



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA  
DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA**

**Anthony César García Estrada**

Asesorado por el Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA  
DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ANTHONY CÉSAR GARCÍA ESTRADA**

ASESORADO POR EL ING. MILTON ALEXANDER FUENTES OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

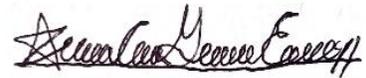
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Snell Chicol Morales
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Coronado Noj
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 20 de mayo de 2021.



**Anthony César García Estrada**

Guatemala 05 de agosto de 2022

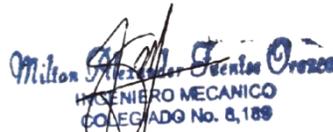
Ingeniero  
Gilberto Enrique Morales Balza  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlo de Guatemala

Ingeniero Morales

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica, **Anthony César García Estrada**, quien se identifica con el Registro de Académica **201701002** y CUI 3016897680101 con el tema de graduación titulado: **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos planteados para su desarrollo.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo. Sin otro particular me despido de usted cordialmente.

Atentamente:



---

Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco  
Ingeniero Mecánico  
Colegiado No. 8189  
Asesor



**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.EIM.048.2022

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA** desarrollado por el estudiante: **Anthony César García Estrada** con Registro Académico **201701002** y CUI **3016897680101** recomienda su aprobación.

***“Id y Enseñad a Todos”***



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, septiembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.032.EIM.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA**, presentado por: **Anthony César García Estrada**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, febrero de 2023

LNG.DECANATO.OI.194.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISPENSADORES DE AGUA EN GRANJA AVÍCOLA**, presentado por: **Anthony César García Estrada**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por nunca abandonarme y brindarme fortaleza en mis momentos de debilidad.
- Mis padres** César Augusto García y Glenda Amarilis Estrada Yuman por siempre darme su apoyo y amor incondicionales.
- Mis amigos** Joseph Bernal, Andrea Leiva y María Escobar por acompañarme durante este largo proceso y haber compartido conmigo cada momento difícil durante la carrera, ya que sin su apoyo mi vida universitaria no habría sido la misma.
- Mis abuelas** Alejandra García Cifuentes y Antonia de Jesús Yuman Villalobos, por todo su cariño y apoyo día con día, y por haber compartido conmigo durante todos estos años.
- Familia en general** Familia García y Familia Yuman por sus consejos y ánimo brindado a lo largo de todos mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por convertirse en mi segundo hogar en el cual pude aprender diversas cosas tanto académicamente como socialmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por motivarme a seguir adelante y cumplir mis estudios con ambición y dedicación.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Andrea María Barrera Leiva, Joseph Steve Bernal Tacatic, Maria Teresa Escobar García,
<b>Mis padres</b>	Cesar Augusto García y Glenda Amarilis Estrada Yuman por su cariño y apoyo en todo momento.
<b>Mis abuelas</b>	Alejandra García Cifuentes y Antonia de Jesús Yuman Villalobos por todos sus consejos y cariño.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco por el tiempo y apoyo que me brindo durante este proceso.
<b>Familia García Estrada</b>	En especial a mis tíos, por el cariño y apoyo brindado, en mis años de carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. SITUACIÓN ACTUAL SOBRE EL USO DE REDUCTORES DE PRESIÓN EN GRANJAS AVÍCOLAS .....	1
1.1. Reguladores de presión en Guatemala .....	1
1.2. Comercialización de reguladores de presión para granjas avícolas .....	2
1.3. Disponibilidad de producción y venta a nivel nacional.....	3
2. ESTRUCTURA, MATERIALES Y TIPOS DE REGULADORES.....	5
DE PRESIÓN .....	5
2.1. Regulador de presión .....	5
2.2. Reguladores de presión para granjas avícolas.....	14
3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	21
3.1. Diseño y componentes .....	21
3.2. Materiales .....	41
3.3. Proceso de manufactura.....	44
3.4. Costos de producción .....	47

3.5.	Aplicaciones .....	51
4.	EVALUACIÓN DE LOS REDUCTORES DE PRESIÓN Y LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	53
4.1.	Evaluación costos de producción .....	53
4.2.	Evaluación de eficiencia de producción .....	58
4.3.	Impacto en el mercado actual .....	59
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES .....	69
	REFERENCIAS .....	71
	APÉNDICES.....	73
	ANEXOS.....	81

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Diagrama general de un regulador de presión .....	6
2.	Regulador piloto .....	13
3.	Regulador de presión de agua AVIAS POULTRY .....	16
4.	Columnas de visualización .....	17
5.	Instalación intermedia en el sistema de tuberías .....	18
6.	Dimensiones regulador de presión de agua de AVIAS POULTRY .....	19
7.	Dimensiones de una cubeta .....	22
8.	Sistema de flote .....	23
9.	Reductor de presión .....	24
10.	Componentes del regulador de presión .....	25
11.	Componentes del reductor de presión .....	26
12.	Entrada de agua a presión .....	27
13.	Sección de entrada de agua .....	27
14.	Conjunto del tapón de empuje .....	29
15.	Diámetro de perforación para la válvula unidireccional .....	29
16.	Válvula unidireccional tipo niple .....	30
17.	Vástago de válvula .....	30
18.	Reductor de PVC de 1"-1/2" .....	31
19.	Puntos de perforación .....	31
20.	Elemento guía 2 .....	32
21.	Cuerpo de conexión .....	33
22.	Distancia de perforación para los tornillos de sujeción.....	33
23.	Resorte principal de empuje.....	34

24.	Altura del resorte de empuje.....	34
25.	Tornillos de ajuste.....	35
26.	Salida hacia el contenedor principal .....	35
27.	Puntos de perforación para la circulación de agua .....	36
28.	Contenedor principal.....	36
29.	Tapadera superior de 4" .....	37
30.	Distancia de perforación para los tornillos de ajuste.....	37
31.	Cuerpo central. ....	38
32.	Tapadera inferior.....	39
33.	<i>Fitting</i> para manguera tipo macho (salida a baja presión) .....	39
34.	Acople hacia tubería .....	40
35.	Orificio de respiración .....	40
36.	Ficha técnica.....	59
37.	Gráfico de ¿El precio de reductor de presión es acorde a los servicios que ofrece? .....	60
38.	Gráfico de ¿Considera de como una buena opción la compra de un reductor de presión para su granja avícola? .....	61
39.	Gráfico de ¿Cómo calificarías la experiencia en general usando el reductor de presión? .....	62
40.	Gráfico de ¿Cómo describirías el funcionamiento del reductor de presión? .....	63
41.	Gráfico de ¿Cómo calificarías el reductor de presión en las siguientes áreas? .....	64
42.	Gráfico de ¿Cuáles son las características que más le gustaron del reductor de presión? .....	65

## TABLAS

I.	Materia prima.....	41
II.	Materiales para la elaborar de reductores de presión .....	43
III.	Costo de la materia prima .....	48
IV.	Costos de materiales para elaborar reductores de presión.....	49
V.	Costos de accesorios para elaborar un reductor de presión .....	50
VI.	Servicios de torno.....	50
VII.	Costos de fabricación de un reductor de presión .....	51
VIII.	Precio de tubería de PVC.....	54
IX.	Piezas obtenidas por cada 6m de tubería .....	56
X.	Costos proporcionales con respecto a las tuberías.....	56



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Altura
<b>A</b>	Área
<b>Co</b>	Cantidad de cuerpo centrales
<b>cm</b>	Centímetros
<b>C</b>	Coeficiente de fricción Hazen-Williams
<b>K</b>	Constante elástica de un resorte
<b>X</b>	Deformación de un resorte
<b><math>\rho</math></b>	Densidad del fluido
<b>F</b>	Fuerza
<b>Fe</b>	Fuerza de entrada
<b>Fs</b>	Fuerza de salida
<b>Fr</b>	Fuerza del resorte
<b>°</b>	Grado
<b>°C</b>	Grado centigrado
<b>g</b>	Gravedad
<b>psi</b>	Libras sobre pulgada cuadrada
<b>Ld</b>	Longitud de diseño
<b>L</b>	Longitud de tubería
<b>Le</b>	Longitud equivalente
<b>Lo</b>	Longitud original
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>hf</b>	Perdidas por fricción

<b>Y</b>	Peso específico de un fluido
<b>Pc</b>	Precio de compra
<b>Pp</b>	Precio proporcional
<b>P</b>	Presión
<b>”</b>	Pulgada
<b>in</b>	Pulgada
<b>Sh</b>	Salario por hora
<b>Tm</b>	Tiempo de manufactura
<b>Vm</b>	Valor de manufactura
<b>v</b>	Velocidad

## GLOSARIO

<b>Adquisición</b>	Obtener algún servicio o producto mediante una compra o transacción.
<b>Bloque</b>	Grupo de elementos que en conjunto conforman parte de un Sistema.
<b>Broca</b>	Herramienta de diferentes aleaciones cuya finalidad es realizar agujeros o perforaciones.
<b>Copla</b>	Accesorio utilizada para la unión de secciones de tuberías.
<b>Desbalance</b>	Perdida del equilibrio.
<b>Diafragma</b>	Con una forma circular o cónica, se encarga de comprimir y transferir fuerza en diferentes sistemas el cual puede ser de acero, o de un material flexible.
<b>Niple</b>	Accesorio para unión en secciones de tubería de igual o distinto tamaño.
<b>Parámetro</b>	Elemento el cual dentro de un sistema sirve para evaluar rendimiento, condiciones o amplitudes.

<b>Perfluoroelastómero</b>	Es un termopolímero usado en aplicaciones agresivas, por su rango de temperatura y larga vida útil.
<b>PVC</b>	de la familia de los polímeros utilizado en diversidad de cuya composición es cloruro de vinilo.
<b>Rebalse</b>	Término utilizado para indicar cualquier fluido se derraba por en encima de los bordes de su recipiente.
<b>Resina</b>	sustancia pastosa, pegajosa y traslucida la cual se obtiene de natural o artificialmente, utilizada en perfumes, adhesivos, barnices.
<b>Viscosidad</b>	Propiedad de un fluido a resistirse al movimiento.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación trata sobre el manual de fabricación de reductores de presión para la avicultura, que busca presentarse como una alternativa de compra para el control y cuidado de los sistemas de alimentación de agua para aves en Guatemala, mostrando una propuesta de diseño y fabricación diferente en el mercado.

Se realizó una investigación para evaluar el estado de compra - venta de reguladores de presión dentro del país, enfocándose en las empresas que se dedican a la venta de producto y equipos para el sector avícola, así como los principios de funcionamiento, estructura y forma de las válvulas reguladoras para posteriormente aplicarlo al diseño del reductor de presión.

