und	
Ancho de lote	168 m	
Largo/ lote	579 m	
Filas/ lote	48 und	
Plantas /fila	386 und	
Area total de lote	9.72 Has	
Altura de planta	2.20 m	
Total plantas/lote	18045	
PARTICIPANTES		
Jefe de sanidad	Hugo Zegarra Zelada	
Supervisor	Rogel Carrasco Rioja	
Oprador	Elio Rojas Vasques	
Operador	Oblitas Huaman Normal	
Operador	Klisman Calle Monteza	
Persona que realizó el acta	Ilatoma Arevalo Roiser Fredy	
		

ANEXO 4. Modelo de cuestionario para opinión de expertos de campo para selección de sistema de pulverización

CUESTIONARIO DE CAMPO N° _____

El presente cuestionario busca recabar la opinión de los expertos de campo sobre los sistemas de pulverización que se esta proponiendo para seleccionar el sistema de pulverización adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

Datos Generales

Nombres y Apellidos: _____

Cargo: _____

Profesión: _____

Años de experiencia en el cargo: _____

Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

1. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización hidráulica (Marca con X)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización Neumática

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización electroestática

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Según su experiencia ¿Qué opina sobre los siguientes sistemas de pulverización?
Escriba.

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electroestática

5. Según su experiencia, que limitaciones se debe considerar para la selección del sistema de pulverización

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electroestática

Firma: _____

Nombre:

Fecha: ____/____/____

ANEXO 5. Cuestionario de opinión de expertos de campo para selección de sistema de pulverización

CUESTIONARIO DE CAMPO N° 01

El presente cuestionario busca recabar la opinión de los expertos de campo sobre los sistemas de pulverización que se esta proponiendo para seleccionar el sistema de pulverización adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

Datos Generales

Nombres y Apellidos: Hugo Zegarra Zelada
 Cargo: Jefe De Mantenimiento
 Profesión: Ing. Agronomo
 Años de experiencia en el cargo: 12 años

Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

1. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización hidráulica (Marca con X)

1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/>
---	---	---	---	-------------------------------------

2. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización Neumática

1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	4	5
---	---	-------------------------------------	---	---

3. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización electrostática

1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	4	5
---	---	-------------------------------------	---	---

4. Según su experiencia ¿Qué opina sobre los siguientes sistemas de pulverización? Escriba.

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electrostática
Mejor Cubrimiento	No acta para Todo Terreno	Solo hormonas

5. Según su experiencia, que limitaciones se debe considerar para la selección del sistema de pulverización

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electrostática
Apto para todo terreno.	Demanda de ensamble	Mucho Costo


 ING. HUGO ZEGARRA ZELADA
 JEFE DE MANTENIMIENTO UVALBUENA

Firma: _____
 Nombre: Hugo Zegarra Zelada.

Fecha: 22/09/2022

CUESTIONARIO DE CAMPO N° 02

El presente cuestionario busca recabar la opinión de los expertos de campo sobre los sistemas de pulverización que se esta proponiendo para seleccionar el sistema de pulverización adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

Datos Generales

Nombres y Apellidos: ROGEL CARRASCO RIOJA

Cargo: SUPERVISOR

Profesión: TECNICO EN AGRONOMIA

Años de experiencia en el cargo: 10 AÑOS

Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

1. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización hidráulica (Marca con X)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización Neumática

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización electrostática


1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Según su experiencia ¿Qué opina sobre los siguientes sistemas de pulverización? Escriba.

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electrostática
MEJOR PULVERISACION	VARIA SU CUDAL	ESPECIAL PARA HORMONAS

5. Según su experiencia, que limitaciones se debe considerar para la selección del sistema de pulverización

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electrostática
MEJOR ENSAMBLADO	TRABAJA A MAYOR REVOLUCION	MAYOR COSTO EN SU MANTENIMIENTO

Firma: 

Nombre: ROGEL CARRASCO RIOJA

Fecha: 22/09/22

CUESTIONARIO DE CAMPO N° 03

El presente cuestionario busca recabar la opinión de los expertos de campo sobre los sistemas de pulverización que se esta proponiendo para seleccionar el sistema de pulverización adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

Datos Generales

Nombres y Apellidos: ELIO ARMANDO ROJAS VASQUEZ
 Cargo: OPERADOR DE MAQUINARIA AGRIOLA
 Profesión: TEC. OPERADOR.
 Años de experiencia en el cargo: 7 AÑOS

Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

1. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización hidráulica (Marca con X)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización Neumática

1	X 2	3	4	5
---	-----	---	---	---

3. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización electrostática


1	X 2	3	4	5
---	-----	---	---	---

4. Según su experiencia ¿Qué opina sobre los siguientes sistemas de pulverización? Escriba.

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electrostática
Buena pulverización	REGULAR.	Aplicación de hormonas

5. Según su experiencia, que limitaciones se debe considerar para la selección del sistema de pulverización

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electrostática
mejor cobertura.	COSTO ELUASO	MUCHO MANTENIMIENTO

Firma: 
 Nombre: ELIO ARMANDO ROJAS VASQUEZ

Fecha: 22/09/22

CUESTIONARIO DE CAMPO N° 04

El presente cuestionario busca recabar la opinión de los expertos de campo sobre los sistemas de pulverización que se esta proponiendo para seleccionar el sistema de pulverización adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

Datos Generales

Nombres y Apellidos: Normán Obertos Huamán
 Cargo: Operador de maquinaria Agrícola
 Profesión: Tec. Operador
 Años de experiencia en el cargo: 6 años

Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

1. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización hidráulica (Marca con X)

1	2	3	4	X 5
---	---	---	---	-----

2. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización Neumática

X 1	2	3	4	5
-----	---	---	---	---

3. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización electroestática

1	2	X 3	4	5
---	---	-----	---	---

4. Según su experiencia ¿Qué opina sobre los siguientes sistemas de pulverización? Escriba.

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electroestática
Cubrimiento bueno	Tiende a bajar presión	aplicación hormonas

5. Según su experiencia, que limitaciones se debe considerar para la selección del sistema de pulverización

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electroestática
Mejor cobertura	Sistema mal estructurado	Costo elevado

Firma: 

Nombre: Norman Obertos Huaman

Fecha: 22, 09, 22

CUESTIONARIO DE CAMPO N° 05

El presente cuestionario busca recabar la opinión de los expertos de campo sobre los sistemas de pulverización que se esta proponiendo para seleccionar el sistema de pulverización adecuado para la aplicación de remedios en parcelas de uva.

Datos Generales

Nombres y Apellidos: monteza cone plisman
 Cargo: operador de operacion agraria
 Profesión: tec. operacion
 Años de experiencia en el cargo: 6 años

Tabla de valoración

Clasificación	Valoración
Muy satisfecho	5
Poco Satisfecho	4
Satisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy insatisfecho	1

Fuente: Elaboración propia

1. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización hidráulica (Marca con X)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización Neumática

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Según su experiencia califique según la tabla de valoración al sistema de pulverización electroestática

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Según su experiencia ¿Qué opina sobre los siguientes sistemas de pulverización? Escriba.