Realizando un diseño en consideración de los tipos de válvulas que se utilizan en las granjas de aves, se presentó un diseño compacto que no ocupara más de 35 cm verticales y un acho de 4 ", el cual se vende un precio menor en consideración de los otras válvulas en el mercado avícola, utilizando materiales más accesibles para su elaboración al seleccionar la mayor parte de sus componentes de PVC y con un proceso de manufactura fácil de realizar, que con sus prestaciones mantiene la presión 25 psi para evitar el daño de las bebederos para ave tipo niple y suministra un flujo constante dentro del sistema agua que se utilice.



# OBJETIVOS

## General

Desarrollar un manual de producción de reductores de presión para dispensadores de agua de una granja avícola.

## Específicos

1. Describir la situación actual sobre el uso de reductores de presión en granjas avícolas.
2. Recabar información sobre estructura, materiales y tipos de reguladores de presión.
3. Implementar un proceso de producción de reductores de presión para la distribución de agua en granjas avícolas.
4. Evaluar el funcionamiento de los reductores de presión y la eficiencia del proceso de producción.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente reductores o controladores de presión tienen una amplia gama de diseños, tamaños, funciones y aplicaciones para diferentes fluidos entre los que podemos mencionar, la regulación de presión en sistemas de agua tanto simples como complejos.

En las granjas avícolas de pequeño y mediano tamaño, distribuyen el agua mediante un sistema de bebederos automáticos estilo niple, en muchas de estas avícolas usan un sistema de flote para evitar que la misma presión en el sistema dañe los nipples y estos comienzan a gotear generando un desperdicio de agua.

Por lo cual, para efectos de este trabajo de investigación, se desarrolla el manual de reductores de presión que muestra un enfoque sobre un nuevo método para la reducción de presión dentro del sistema de bebederos automáticos mostrándole las ventajas que aporta en comparación del sistema de flote, así como las futuras aplicaciones para una producción en serie que puede alcanzar un nivel nacional en el ámbito de la avicultura.



# **1. SITUACIÓN ACTUAL SOBRE EL USO DE REDUCTORES DE PRESIÓN EN GRANJAS AVÍCOLAS**

El uso de reguladores de presión en la avicultura se ha convertido de gran importancia en las granjas, ya que este dispositivo como su nombre lo indica regula la presión dentro del sistema de distribución de agua. Esto beneficia en las granjas a que no ocurra pérdida a nivel económico por desperdicio de agua ocasionado por una presión alta en el sistema la cual sobrepasaría la presión de diseño de las válvulas automáticas de las cuales se hacen uso dañándolas, esto implica pérdidas para las empresas que se dedican a la avicultura.

El constante crecimiento que tiene la avicultura en Guatemala ocasiona una demanda en desarrollo de estos dispositivos por lo cual los distribuidores deben ser capaces de suplir.

## **1.1. Reguladores de presión en Guatemala**

“El regulador de presión tiene la misión de mantener constante la presión en la instalación neumática, es decir, transmitir la presión ajustada a los elementos de trabajo, aunque se produzcan fluctuaciones en la presión de la red” (Salvador A., 1993, p. 65).

Los reguladores de presión actualmente tienen alta demanda no solo en Guatemala, sino que, a nivel mundial, esto debido a sus diversos usos y diseños entre los cuales podemos mencionar:

- El uso en los cilindros de gas en el uso cotidiano.

- Su aplicación en el control de las calderas que es de vital importancia en esta maquinaria ya que una falla, ocasionada por un mal mantenimiento o instalación puede tener repercusiones muy importantes tanto en el estado de la máquina, como ser un riesgo al operario si no se hace su reparación o cambio.
- También se hace en diversos tipos de cilindro, como lo son los cilindros de oxígeno, que pueden ser de oxígeno industrial o de uso médico.

Otro de los sectores donde ha tenido uso, es el sector dedicado a la avicultura donde los reguladores de presión cada vez son más utilizados, para que permanezca un suministro del fluido constante manteniendo una presión de trabajo que no generara daños en el sistema.

## **1.2. Comercialización de reguladores de presión para granjas avícolas**

En el ámbito de la avicultura el equipo que se utiliza no es de gran complejidad, pero sí de gran beneficio para los avicultores como lo que son los procesos de suministro de alimento y agua para aves, que representa una ventaja a la industria gracias a que sus sistemas que no requieren de un mantenimiento constante y son sencillos de realizar.

Entre estos equipos está el uso de bebederos los cuales requieren sistemas de control de presión debido a que los nipples tipo bebederos para aves en muchas ocasiones no soportan la presión dentro del sistema, por lo que se hace usos de reguladores de presión para aves de corral que pueden ser cerrados o abiertos.

El mercado de comercialización es llevado por un pequeño sector, de empresas dedicadas a la avindustria que la distribuyen, a continuación, se hace referencia a algunas de las empresas que se dedican a este rubro:

- Avindustrias S.A
- Cardigan
- Prove-Avícola

La compra de algunos equipos para la avicultura es importada, ya sea porque tiene un mejor precio o el diseño es el que más se adecua para el avicultor. Por lo cual se hacen pedidos en línea, algunas de las páginas que distribuyen en Guatemala son:

- <https://gt.all.biz/buy>
- <https://spanish.alibaba.com/>
- <http://avicultura.poultry.com/categorias/instalaciones-y-equipos/bebederos>

### **1.3. Disponibilidad de producción y venta a nivel nacional**

En Guatemala actualmente no hay empresa que realice la producción de los reguladores de presión para granjas avícolas, la mayoría de los equipos para la avicultura son importados y distribuidos por las empresas anteriormente mencionadas, de los cuales no todos los equipos son comercializados por ellos directamente, sino que algunos de los equipos que compran los avicultores son directamente importados por pedidos vía web.



## **2. ESTRUCTURA, MATERIALES Y TIPOS DE REGULADORES DE PRESIÓN**

Los reguladores de presión varían sus formas, diseños y control de fluido que maneja acorde al área de utilidad, donde sus rangos y parámetros de instalación y trabajo no serán siempre de la misma forma, por lo cual se necesita materiales que sean adecuados para el manejo de las presiones según su aplicación dentro de la industria.

### **2.1. Regulador de presión**

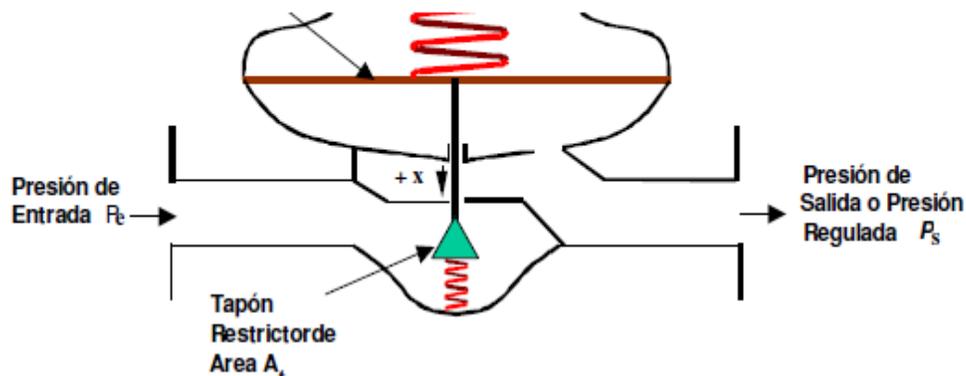
*“Los reguladores de presión son dispositivos diseñados para mantener una presión constante dentro del sistema y una circulación de cualquier fluido a un caudal constante”* (E.Borras Brucart,1987,68) . Este dispositivo debe de ser capaz de mantener las condiciones de operación óptimas, independiente de las variaciones que puedan ocurrir en la entrada del regulador o de los cambios que se realicen en los parámetros del flujo que controlan. El cuerpo y sistema de mecanismos internos que conforman a un regulador cumplen con la función de controlar de manera automática o bien establecer un límite de las variaciones de presión a un valor previamente establecido.

- Función de los reguladores de presión

Los reguladores son válvulas diseñadas para sistemas específicos los cuales pueden ser graduables mecánicamente que usan la presión de trabajo en contra de un resorte para controlar la presión de entrada o de salida, también pueden ser controladas neumática o eléctricamente ejemplo se utilizan con accionamiento en grandes sistemas de refrigeración como en centros comerciales para controlar los parámetros de presión del refrigerante desde un panel.

En los sistemas mecánicos se hace uso de un diafragma para equilibrar la presión ya sea a la entrada o salida, esta fuerza es aplicada por el lado opuesto los cuales pueden ser aportados por un resorte, un peso o la presión que algunos tipos de reguladores son aportados por un piloto, cuyo diagrama se presenta en la figura 1.

Figura 1. Diagrama general de un regulador de presión



Fuente: RENDON, J. (2006). *Reguladores de presión*.

Los reguladores de presión piloto operan bajo el principio de equilibrio de fuerzas, en el área de alta presión balanceado con la zona de baja presión. Este equilibrio es causado por la energía de presión de las áreas, como lo podemos ver en la siguiente ecuación:

(Ecuación N<sup>o</sup> 1)

$$F=P*A$$

Donde:

F= fuerza(N)(Lbf)(kg)

A=área (m<sup>2</sup>) (in<sup>2</sup>)

P= presión (lbf /in<sup>2</sup>) o (N/m<sup>2</sup> o pascal)

De acuerdo con al Principio de Pascal la presión dentro de un sistema cerrado deberá de ser la misma en todo su recorrido, con base a esto la fuerza que se aplica en la zona de baja presión no será la misma que en la zona de alta presión esto ocasionado por las diferencias de áreas.

(Ecuación N<sup>o</sup> 2)

$$P_1=P_2$$

$$F_1/A_1= F_2/A_2$$

La fuerza de entrada se considera la magnitud necesaria para ocasionar la apertura en el sistema la cual deberá quedar en equilibrio con la fuerza cierre, para poder ajustar esta presión dentro del sistema entra en acción una tercera fuerza la cual es proporcionada ya sea por un resorte o un equipo que suministre la presión o energía adicional.

(Ecuación N<sup>o</sup> 3)

$$F_e + F_r = F_s$$

Donde:

F<sub>e</sub>: Fuerza de entrada

F<sub>r</sub>: Fuerza del resorte

F<sub>s</sub>: Fuerza de salida

El equilibrio de fuerzas de la entrada y salida de la válvula reguladora se toman mientras el equipo opera en un flujo estable. Con el conocimiento que la presión dentro del regulador permanece constante.