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electroestática
<u>eficiente</u>	<u>varia su presión</u>	<u>son ruidosas</u>

5. Según su experiencia, que limitaciones se debe considerar para la selección del sistema de pulverización

Pulverización hidráulica	Pulverización Neumática	Pulverización electroestática
<u>mayor costo de pulverización</u>	<u>vibración excesiva mejor frutos</u>	<u>demandada de mayor costo</u>

Firma: [Firma manuscrita]

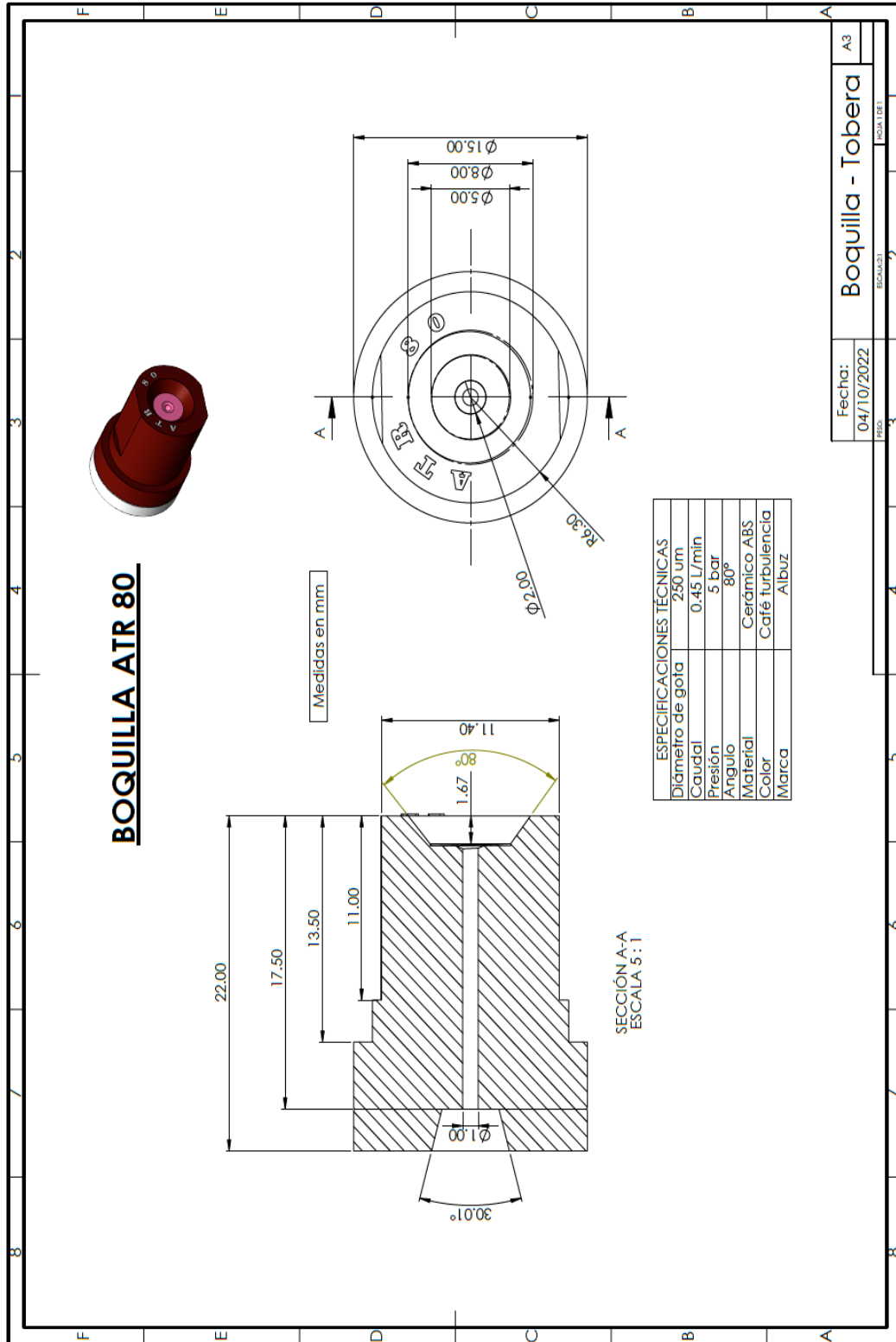
Nombre: monteza cone plisman

Fecha: 22 / 09 / 22

ANEXO 6. Planos de la boquilla ATR 80°

Plano 1

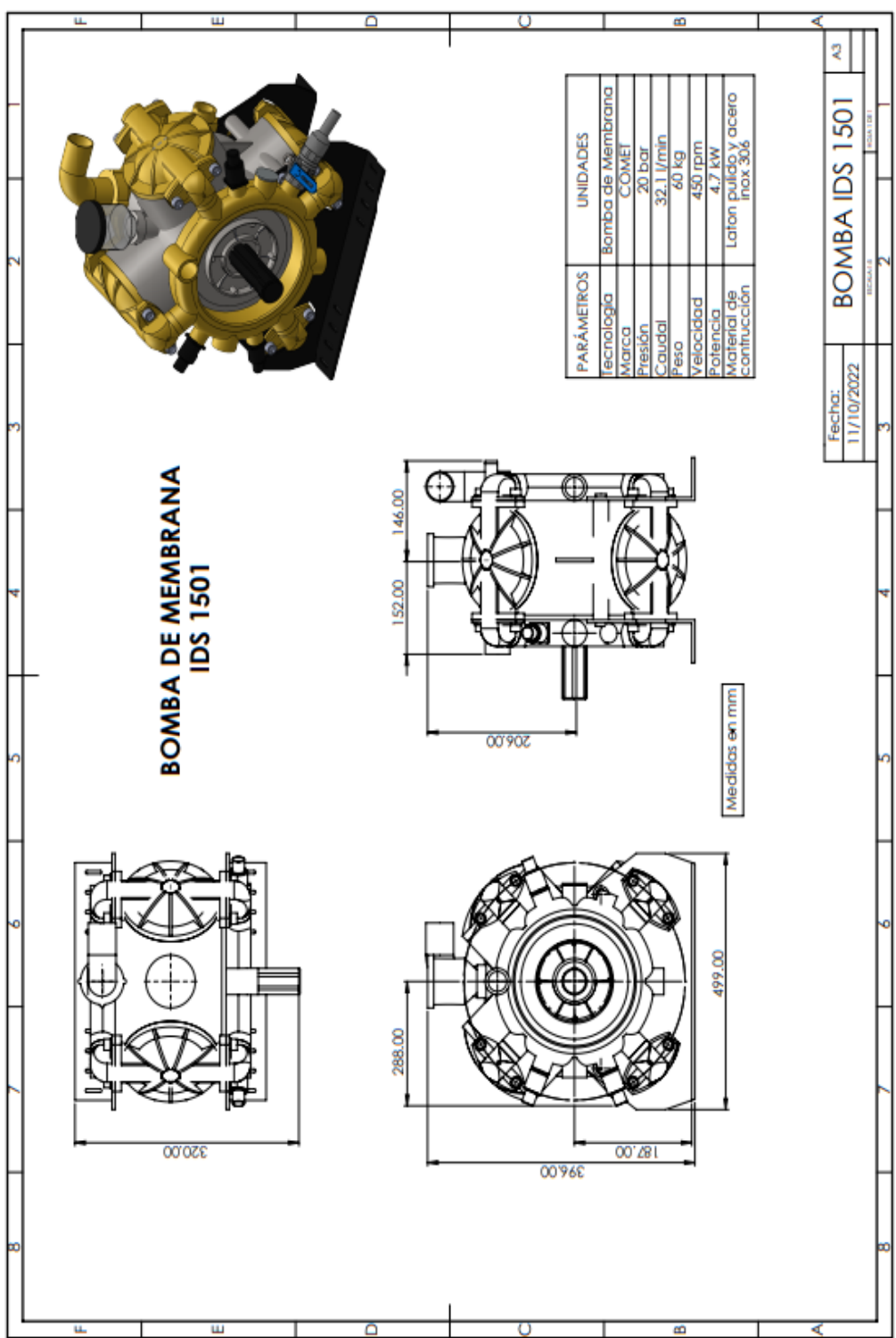
Diseño de la Boquilla ATR 80



ANEXO 7: Especificaciones de la bomba de membrana

Plano 2

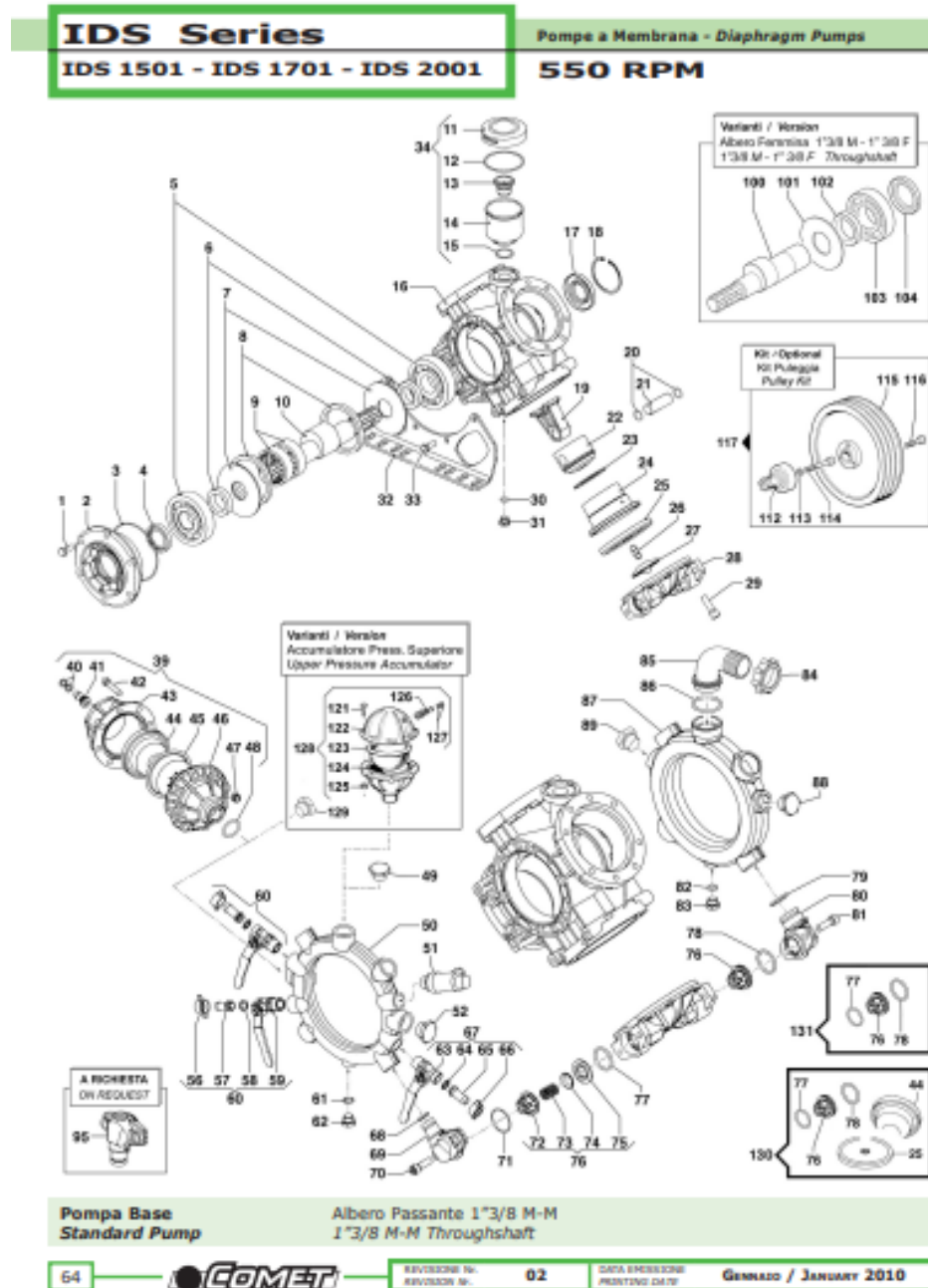
Diseño de la bomba de membrana IDS 1501



ANEXO 8: Diagrama de detalle de la bomba IDS 1501

Plano 3

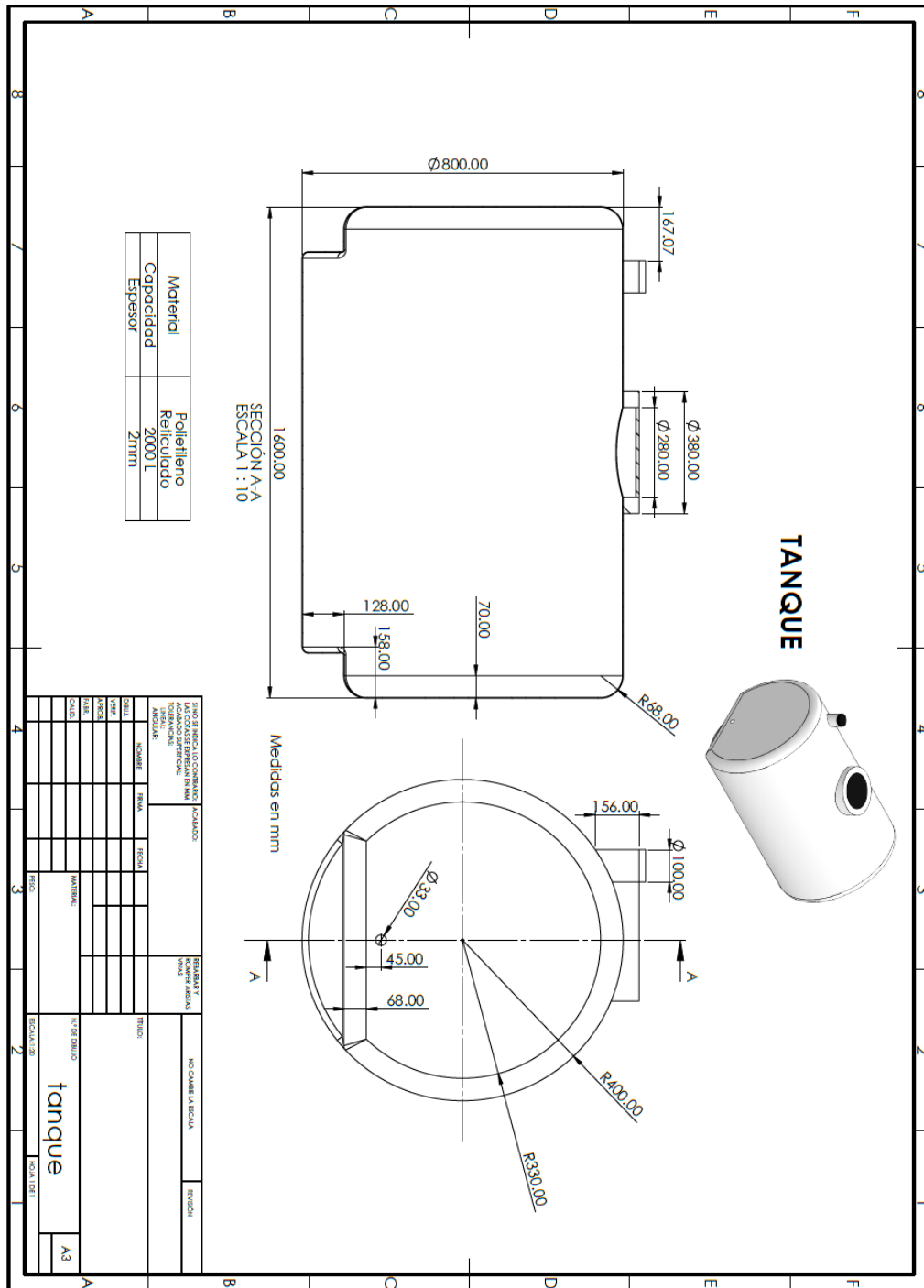
Diseño de la Boma IDS 1501 detallado



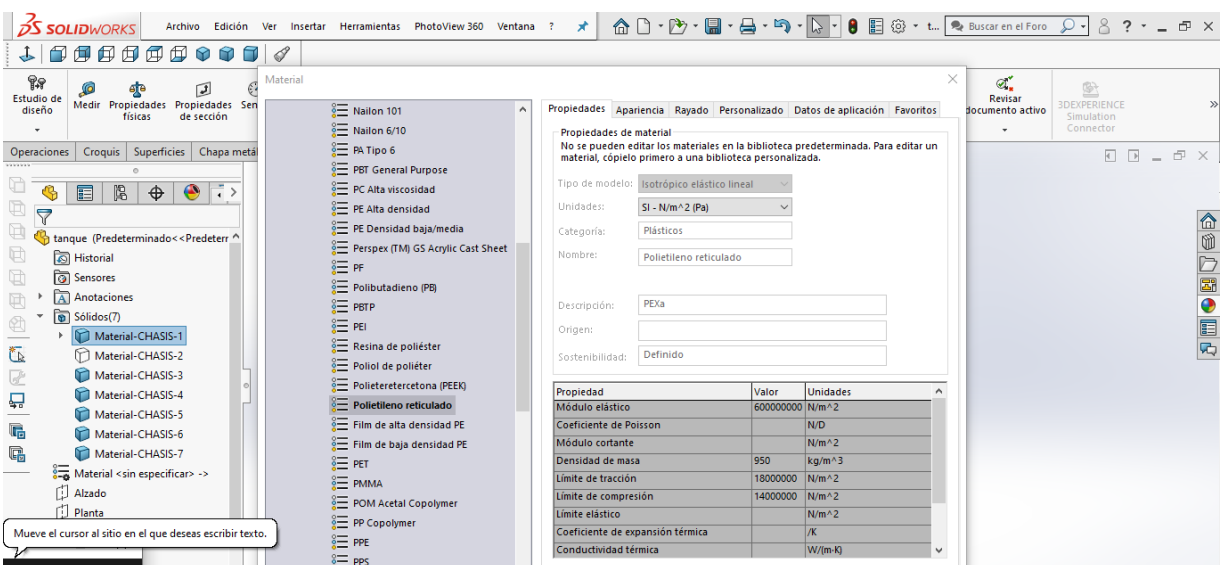
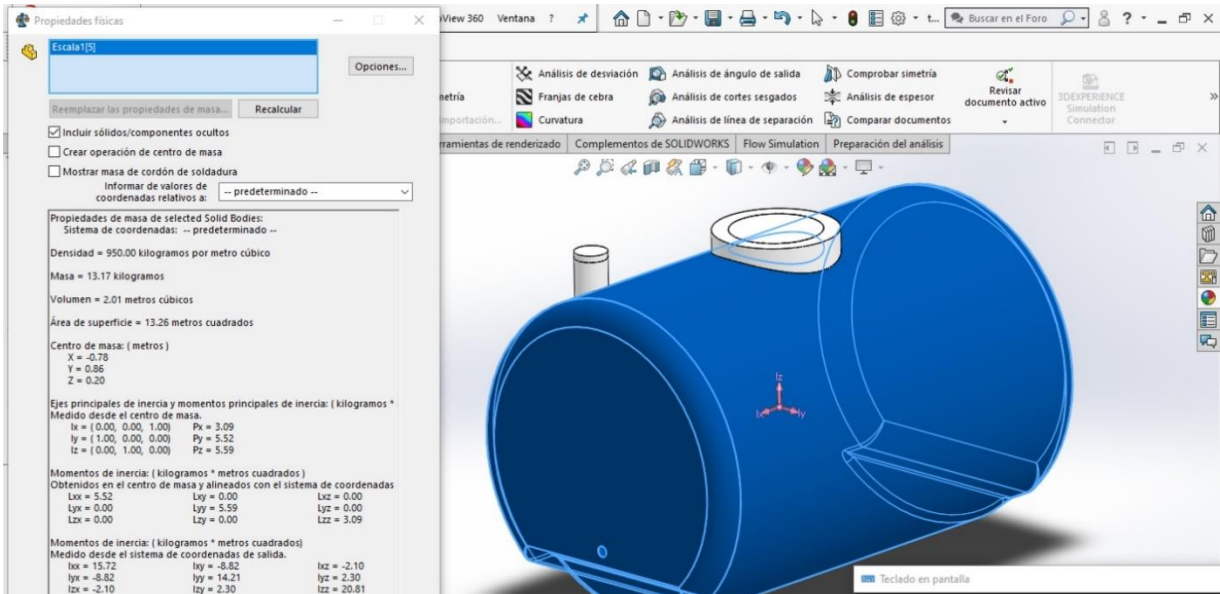
ANEXO 9: Plano del tanque o deposito

Plano 4

Diseño del tanque empleado para el pulverizador



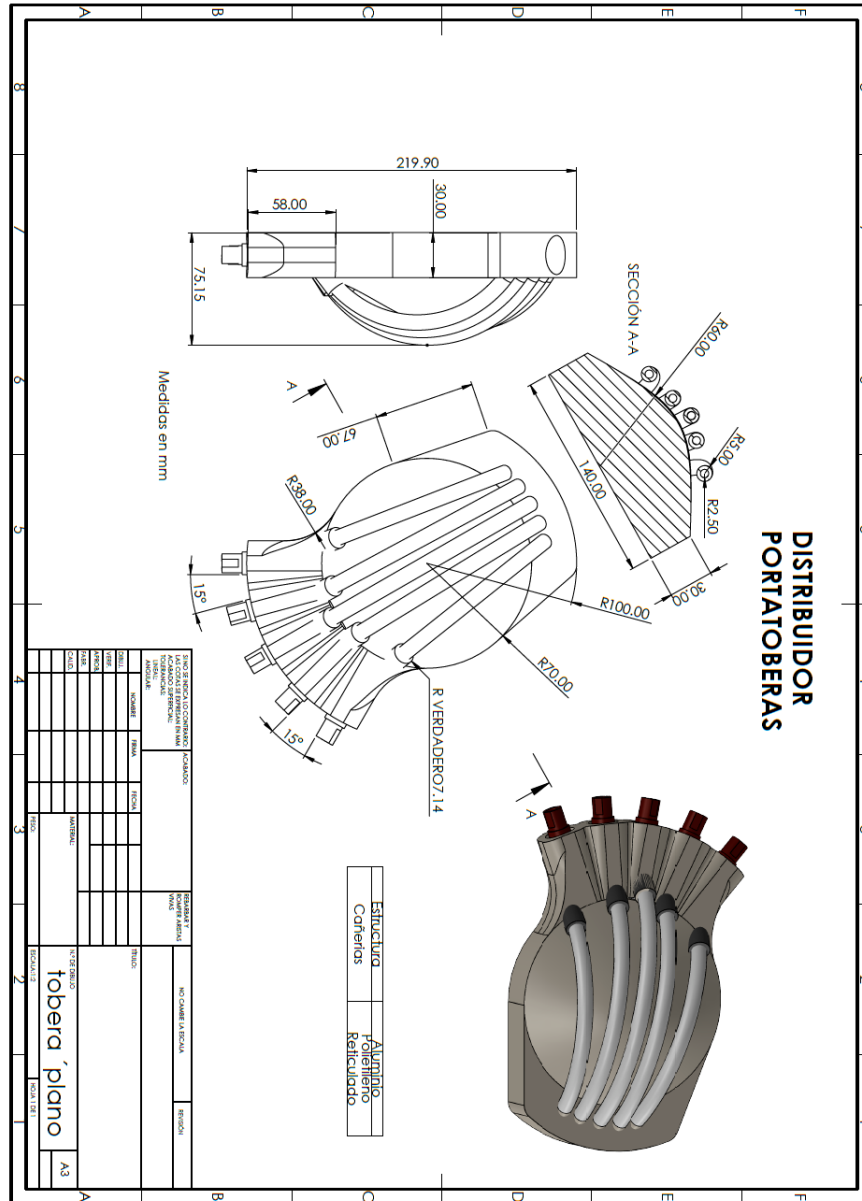
ANEXO 10: Especificaciones del tanque o deposito