- Estructura de los reguladores de presión

Entre los elementos que compone un regulador de presión se puede mencionar los elementos más importantes debido a que según su área de aplicación así cambian la cantidad de componentes que lo conforman:

- Resorte: establece una un sistema de amortiguación de acuerdo con la presión que ingresa a través del diafragma, se dice que la diferencia del fluido que ingresa al dispositivo de regulación y el diafragma establece una relación diferencial que a través de la llave se regula la presión que se desea se mantenga en el resto del sistema.
- Diafragma: actúa como un sensor dentro del sistema debido a que este se expande y esta expande el resorte conforme le ingresa una presión específica del fluido que maneja, limitando la presión de entrada la presión de referencia se le asigna cuando se ajusta la llave de apertura o cierre.

En algunos de los tipos de reguladores de presión hace uso de un tornillo de ajuste el cual nos ayuda a ajustar la presión deseada a regular dentro del sistema, para ello se usa un manómetro para establecer una relación de presión y así obtener presión deseada, con esto se logra que la presión se mantenga constante ante cualquier variación que pueda ocurrir, y perturbe la operación si no se tuviera este elemento.

La fuerza ejercida por el resorte se considera mediante la siguiente ecuación, conocida como la ley de Hooke.

(Ecuación N<sup>o</sup> 4)

$$F=-K*X$$

Donde:

F= fuerza

X=deformación del resorte (m) o (in)

K= es la constante elástica del resorte(N/m) o (lb/in)

Conforme el vástago de la válvula se va graduando de la misma manera varia la fuerza ejercida por el resorte. Estos cambios en el ajusta implican un cambio en la presión de entrega del regulador.

- Materiales: los materiales utilizados para la fabricación, de reguladores los podemos encontrar en una amplia gama, que permite el manejo de diferentes fluidos y entornos operativos, entre los materiales que se utilizan para los reguladores son; latón, plástico, y aluminio. También hay reguladores en diferentes tipos de acero como lo son aceros inoxidable (Montt,2006,303, 304 y 316).

Los resortes que usan mucho de los reguladores son comúnmente fabricados de acero al carbono o acero inoxidable, la selección de materiales dependerá de las condiciones en las cuales estará trabajando de las cuales se pueden considerar, la viscosidad, la temperatura, si es un producto abrasivo o corrosivo el caudal y las presiones que se necesita que este oscilando, acorde a estos parámetros se puede realizar una selección de los materiales y las dimensiones idóneas, para que el equipo cumpla con sus exigencias de trabajo.

El latón es uno de los materiales que se usan comúnmente por su precio, así como el aluminio se hace su uso cuando es requerido que el elemento cuyo peso es una consideración por tomar, como lo es su uso en el área médica, debido a que son livianos y poseen dimensiones pequeñas en muchos casos para usarlos en los cilindros de oxígeno, en comparación de los aceros.

La elección del acero inoxidable es adecuada cuando el fluido es corrosivo abrasivo o también cuando las temperaturas del fluido son altas, se tiene en consideración las condiciones de operación serán a altas temperaturas, tanto internas en el sistema como también en el ambiente, asimismo el plástico es utilizado para elementos desechables o de bajo mantenimiento y es comúnmente utilizado donde las presiones de operación no son demasiado grandes y presentando un bajo costo de compra.

También se debe tener en cuenta los materiales para sellado. Por su rango de compatibilidad con el fluido a sellar y los rangos de temperatura que este opera como por el ejemplo la Buna-n (goma de nitrilo, también denominada Perbunan o NBR,) es un material de sellado típico debido a sus características;

- Amplio intervalo de temperaturas.
- Fricción constante y elevada.

- Posee una elevada resistencia a la abrasión que puede alcanzar altas temperaturas.
- Más resistente a aceites y ácidos que la goma natural, aunque su resistencia y flexibilidad es mejor.
- Es tres veces más resistente a la perforación que la goma natural.

Al momento de elegir un regulador se debe tomar en cuenta las propiedades químicas que pasan el sistema, para hacer la correcta elección de materiales, debido a que cada fluido posee diferentes características por lo cual se debe siempre tener en consideración para seleccionar la válvula adecuada, así como los materiales del cual estará fabricado, se debe considerar la inflamabilidad, toxicidad u otras características dañinas que pueda tener el fluido al momento de elegir los materiales.

- Tipos de reguladores de presión: existen los reguladores mecánicos que usan la presión de trabajo en contra de un resorte para controlar la presión de entrada o de salida. Los reguladores con actuación eléctrica que se requieren para controlar los parámetros de un sistema de un controlador o de un sensor.

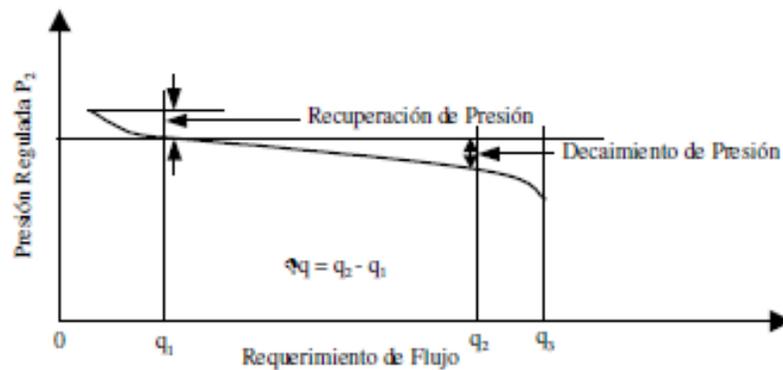
Los reguladores de presión tienen muchos estilos y aplicaciones dentro de los cuales se mencionará los dos tipos, los cuales varían dependiendo el área de aplicación ya que puede ser usados en refrigeración, compresores de aire para, para vapor en las calderas, neumática etc. Dependiendo el fluido y el sistema así será los tipos de reguladores que se podrán usar en su sistema. Entre los tipos que podemos mencionar están, auto operados y pilotados o accionados por fuentes externas:

- Reguladores auto operados: una de sus principales características es la cantidad de piezas móviles que este posee, con la particularidad de contar con un resorte como único ajuste presión en este estilo de reguladores, haciéndolo un sistema con una ventaja en labores y mantenimiento, así como desventajas operativas que podemos mencionar:
  - Desbalance: como se vio en la ecuación (3) un aumento en las fuerza en el resorte aumenta la presión en el sistema en la salida, así como cualquier variación que suceda en la entrada variaría, la presión de salida, esto es ocasiona por la relación de áreas que existe entre el diafragma y el área del tapón-orificio.
  - Decaimiento de presión: de acuerdo con la ley de Hooke el movimiento que imprime el vástago de la válvula comprime el resorte, modificando la fuerza que este transmite al diafragma. Este efecto tiene relevancia en los sistemas de alta presión donde se requiere una alta resistencia. Por lo cual se debe de cambiar el ajuste del resorte dado por el fabricante.
  - Error de medición: estos son ocasionado por los cambios de presión que genera el fluido, causando inexactitudes en medición de presión de la salida por parte del diafragma, que por ende varía la presión de ajuste del regulado.

Estas desventajas y defectos deben de considerarse en el diseño del regulador para proponer su compensación a la hora de seleccionar el regulador para cada caso.

- Regulador piloto: este tipo de regulador cuenta con un pequeño dispositivo el cual es también otro regulador que es utilizado como control del regulador principal, este cumple con la función de transmitir las pequeñas variaciones de presión, en grandes cambios aplicados sobre el instrumento de medida.

Figura 2. **Regulador piloto**



Fuente: RENDON, J. (2006). *Reguladores de presión*.

El incremento que ocurre en la presión de salida versus el cambio de presión que entrega el regulador principal se denomina ganancia. Este fenómeno permite al regulador piloto gran exactitud, gracias a que es capaz de contrarrestar las variaciones de presión que puede existir dentro del sistema. El diseño y desempeño de un regulador piloto permite altas capacidades de descarga haciendo uso de unas dimensiones reducida, para una buena operación, el piloto debe ser configurado y seleccionado acorde con el regulador principal.

El regulador piloto, por lo general, es un regulador pequeño y económico, comparado con el regulador principal. Esto permite una gran versatilidad para ajustarlo a parámetros que afectan el desempeño del sistema.

## **2.2. Reguladores de presión para granjas avícolas**

Los reguladores que se usan en la avicultura no son de gran complejidad en diseño instalación y mantenimiento, pero son importantes para mantener una presión constante dentro del sistema de agua para que no se dañen los bebederos automáticos tipo niple.

- Sistema de válvula flote: el flote es uno de los sistemas más simples para diversos equipos como lo son; tanques de gasolina de carros y motocicletas, en tanques de agua para almacenamiento, los tanques de agua del inodoro.

En la avicultura también se hace uso de este sistema ya que permiten que los bebederos automáticos no tengan que soportar la constante presión que genera es sistema de agua que se almacenada a una gran altura. La válvula de flote permite el flujo de agua a otro contenedor en el cual columna agua que este genera permite que los bebederos tipo niple trabaje en óptimas condiciones.

El funcionamiento de un flote es simple, consiste a que normalmente está conectado a una válvula, donde dependiendo el tipo de tanque puede llenarse del fluido que se desea almacenar (en el caso de las granjas avícolas el fluido es agua), una vez ingresa agua en el contenedor el flote espera a que el agua empieza a subir y la válvula que está conectada al otro extremo empieza a cerrarse sobre el tubo de cuando alcanza su nivel máximo.

La válvula de ingreso permanecerá cerrada hasta el momento en el que descienda el nivel de agua y el flote baje abriendo el paso de nuevo la velocidad con que lo haga dependerá del nivel de consumo que se le de agua dentro del sistema. Esto garantiza que siempre haya agua almacenada.

En algunos casos las avícolas no hacen uso de tanques de almacenamiento, sino que hacen una adaptación de cubetas donde solo se ajusta el flote lo cual en muchos casos genera obstrucciones del sistema de bebedero tipo niples, ocasionado por residuos de suciedad que lleva el agua.

- Características: evita que el agua sobrepase el nivel de llenado. Mantiene un funcionamiento progresivo. El nivel del agua se alcanza de un modo muy sencillo.
  
- Ventajas
  - Es un nivelador económico en comparación con otros.
  - La instalación es fácil.
  - Para el funcionamiento no necesita electricidad.
  - El mantenimiento que requiere es mínimo.
  