ANEXO 11: Planos de las boquillas o toberas

Plano 5

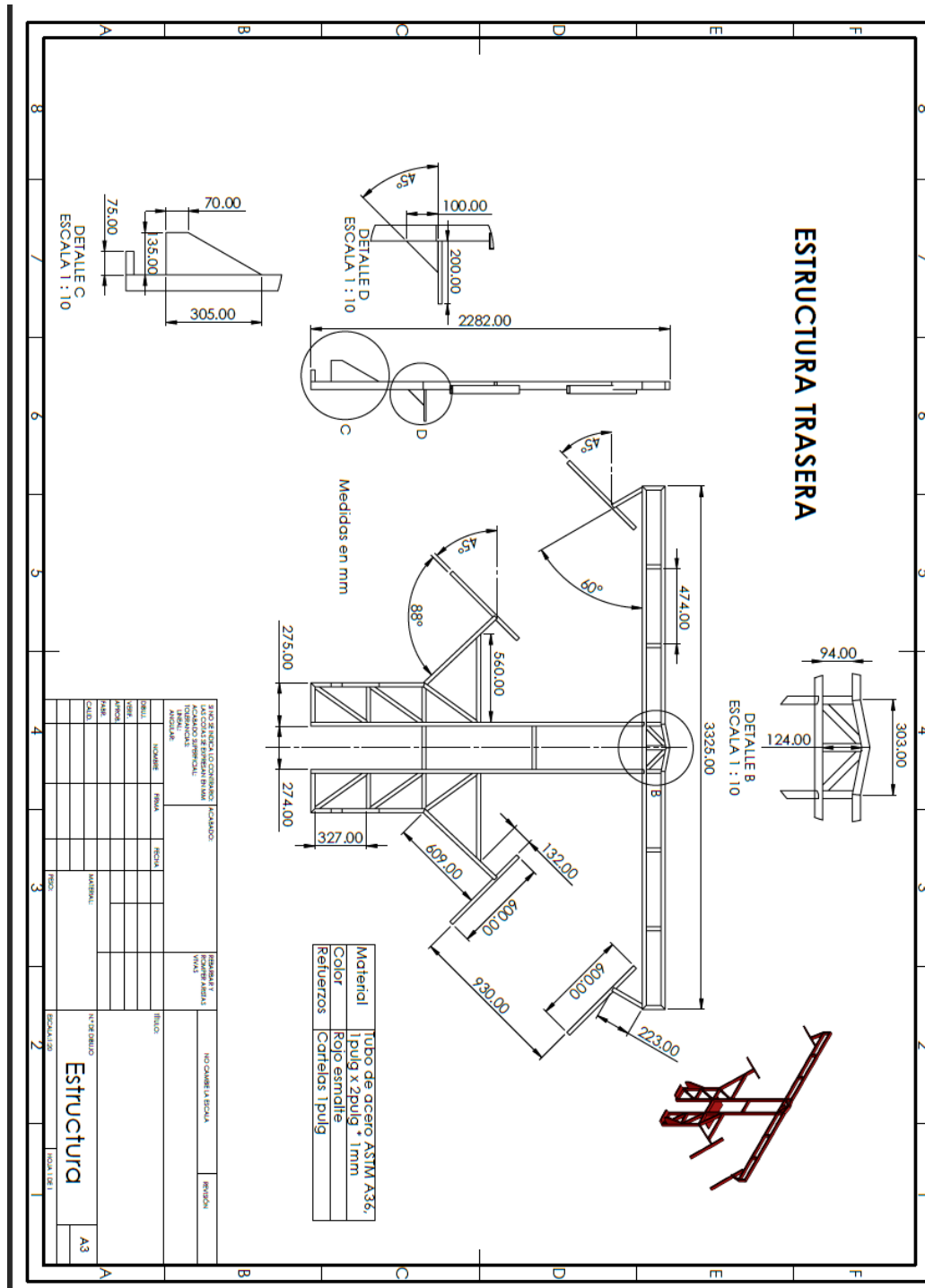
Diseño de las boquillas o toberas seleccionadas para el pulverizador



ANEXO 12: Planos de la estructura de soporte de las boquillas

Plano 6

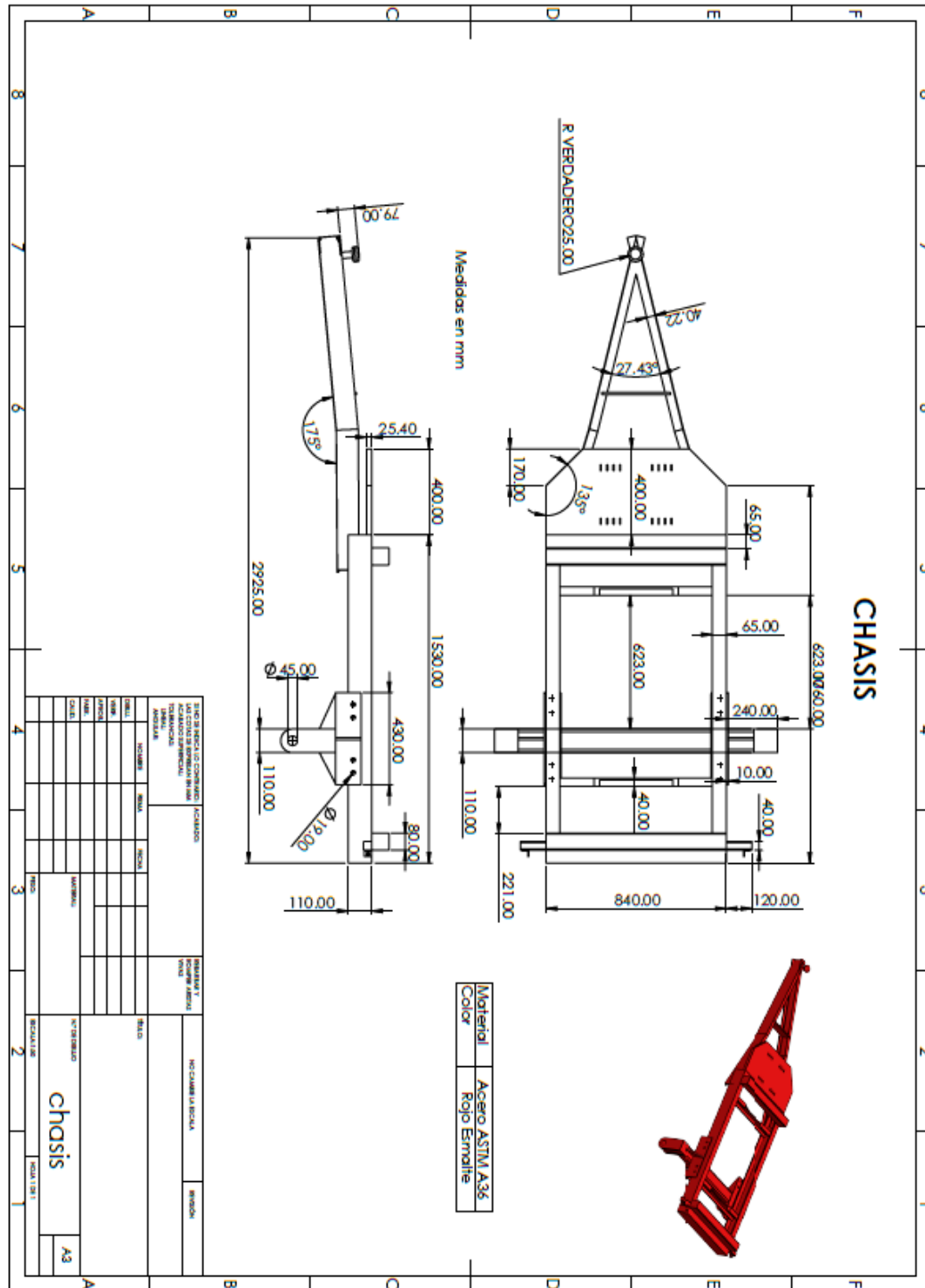
Estructura del soporte destinado a las boquillas del pulverizador



ANEXO 13: Planos del chasis diseñado

Plano 7

Diseño del chasis con medidas exactas.



ANEXO 14: Especificaciones del chasis diseñado

Propiedades Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicación Favoritos

Propiedades de material
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal

Unidades: SI - N/m² (Pa)

Categoría: Acero

Nombre: ASTM A36 Acero

Descripción:

Origen:

Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+10	N/m ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	400000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	250000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	/K	
Conductividad térmica	W/(m·K)	

Propiedades físicas

Material-CHASIS-20
Material-CHASIS-21
Material-CHASIS-22
Material-CHASIS-23

Reemplazar las propiedades de masa... Recalcular

Incluir sólidos/componentes ocultos
 Crear operación de centro de masa
 Mostrar masa de cordón de soldadura
Informar de valores de coordenadas relativos a: --predeterminado--

Propiedades de masa de selected Solid Bodies:
Sistema de coordenadas: --predeterminado--

Densidad = 7850.00 kilogramos por metro cúbico
Masa = 409.30 kilogramos
Volumen = 0.05 metros cúbicos
Área de superficie = 6.18 metros cuadrados

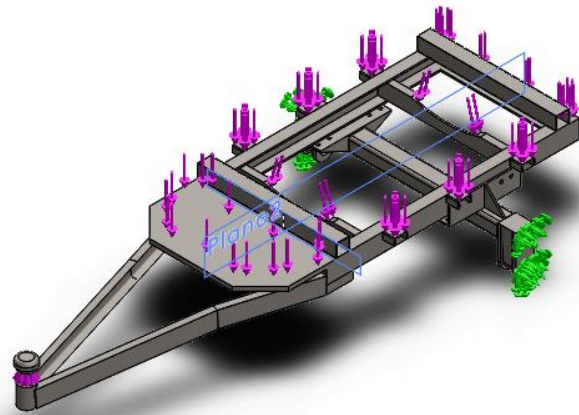
Centro de masa: (metros)
X = -0.75
Y = 0.28
Z = 0.37

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (kilogramos * metros cuadrados)
Medido desde el centro de masa.
I_x = (0.00, 0.03, 1.00) P_x = 50.80
I_y = (1.00, 0.00, 0.00) P_y = 194.26
I_z = (0.00, 1.00, -0.03) P_z = 225.11

Momentos de inercia: (kilogramos * metros cuadrados)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas
L_{xx} = 184.26 L_{xy} = 0.00 L_{xz} = 0.00
L_{yx} = 0.00 L_{yy} = 224.91 L_{yz} = 5.92
L_{zx} = 0.00 L_{zy} = 5.92 L_{zz} = 51.00

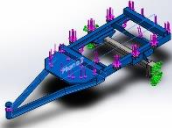
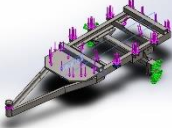
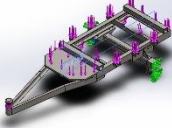
Momentos de inercia: (kilogramos * metros cuadrados)
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.
I_{xx} = 271.82 I_{xy} = -85.38 I_{xz} = -113.20
I_{yx} = -85.38 I_{yy} = 510.33 I_{yz} = 48.02
I_{zx} = -113.20 I_{zy} = 48.02 I_{zz} = 312.36

ANEXO 15: Análisis estático del chasis en SolidWorks



Nombre del modelo: chasis4
 Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Redondeo1 	Sólido	Masa:218.159 kg Volumen:0.027791 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:2137.96 N
Material-chasis3-6 	Sólido	Masa:0.45894 kg Volumen:5.84637e-05 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:4.49761 N
Material-chasis3-2 	Sólido	Masa:18.9495 kg Volumen:0.00241395 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:185.706 N

<p>Material-chasis3-5</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.45894 kg Volumen:5.84637e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.49761 N</p>
<p>Material-chasis3-8</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.45894 kg Volumen:5.84637e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.49761 N</p>
<p>Material-chasis3-1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:18.9495 kg Volumen:0.00241395 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:185.706 N</p>
<p>Material-chasis3-4</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.45894 kg Volumen:5.84637e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.49761 N</p>
<p>Material-chasis3-11</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:83.8187 kg Volumen:0.0106775 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:821.423 N</p>
<p>Material-chasis3-7</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.45894 kg Volumen:5.84637e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.49761 N</p>
<p>Material-chasis3-3</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.45894 kg Volumen:5.84637e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.49761 N</p>

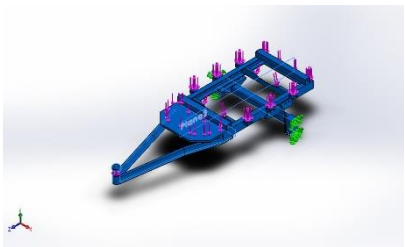
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático - chasis
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

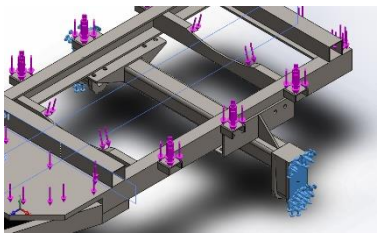
Unidades

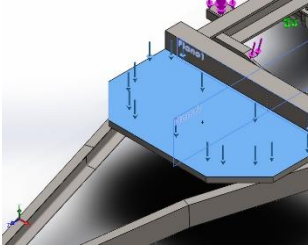
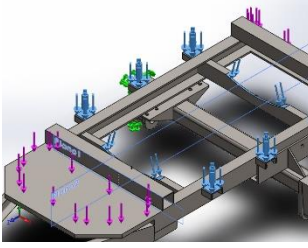
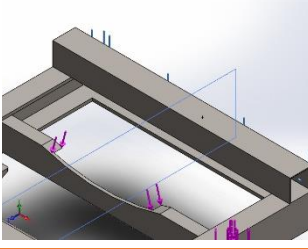
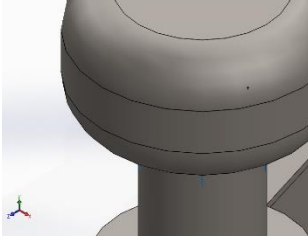
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