- Desventajas
  - En caso de algún fallo deben de cambiarse por lo que no tiene reparación.
  - De no ser correctamente seleccionado para el fluido a controlar puede deteriorarse y ocasionar un rebalse del líquido.

En algunos sistemas si utiliza transmisiones de señal para indicar el nivel dentro del tanque en carros y motos, permitiendo al conductor un control sobre el consumo de gasolina y cuando llenar el tanque de nuevo

- Regulador de presión de agua para aves de corral, bebederos para pollos

Figura 3. **Regulador de presión de agua AVIAS POULTRY**



Fuente: BERTSCH, G. (2019). *Calidad del agua en la producción avícola*. Consultado el 22 de octubre de 2020. Recuperado de <https://cutt.ly/tAARCV5>.

Este tipo de bebederos son de un enfoque directo para avícolas, así como puede ser utilizados para patos, gansos conejos y otros tipos de animales de corral, este dispositivo es diseñado para equipos de agua potable, líneas de flote y presión de agua ajustable, este tipo de reguladores son fabricados de plástico,

está provisto de columnas de visualización para una fácil lectura, estas son construidas de un material flexible y resistente.

Figura 4. **Columnas de visualización**



Fuente: Plason Lives stocks (2018). *Soluciones para bebederos avícolas*. Consultado el 22 de octubre de 2020. Recuperado de <https://docplayer.es/105183726-Soluciones-para-bebederos-avicolas.html>.

Poseen un regulador de línea intermedio para instalaciones que requieran una mayor longitud, un solo regulador es suficiente para proporcionar presión constante en toda la tubería.

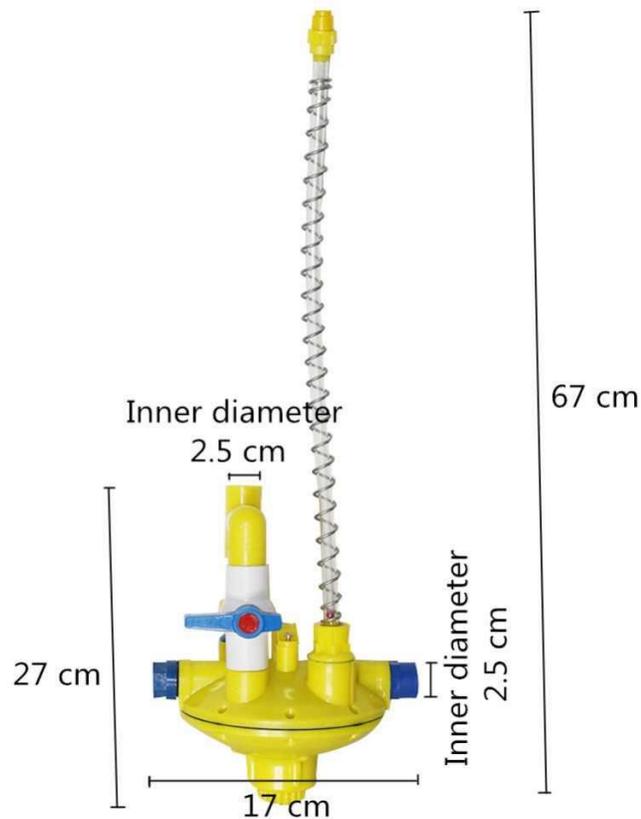
Figura 5. **Instalación intermedia en el sistema de tuberías**



Fuente: Impex (2021), *Sistemas cerrados de agua potable Impex para la ganadería*. Consultado el 22 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.impex.nl/es>.

- Dimensiones: en la figura 6 se muestran las medidas correspondientes al regulador de presión.

Figura 6. **Dimensiones regulador de presión de agua de AVIAS  
POULTRY**



Fuente: AliExpress.com (2021), *Fuente de agua potable para aves de corral*. Consultado el 22 de octubre de 2020. Recuperado de <https://es.aliexpress.com/i/32965403157.html>.

- Ventajas:
- Agua limpia y constante el cual permite un remplazo de válvulas, sin afectar al tubo de conducción de agua.
- Regulación de la presión del agua adecuada para diferentes sistemas.
- Altura regulable según la edad de crecimiento del ave
- Fácil montaje de la instalación.
- Estructura, sólida y ligera, con un mantenimiento mínimo.

- Menor índice de mortalidad por un suministro inadecuado de agua o bloque en el paso de agua al sistema de distribución.
- Ausencia de derrames de agua, que evita humedades indeseadas
- Ocupa un espacio más pequeño de instalación.

Desventajas: algunas de las desventajas que podemos mencionar sería las siguientes; valor de compra y centros de adquisición.

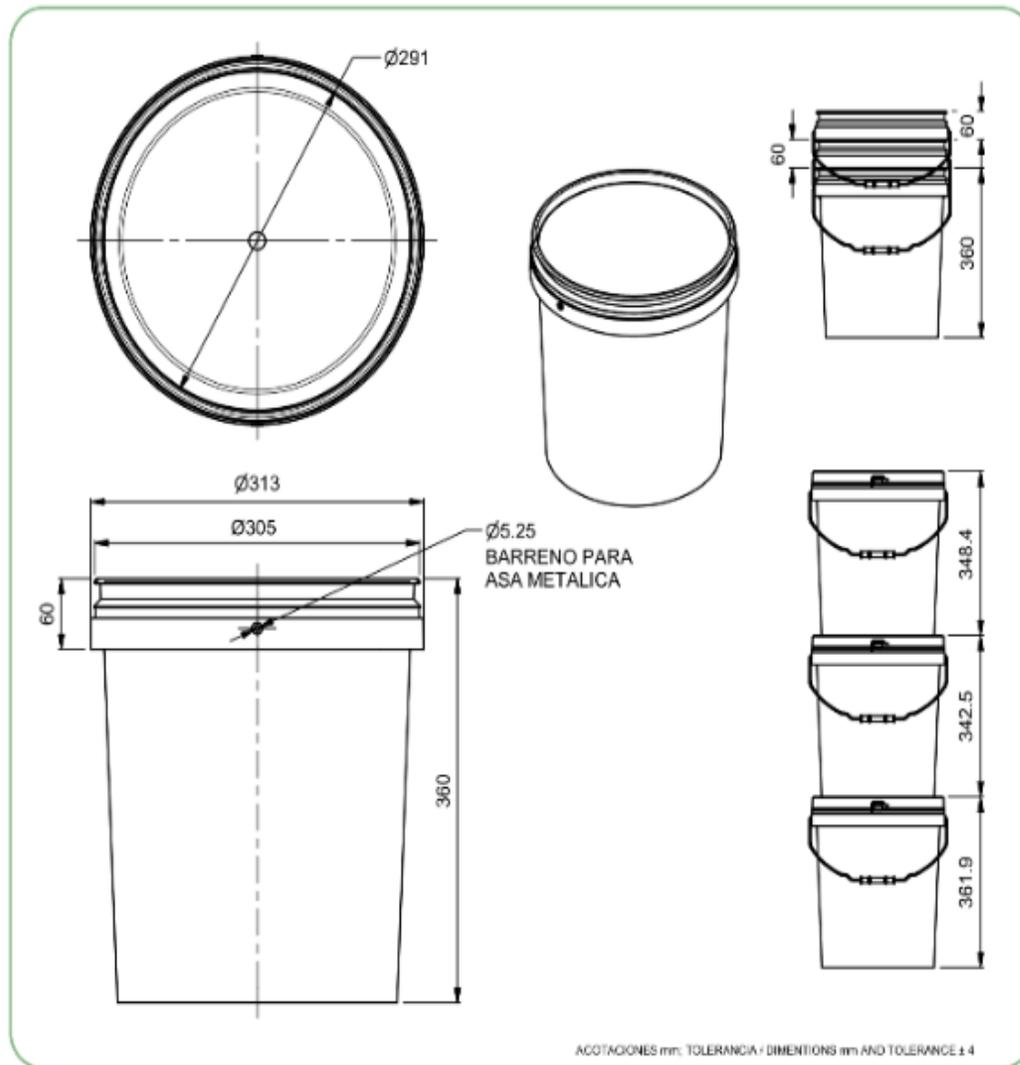
### **3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE REDUCTORES DE PRESIÓN PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA**

A continuación, se presenta las consideraciones de los aspectos necesario para el diseño y elaboración de todos los componentes que conforman reductores de presión, así como la inversión que estos conllevan para su realización.

#### **3.1. Diseño y componentes**

Al momento de seleccionar el diseño se toma en cuenta uno de los sistemas que es utilizado comúnmente en granjas avícolas, el cual consiste en hacer uso de un sistema conformado por un contenedor de agua (cubeta), el cual posee instalado un sistema de flote y a la vez se encuentra acoplado al sistema destinado a las aves. Se toma como base las dimensiones que éste ocupa tomando como ejemplo la figura (7) y la figura (8), siendo esta variable en lo que respecta al tamaño del recipiente (cubeta).

Figura 7. Dimensiones de una cubeta



Fuente: ALVEO, Trafiplastic (2022). *Cubeta con tapa y asa 19 litros*. Consultado el 01 de enero de 2022. Recuperado de <https://www.alveo.mx/product-page/cubeta-con-tapa-y-asa-19-litros>.

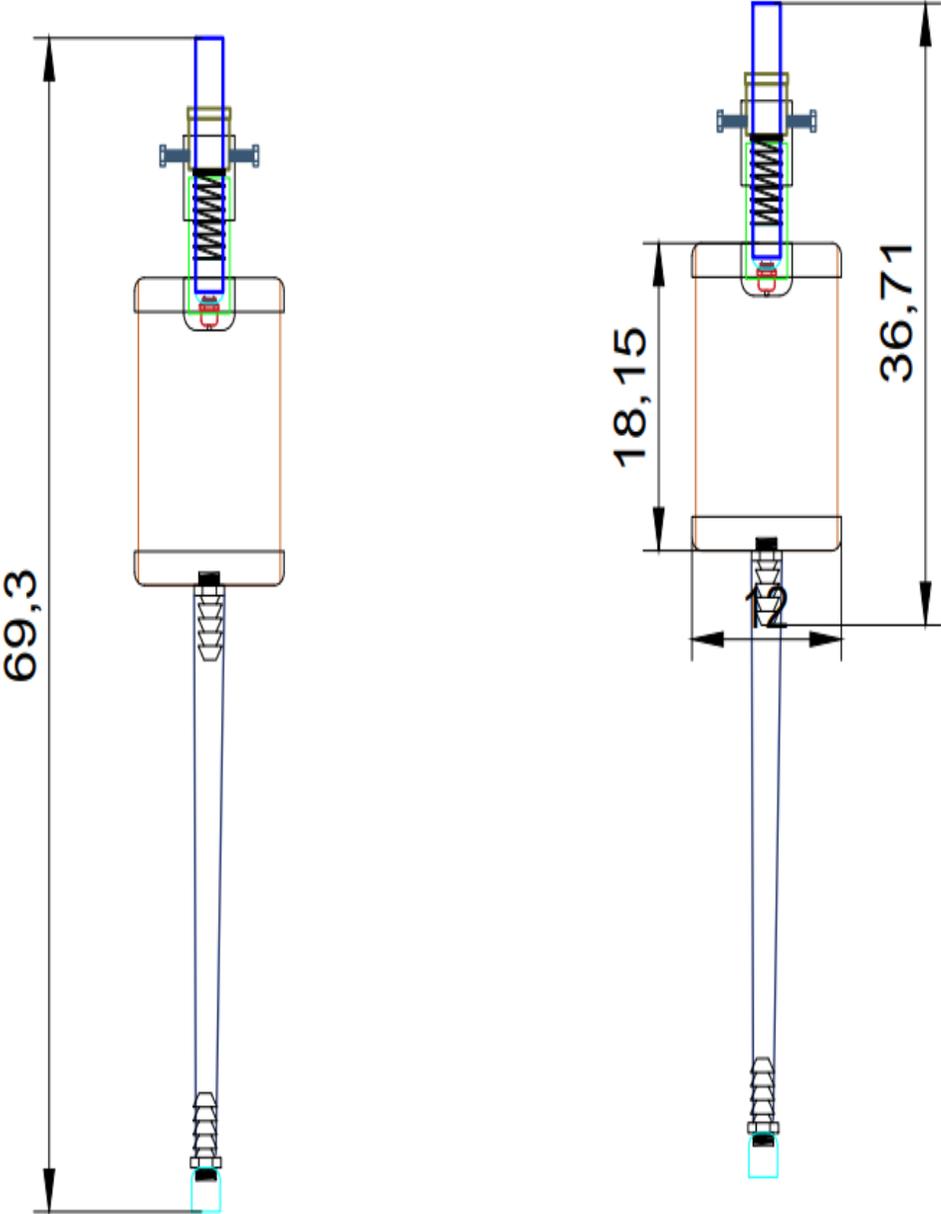
Figura 8. **Sistema de flote**



Fuente: Construcción Total (2021). *Sistema de válvula de flote*. Consultado el 01 de enero de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=c2gZ6lrep0Y>.

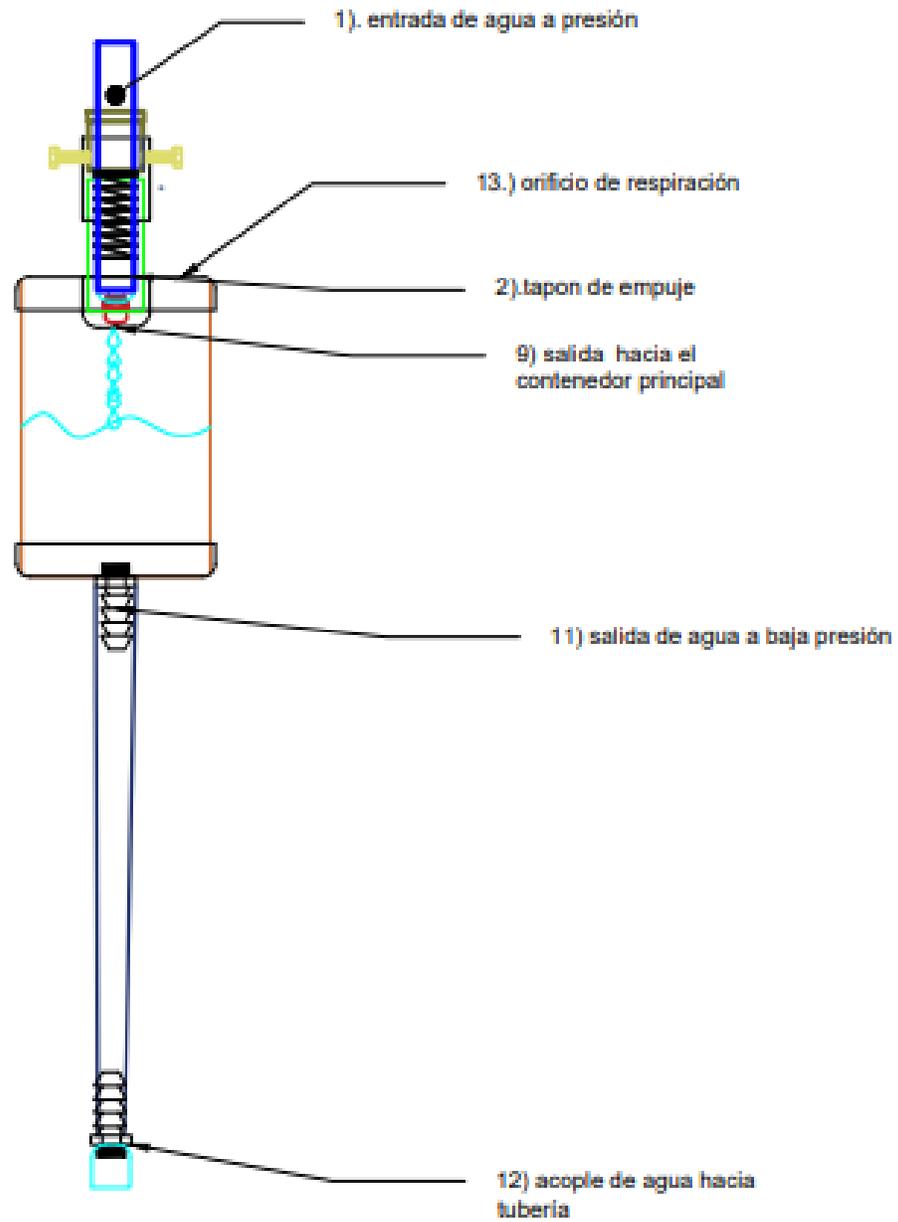
Con lo previamente mencionado se toma como una de las bases para el diseño de los reductores de presión que se muestra en figura 9., el cual ofrece dimensiones más pequeñas para reemplazar el uso del sistema de flote, esto implementa varios componentes que en conjunto permiten un suministro constante de agua evitando que la presión que viene antes de este equipo dañe los bebederos de las aves, lo que puede ocasionar daños desde el punto de vista que genera un ambiente con mucha humedad para los animales, así como pérdidas de agua que se reflejara en el consumo de nuestro dispensador principal, los elementos que conforman el reductor de presión se muestran en las figura 10 y 11.

Figura 9. Reductor de presión



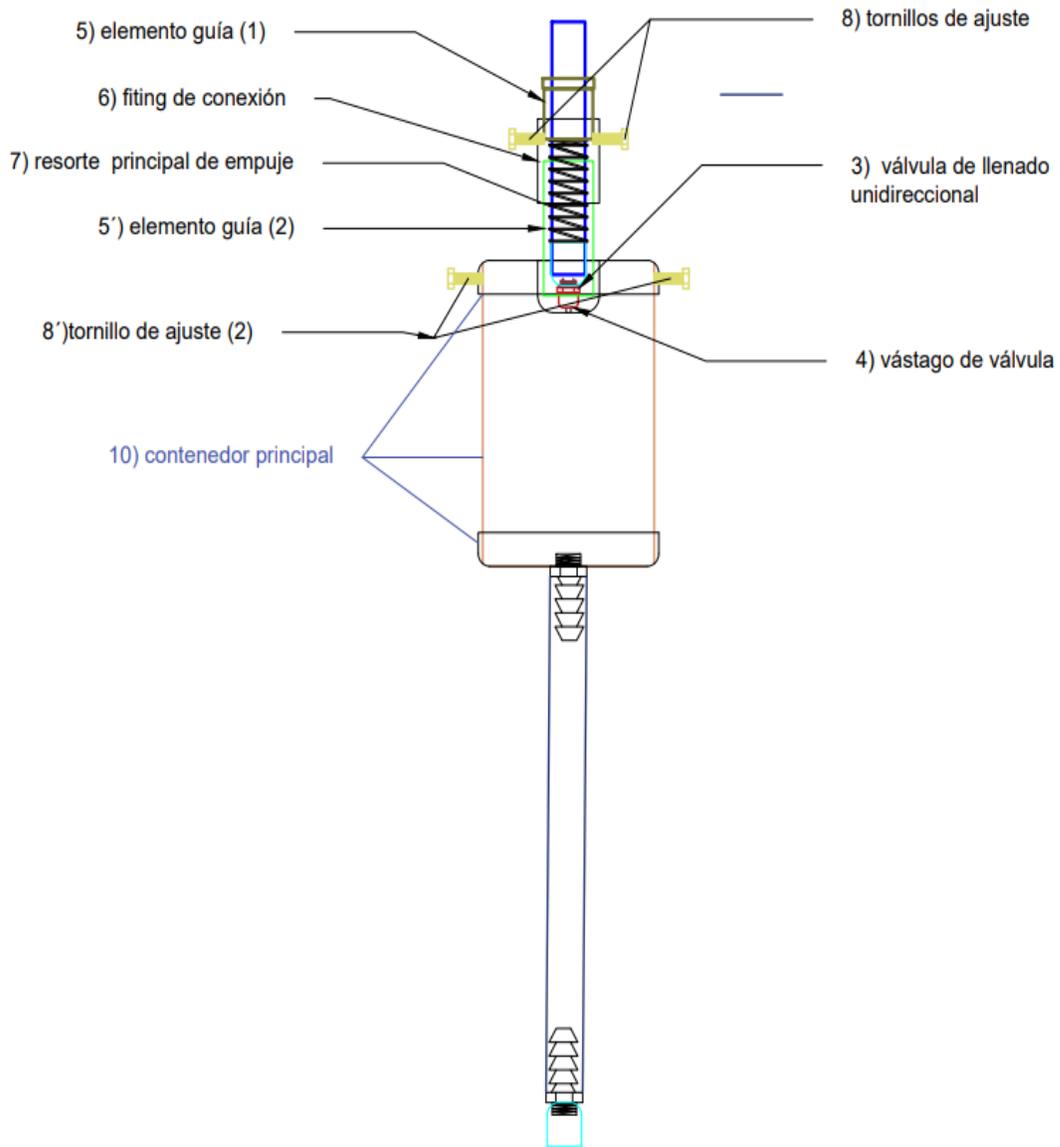
Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

Figura 10. Componentes del regulador de presión



Fuente: elaboración propia, realizado AutoCAD 2021.