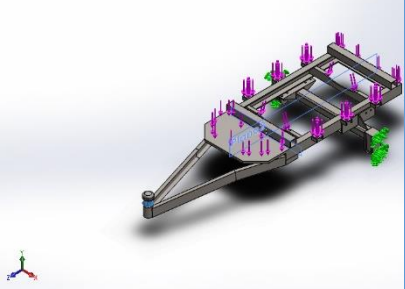
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2.5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.93e+10 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Redondeo1)(chasis4), Sólido 2(Material-chasis3-6)(chasis4), Sólido 3(Material-chasis3-2)(chasis4), Sólido 4(Material-chasis3-5)(chasis4), Sólido 5(Material-chasis3-8)(chasis4), Sólido 6(Material-chasis3-1)(chasis4), Sólido 7(Material-chasis3-4)(chasis4), Sólido 8(Material-chasis3-11)(chasis4), Sólido 9(Material-chasis3-7)(chasis4), Sólido 10(Material-chasis3-3)(chasis4)</p>
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades:	2 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	51.8074	79207.9	-38.0086	79208
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades: Tipo: Valor:	1 cara(s) Aplicar fuerza normal 60 kgf
Fuerza-2		Entidades: Tipo: Valor:	8 cara(s) Aplicar fuerza normal 1010 kgf
Fuerza-3		Entidades: Tipo: Valor:	1 cara(s) Aplicar fuerza normal 90 kgf
Fuerza-4		Entidades: Tipo: Valor:	1 cara(s) Aplicar fuerza normal 100 kgf

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto	
Contacto global		Tipo: Componentes: Opciones:	Unión rígida 1 componente(s) Mallado compatible

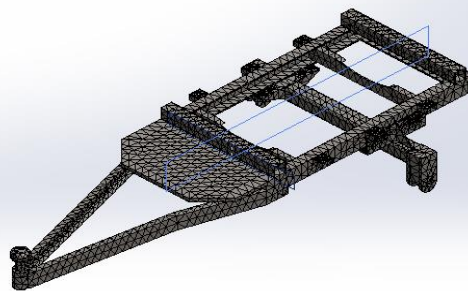
Información de la malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño de elementos	50.6008 mm
Tolerancia	2.53004 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	27406
Número total de elementos	13517
Cociente máximo de aspecto	108.57
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	35.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	16.9
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:12
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: chasis4
 Nombre de estudio: Análisis estático - chasis-(Pre determinado-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Fuerzas resultantes

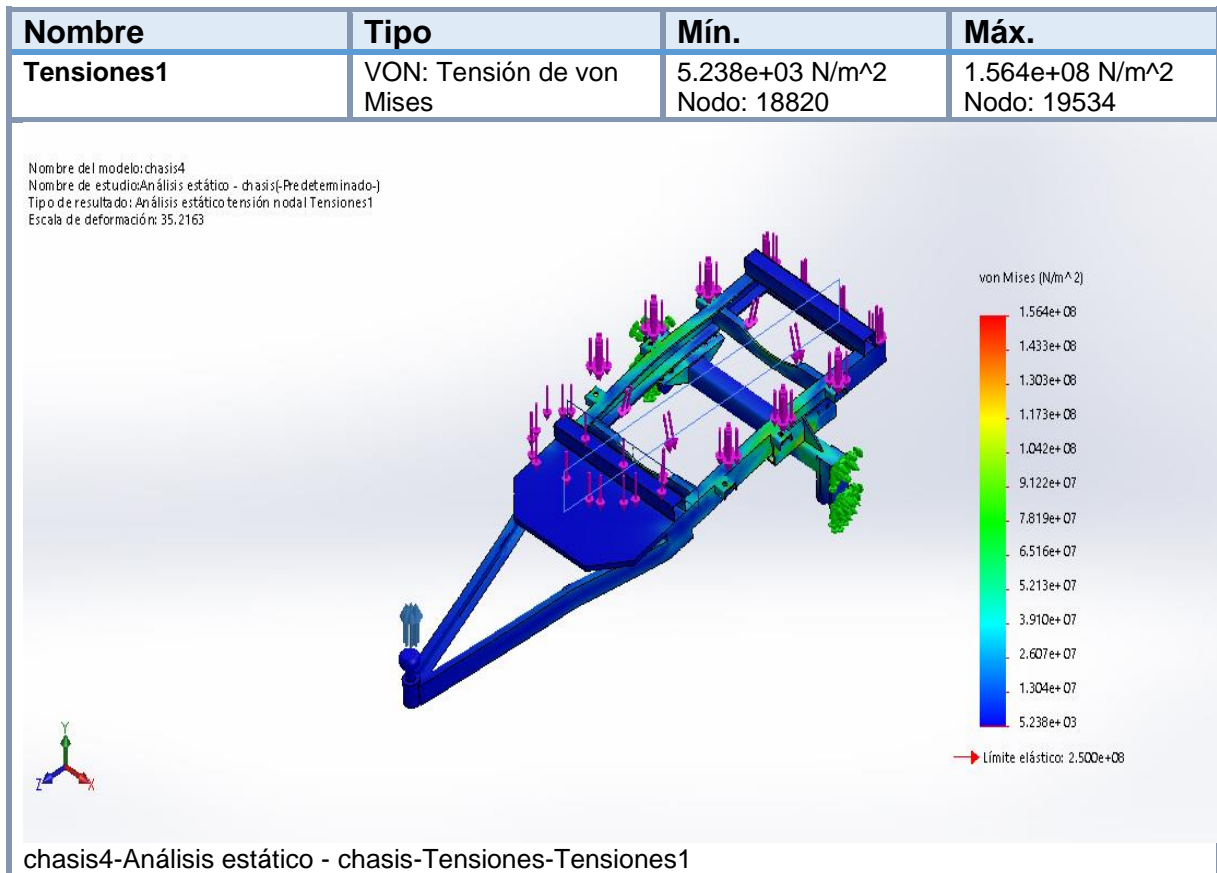
Fuerzas de reacción

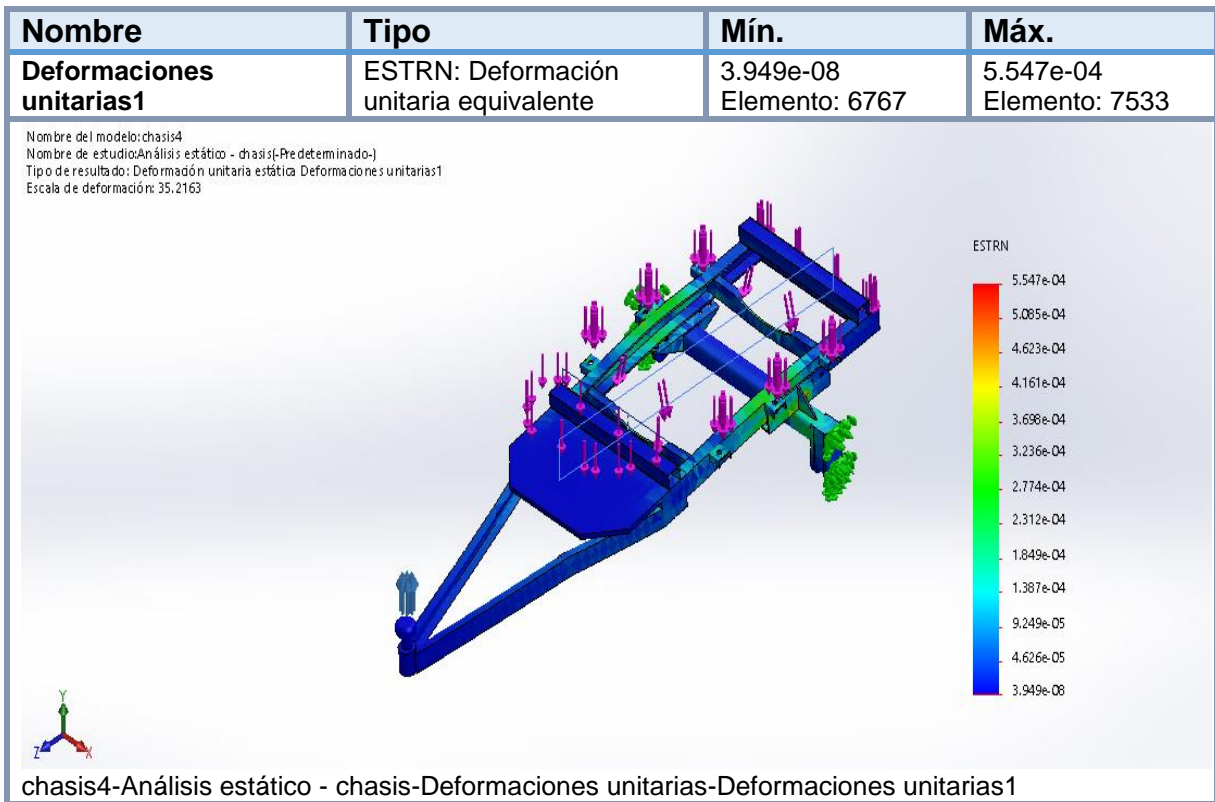
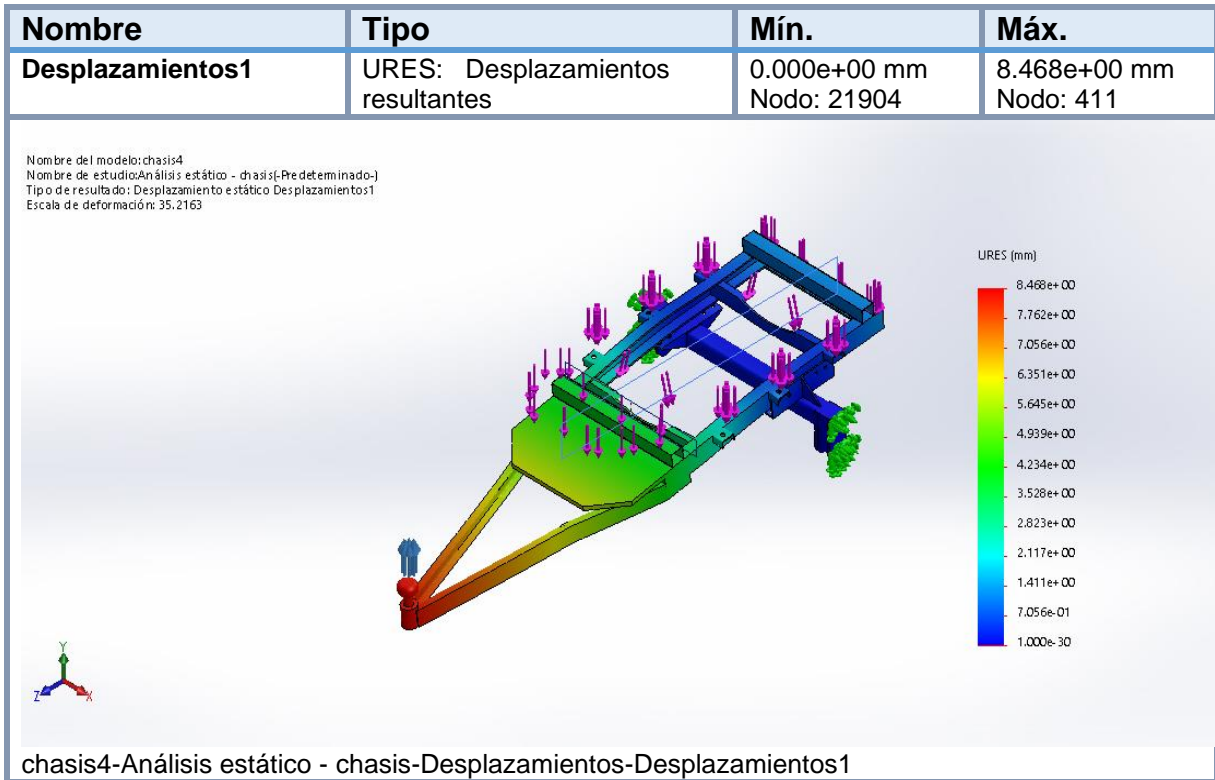
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	51.8074	79207.9	-38.0086	79208

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio





Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Deformada

Nombre de l modelo: chasis4
Nombre de estudio: Análisis estático - chasis(-Pre determinado-)
Tipo de resultado: Deformada Desplazamientos1{1}
Escala de deformación: 35,2163

chasis4-Análisis estático - chasis-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Tensión de von Mises máx.	1.405e+00 Nodo: 18945	2.500e+00 Nodo: 1

Nombre de l modelo: chasis4
Nombre de estudio: Análisis estático - chasis(-Pre determinado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Tensiones von Mises máx.
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.4

chasis4-Análisis estático - chasis-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

VALIDACIÓN DE EXPERTOS.

CUESTIONARIO

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario
Objetivo del instrumento	Sistema de pulverización bidireccional
Nombres y apellidos del experto	Hugo Zegarra Zelada
Documento de identidad	41254009
Años de experiencia en el área	15 años
Máximo Grado Académico	Bachiller en ingeniera agrónoma
Nacionalidad	Peruano
Institución	Frusan Agro S.A.C
Cargo	Jefe de sanidad y maquinaria
Número telefónico	997844674
Firma	
Fecha	26 – 11 - 2022



FRUSAN AGRO
HUGO ZEGARRA ZELADA
JEFE DE SANIDAD Y MAQUINARIA


CUESTIONARIO

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario
Objetivo del instrumento	Sistema de pulverización bidireccional
Nombres y apellidos del experto	Jorge Luis Gamarra Garboza
Documento de identidad	71870378
Años de experiencia en el área	7 años
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Lube System SAC
Cargo	Supervisor de Mtto Truck Shop Ak11 - Chinalco
Número telefónico	921113421
Firma	 JORGE LUIS GAMARRA GARBOZA INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA REG. CIP. 239647
Fecha	27 - 11 - 2022

CUESTIONARIO

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	SISTEMA DE PULVERIZACIÓN
Objetivo del instrumento	SISTEMA DE PULVERIZACIÓN BIDIRECCIONAL
	DAVID RIVERA RAMOS
Documento de identidad	41537111
Años de experiencia en el área	14 AÑOS
Máximo Grado Académico	BIÓLOGO - MAESTRIA EN GERENCIA EMPRESARIAL
Nacionalidad	PERUANO
Institución	CROPS PROTECTION
Cargo	JEFE ZONA PIURA
Número telefónico	976873936
Firma	
Fecha	27/11/2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un sistema de pulverización bidireccional en estructuras tipo californianas para mejorar la aplicación de remedios en parcelas de uva", cuyo autor es ILATOMA AREVALO ROISER FREDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 10 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO DNI: 17897692 ORCID: 0000-0003-1208-1242	Firmado electrónicamente por: JLUJAN el 15-12- 2022 08:38:45

Código documento Trilce: TRI - 0481730