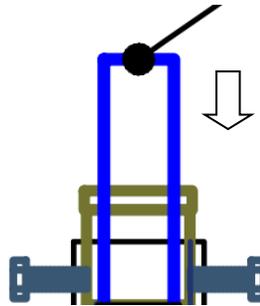
Figura 11. **Componentes del reductor de presión**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

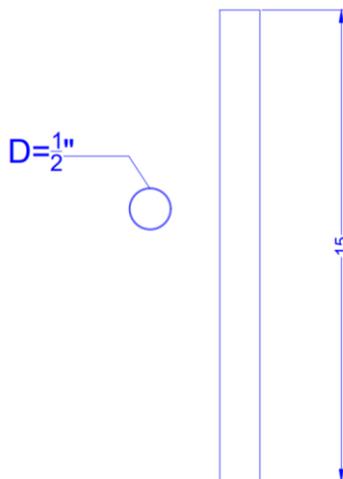
- Entrada de agua a presión: posee un diámetro de  $\frac{1}{2}$ " y una longitud de 18 cm por el cual circula agua desde el punto de suministro el cual puede ser un contenedor de diversas capacidades desde (500-2,000) L y con una altura máxima de posicionamiento de 10 m, variando la capacidad del recipiente de suministro acorde a las necesidades de la granja.

Figura 12. **Entrada de agua a presión**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

Figura 13. **Sección de entrada de agua**

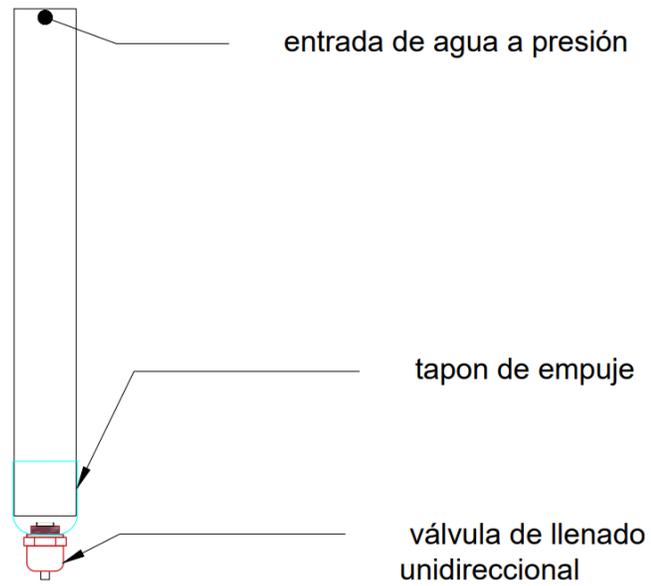


Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Tapón de empuje: con un diámetro de  $\frac{1}{2}$  ", está conectado a los que es una sección previamente descrita, en su parte inferior lleva una perforación del diámetro de la válvula unidireccional (niple), donde ira dicho elemento unido , el tapón de empuje recibe dos presiones:
  - La presión ejercida por la altura a la que se encuentre la fuente de suministro.
  - La presión ejercida por el resorte principal de empuje.

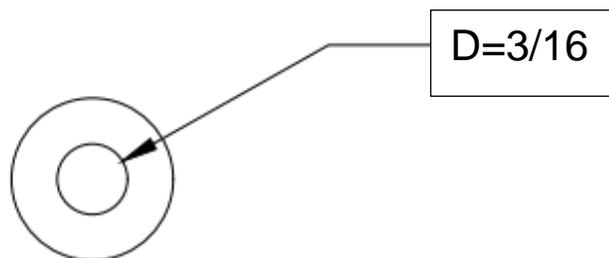
En conjunto con estas dos fuerzas abre paso a la válvula unidireccional, permitiendo el paso del caudal al sistema, en el momento en el cual se detiene el consumo de agua, la presión dentro del sistema empieza a incrementarse generando la presión necesaria para retroceder y detener el flujo de agua.

Figura 14. **Conjunto del tapón de empuje**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

Figura 15. **Diámetro de perforación para la válvula unidireccional**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Válvula de llenado unidireccional (Niple): dispositivo encargado de permitir el flujo de agua en una sola dirección el cual se ven accionado en el momento que la copla de empuje recibe las presiones previamente mencionadas, desplazando el vástago de dicho elemento el permite que circule el agua al contenedor principal y continúe su desplazamiento.

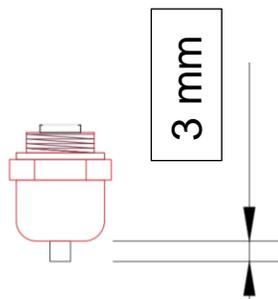
Figura 16. **Válvula unidireccional tipo niple**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Vástago de válvula: permite el flujo de agua dentro del niple el cual posee una carrera de 3 mm para permitir el flujo de agua dentro de la válvula de llenado.

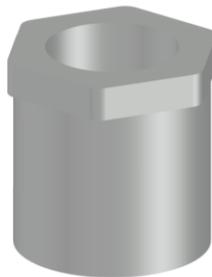
Figura 17. **Vástago de válvula**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

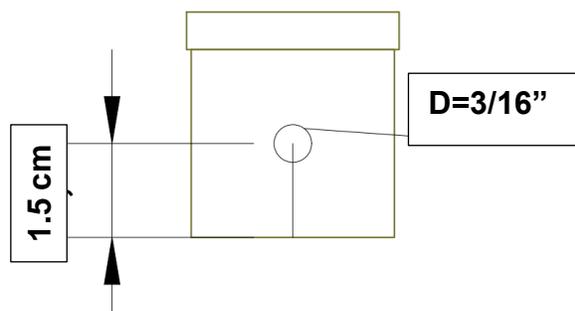
- Elemento guía (1): se tomó a consideración de un reductor de PVC 1"-1/2", por el cual se moverá través de él lo que es el tubo de PVC de 1/2" a por lleva agua, el reductor está unido al *fitting* de conexión mediante los tornillos de ajuste, lo cuales deben de mantener el reductor en una sola posición al estar en contacto con dos orificios que tiene a su costado con una diferencia de 180 ° y una profundidad aproximad de 2 mm, para que este genere una presión constante sobre el resorte principal de empuje.

Figura 18. **Reductor de PVC de 1"-1/2"**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

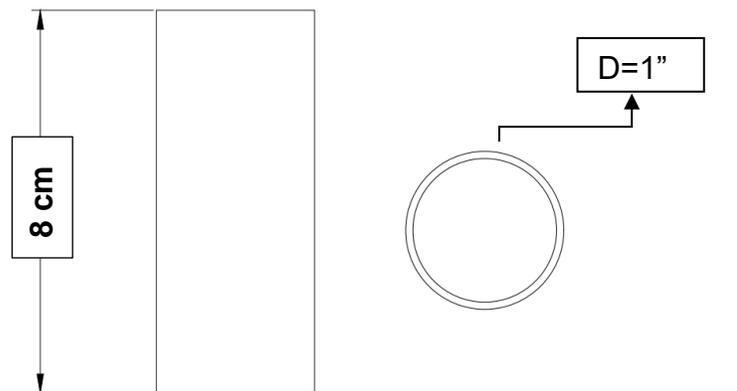
Figura 19. **Puntos de perforación**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Elemento guía (2): es extraído de una sección de tubo de 1" al cual se le da una distancia de 8 cm, el cual está conectado al *fitting* de conexión, tapadera de 4" y cople de 1" que permite la salida de agua hacia del contenedor principal, dentro del elemento guía se encuentran las siguientes partes, *fitting* de 1/2", resorte principal de empuje, cople de empuje y la válvula unidireccional.

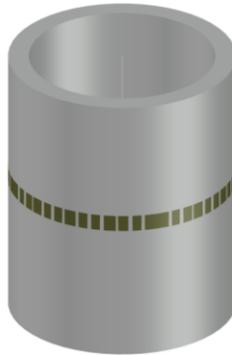
Figura 20. **Elemento guía 2**



Fuente: elaboración propia, realizado AutoCAD 2021.

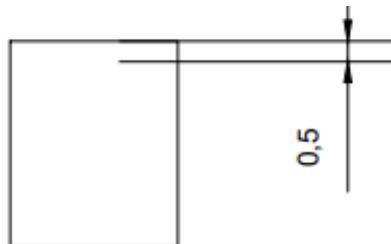
- Cuerpo de conexión: como su nombre lo indica dicho componente (se hace uso de una cople de PVC de 1"), permite conectar dos elementos los cuales son las guías 1-2 anteriormente mencionados, dentro de este lleva dos perforaciones destinadas para los tornillos de sujeción.

Figura 21. **Cuerpo de conexión**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2021.

Figura 22. **Distancia de perforación para los tornillos de sujeción**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2021.

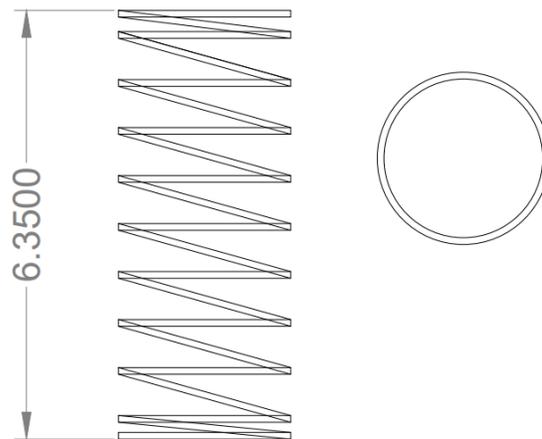
- Resorte principal de empuje: mantiene una fuerza constante sobre el tapón de empuje gracias al desplazamiento que le proporciona el elemento guía 1, el cual genera el movimiento del vástago de la válvula unidireccional y permite el flujo de agua, el cual posee  $D=1/2$  " y una altura de 2.5".

Figura 23. **Resorte principal de empuje**



Fuente: [Fotografía de Anthony García]. (Colonia Paraíso 2, Zona 18). Colección particular.  
Guatemala.

Figura 24. **Altura del resorte de empuje**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Tornillos de ajuste: los cuales poseen las siguientes medida 1/4" x3/4" son los encargados de mantener la sujeción de lo que es el reductor de 1"-1/2" (elemento guía) al *fitting* de conexión, y la tapadera de 4" al con contenedor principal.

Figura 25. **Tornillos de ajuste**



Fuente: EPA(2022). *Tornillos y clavos*. Consultado el 15 de enero de 2022. Recuperado de <https://gt.epaenlinea.com/hexagonal-g2-5-16x1-5u.html>.

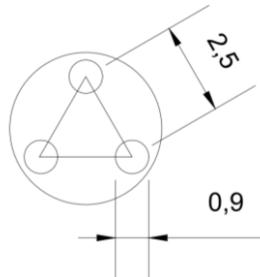
- Salida hacia el contenedor principal: se selecciona un tapón de 1" en el cual está unido a la tapadera de 4" y la guía 2 el cual cumple con la función de servir como tope para que la presión ejercida por el resorte empuje el vástago contra el tapón y fluya el agua, con tres orificios destinados para que el agua pase al contenedor principal. Los cuales se encuentra una distancian de 2.5 cm respectivamente formando un triángulo equilátero.

Figura 26. **Salida hacia el contenedor principal**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

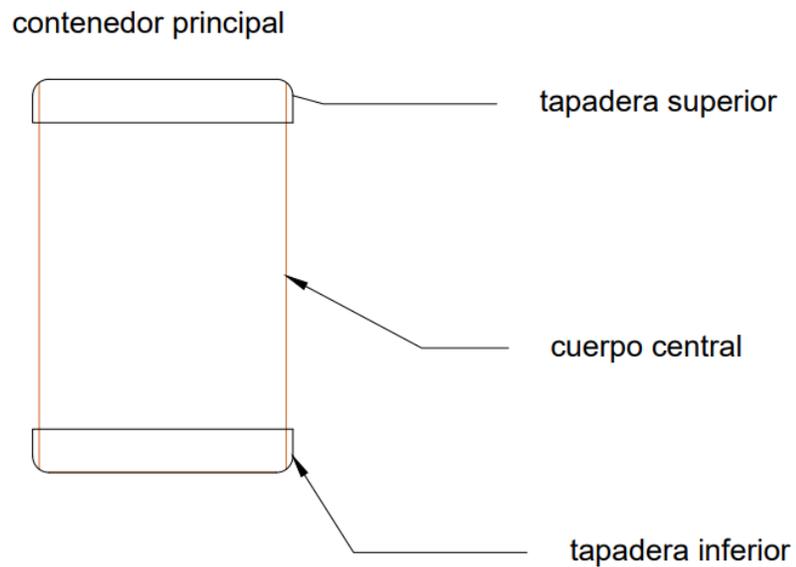
Figura 27. **Puntos de perforación para la circulación de agua**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Contenedor principal: está conformado por tres partes como se puede apreciar en la figura. 19.

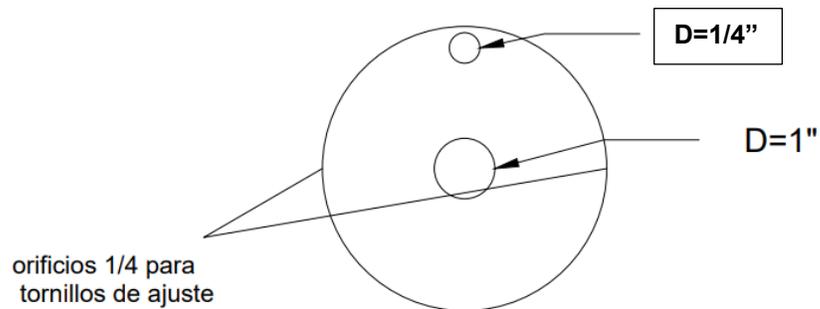
Figura 28. **Contenedor principal**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

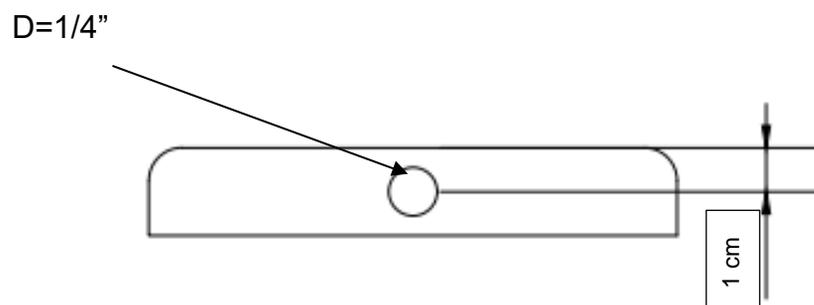
- Tapadera superior: posee un diámetro de 4", y un orificio de respiración de un 3/8" diámetro, el cual funciona como punto de conexión al contenedor principal, y los componentes hasta ahora mencionados el lleva dos perforaciones de un diámetro de 1/4" para poner los tornillos de sujeción a 1cm de distancia como de la superficie como se parecía en la figura 28.

Figura 29. **Tapadera superior de 4"**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

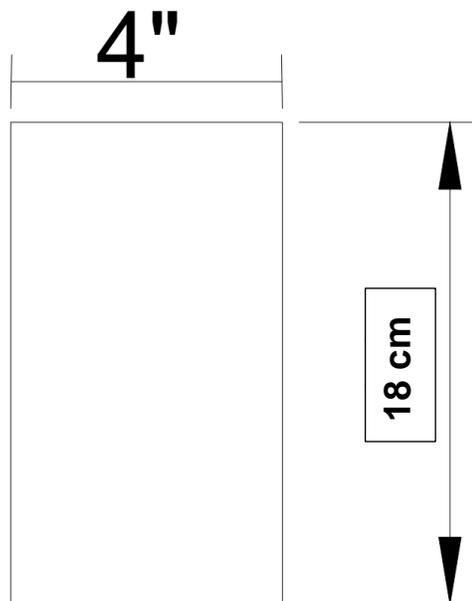
Figura 30. **Distancia de perforación para los tornillos de ajuste**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Cuerpo central: con una longitud de 18 cm y un diámetro de 4" sirve como recipiente principal para recibir el agua que viene del sistema y permitir almacenarla en el momento en que ya no haya flujo de agua, a esta sección se conectan la tapadera superior y la tapadera inferior.

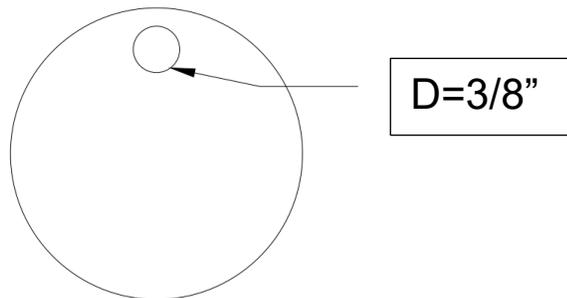
Figura 31. **Cuerpo central**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Tapadera inferior: Con un diámetro de 4" va acoplado a en la parte inferior del cuerpo central, en esta sección está el conector para la salida de baja presión, por lo cual lleva una perforación de un diámetro de 3/8".

Figura 32. **Tapadera inferior**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

- Salida de agua a baja presión: esta salida de agua es a través de un *fitting* de manguera tipo macho de 3/8 " se conecta por medio de una manguera industrial de 3/8 " al acople de tubería.

Figura 33. **Fitting para manguera tipo macho (salida a baja presión)**



Fuente: Ferretería Continental (2020). *Fitting tipo macho*. Consultado el 15 de febrero de 2022. Recuperado de <https://cutt.ly/jldKJOq>.

- Acople de agua hacia tubería: como su nombre lo indica conecta a lo que es el equipo de reducción de presión a los tubos que suministraran el agua necesaria a las aves, formado a partir de un tapón de  $\frac{1}{2}$ " y *fitting* de manguera tipo macho de  $\frac{3}{8}$  ".

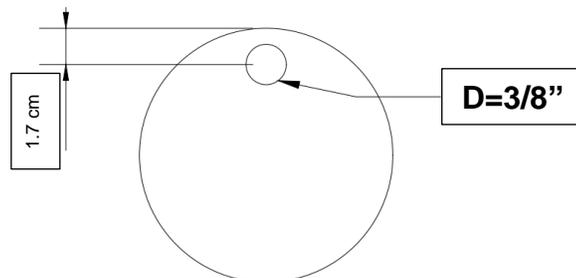
Figura 34. **Acople hacia tubería**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2021.

- Orificio de respiración: Con un diámetro de  $\frac{3}{8}$ " está ubicado en la tapadera superior del contenedor principal, a una distancia de 1.5 cm del borde su circunferencia, cumple con el trabajo de que se purgue el aire dentro del sistema durante el proceso de llenado de todo el sistema principal y se encuentre a la presión atmosférica.

Figura 35. **Orificio de respiración**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

### 3.2. Materiales

Se realizo un análisis de los materiales necesarios los cuales cumplirán con los estándares de funcionamiento en base a los diseños. Los cuales son los que se muestran en la tabla a), la cual brinda información de dicho material, así como sus características:

Tabla I. **Materia prima**

Material	Descripción
Tubo de PVC 4 "	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tubo: PVC</li><li>• Presión de trabajo: 160 psi</li><li>• Material: PVC (Policloruro de vinilo)</li><li>• Color: anaranjado</li><li>• Longitud: 6 metros</li><li>• Diámetro: 4 pulgadas</li></ul>
Tubo de PVC 1 "	<ul style="list-style-type: none"><li>• Material: Policloruro de Vinilo (PVC).</li><li>• Presión de trabajo: 250 psi</li><li>• Longitud: 6 m.</li><li>• Color: blanco</li><li>• Resistencia a la corrosión interna y externa</li></ul>
Tubo de PVC ½ "	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tubo: PVC</li><li>• Material PVC (Policloruro de Vinilo)</li><li>• Color Blanco</li><li>• Longitud: 6 metros</li><li>• Diámetro: ½ " pulgadas</li><li>• Presión de trabajo: 315 psi</li></ul>
Tapadera PVC 4 "	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tapón de PVC</li><li>• Pared gruesa</li></ul>
Tapón PVC ½ "	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tapón PVC</li><li>• Pared gruesa</li></ul>
Resorte de compresión de ½ " x 2 "	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resorte de compresión</li><li>• Diámetro: ½ "</li><li>• Longitud: 2 "</li><li>• Material: acero inoxidable</li></ul>

Continuación de la tabla I.

Copla de PVC 1 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copla de PVC</li> <li>• Diámetro: 1 1/16 "</li> </ul>
Niple bebedero de gallina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vástago maniobrable de 360°</li> <li>• Materiales: Vástago de acero inoxidable, resorte de acero inoxidable</li> <li>• Presión máxima que soporta. (aviNews, 11/11/2019)</li> </ul>
Tornillos de 1/4 " x 1/2 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: acero</li> <li>• Tipo de rosca: Rosca ordinaria</li> <li>• Resistencia a la tensión: 90,000 PSI mínima.</li> <li>• Carga: 60,000 PSI mínima</li> </ul>
Maguera industrial 1/2 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro: 1/2 "</li> <li>• Longitud: 1 metro</li> <li>• Temperaturas: 10° a 60° C</li> <li>• Fabricado en una sola capa de PVC</li> </ul>
Resorte de compresión de 1/2 " x 2 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• resorte de compresión</li> <li>• diámetro: 1/2 "</li> <li>• longitud: 2 "</li> <li>• Material: acero inoxidable</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Como se puede observar en la tabla anterior se presenta el listado correspondiente de materiales de los cuales se utilizarán para la elaboración de los reductores de presión. En la tabla II se presenta el listado de materiales los cuales son necesarios para la elaboración de los reductores de presión.

Tabla II. **Materiales para la elaboración de reductores de presión**

Material	Descripción
Broca de cobalto 3/16 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro 3/16 "</li> <li>• Broca de altas revoluciones.</li> <li>• Largo: 4 "</li> <li>• Material: Broca nitrurada al vacío</li> <li>• Gran resistencia al desgaste.</li> </ul>
Broca de cobalto 3/8 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro 3/16 "</li> <li>• Broca de altas revoluciones.</li> <li>• Largo: 4 "</li> <li>• Material: Broca nitrurada al vacío que previene la oxidación.</li> <li>• Gran resistencia al desgaste.</li> </ul>
Machuelo de 1/2 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: acero A.V.</li> <li>• Diámetro: 1/2 "</li> <li>• Angulo de cuerda: 60°</li> <li>• Cuerdas por pulgada: 20.</li> <li>• Fabricación de cuerdas estándar.</li> <li>• Empleado en materiales ferrosos y no ferrosos.</li> </ul>
Machuelo de 1/4 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: acero A.V.</li> <li>• Diámetro: 1/4 "</li> <li>• Angulo de cuerda: 60°</li> <li>• Cuerdas por pulgada: 20.</li> <li>• Fabricación de cuerdas estándar.</li> <li>• Empleado en materiales ferrosos y no ferrosos.</li> </ul>
Pegamento de PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes: Acetona, ciclohexanona, metiletilcetona (MEK) y tetrahidrofurano, reforzado con resina de PVC.</li> <li>• Diámetro máximo de aplicación: tubo de 6 "</li> <li>• Líquido viscoso, transparente</li> <li>• Contenido de resina: (17.5—19.5)%</li> </ul>
Lija para metal No.220	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden ser utilizados a mano, sobre bloques de goma.</li> <li>• Desbaste de masillas, pinturas automotrices, un otro material.</li> <li>• Aplicaciones: principalmente en metales, masilla y pintura.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.3. Proceso de manufactura

Con en el diseño previamente establecido en la sección 3.1 y los materiales necesarios para su elaboración seleccionados en la sección de 3.2 a continuación se describe el proceso de manufactura.

- Proceso de medición: acorde a las medidas establecidas en la sección 3.1, se procede a marcar los puntos de corte y perforación, en los materiales anteriormente descritos, en los cuales se dividen en componentes que son destinadas a corte y a perforación, los materiales, de los cuales las piezas que son sometidas a corte son los siguientes:
  - Tubo de PVC de ½ ”.
  - Tubo PVC de 1 ”.
  - Tubo para drenaje de PVC de 4 ”.

También se deja indicado los puntos de perforación acorde a el diseño en los siguientes accesorios.

- 2 tapones PVC de ½ ”.
  - 1 tapón PVC de 1 ”.
  - 1 copla PVC de 1 ”.
  - 1 tapadera de PVC 4 ”.
- Proceso de corte, perforado y elaboración de rosca: a continuación, se procede a realizar el proceso de corte para el cual se hace uso de una segueta para cortar la sección de los tubos de PVC se corta:

- Un niple PVC de ½" de 15 cm de largo.
- Un niple PVC de 1 " de 8 cm.
- 18 cm de tubo de drenaje de 4".

Posteriormente con el uso de un barreno en conjunto de las brocas 3/8" y 3/16" para hacer las perforaciones a los siguientes componentes.

- Guía 2 reductor de PVC 1"- ½" (haciendo uso de la broca de 3/16").
- Tapadera superior de PVC de 4" (haciendo uso de la broca de 1/8", para permitir el orificio de respiradero).
- Tapadera inferior de PVC de 4", se realiza una perforación con la broca de 3/8" el cual se dispone para la el *fitting* para manguera tipo macho.

Por último, en este proceso se manda a la sección de torno para que se realicen los trabajos los cuales son;

- Desbastar las paredes internas del reductor de PVC 1"- ½", para que pueda ingresar y desplazarse el niple de PVC de ½" dejándole un 1/254" de libertad.
- Realizar una perforación de un diámetro de 1" en la tapadera superior, para que pueda acoplarse el niple de PVC de 1".

- Proceso de ensamble: ya terminados los procesos anteriores se procede a realizar el procedimiento de ensamble en el cual primero se inicia con la sección que suministrara agua conformado por el niple de ½”, tapón de PVC de ½” y el niple bebedero de agua.
  - Se conecta el niple de PVC de ½” con el tapón de la misma medida.
  - Con un marcador permanente se indica la distancia deseada para el vástago del niple bebedero de agua para que posea un desplazamiento de 3 mm y se procede a cortarlo con corta alambre.
  - Se enrosca el niple con el tapón al cual previamente se le realizo la rosca interna mediante el uso de un machuelo.

Segundo con usando los accesorios, niple de 1”, copla de una pulgada, tapadera de PVC de 4”, y tapón de PVC de 1”. Esto conforma parte de la sección superior del reductor de presión de siguiente manera:

- Se conecta inicialmente el tapón de PVC al niple de 1” usando para esto pegamento para PVC.
- Se pasa la sección anteriormente menciona por la perforación de una pulgada echa en la tapadera de PVC de 4”, y se une aplicando pegamento para esta acción.
- Se aplica pegamento en el interior de la copla de 1”, y en el exterior del niple de 1”.

Tal y como se ha mencionado con esto queda formada la sección superior del reductor de presión, dentro de este componente ingresa con el resorte de empuje que se colocó a la sección de suministro el cual se impulsa al tapón de 1” gracias a la presión que ejerce el reducir de PVC al resorte y evita su retroceso mediante los tornillos de sujeción.

Posteriormente se arma la sección inferior haciendo uso de los siguientes elementos.

- 18 cm de tubo de drenaje de 4"(cuerpo central)
- Tapadera inferior de 4"
- 2 *fitting* para manguera tipo macho
- 40 cm de manguera industrial de ½"
- Tapón de PVC de ½"

Los cuales se conectan de la siguiente forma:

- Se enroscan los dos *fitting* para manguera a la tapadera de 4" y tapón de PVC respectivamente (al conectarse el *fitting* con el tapón de ½" forma el acople de agua hacia tubería).
- Se pega la tapadera de cuatro pulgadas al cuerpo central y mediante una manguera industrial de 3/8" se conectan la tapadera inferior y acople de agua hacia tubería.

### **3.4. Costos de producción**

En la tabla III se presenta el costo que corresponde a la materia prima necesaria para la elaboración un reductor de presión, tomando en cuenta el listado presentado en la sección 3.2 de la tabla I, la cual corresponde a la materia prima.

Tabla III. Costo de la materia prima

Material	Precio por unidad	Cantidad	Total
Tubo de PVC 4" (6m)	Q 130.00	1	Q 130.00
Tubo de PVC 1" (6m)	Q 50.00	1	Q 50.00
Tubo de PVC 1/2" (6m)	Q 30.00	1	Q 30.00
Tapadera PVC 4"	Q 17.00	2	Q 34.00
Tapón PVC 1/2"	Q 2.50	2	Q 5.00
Tapón de PVC 1"	Q 3.50	1	Q 3.50
Reductor de 1" - 1/2"	Q 5.00	1	Q 5.00
Copla 1 "	Q 3.50	1	Q 3.50
Resorte de compresión de 1/2" x 2"	Q 21.00	1	Q 22.00
<i>Fitting</i> de maguera tipo macho 3/8	Q 23.00	2	Q 46.00
Tornillos de 1/4" x 1/2"	Q 0.20	4	Q 1.00
Niple (bebedero de gallina)	Q 2.00	1	Q 2.00
Maguera industrial 1/2"	Q 6.00	1	Q 6.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

También se considera el costo de materiales de los cuales se hacen uso durante el proceso de manufactura el cual se observa en la tabla IV) tomando en consideración los datos proporcionados en la tabla II) de la sección 3.2, la compra de estos elementos no se realiza de forma constante, por lo cual se considera la compra de dichos elementos en hasta en el momento que cumplen su tiempo de vida útil , adicionalmente se toma en cuenta los costos en el proceso de torno para la cambiar las dimensiones originales del material y llevarlo a las medidas establecidas en el diseño.

Tabla IV. **Costos de materiales para elaborar reductores de presión**

<b>Materiales para el trabajo</b>	<b>Costo</b>
Broca de 3/16"	Q 20.00
Broca de 3/8"	Q 40.00
Machuelo de 1/4"	Q 25.00
Machuelo de 1/2"	Q 45.00
Lija para metal (220)	Q 5.00
Segueta de sierra	Q 12.00
Pegamento para PVC 1/4 de galón	Q 35.00
total	Q182.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

El trabajo que se realiza en el torno es para ajustar las dimensiones del reductor de PVC de 1" - 1/2" y la perforación en una de las tapaderas de 4" a para que pase el niple de 1", en el cual se debe se usa el buril para dejar la sección del reductor a un diámetro de media plg. el costo de proceso de torno es de "Q 18.00" (Mintrabajo,2022).

De la materia prima, se estima el valor acorde a las dimensiones presentadas en su diseño previamente señalada en la sección 3.1. En la tabla V representa la tabla de costos por accesorios y tabla VI el costo del trabajo realizado por el torno.

Tabla V. **Costos de accesorios para elaborar un reductor de presión**

Material	cantidad	Precio
Tapadera de 4"	2	Q 34.00
Maguera industrial (0.5m)	1	Q 3.00
Tapón de 1/2"	2	Q 5.00
Tapón de 1"	1	Q 3.50
Reductor de 1" - 1/2"	1	Q 5.00
Copla 1 "	1	Q 3.50
Resorte de compresión de 1/2" x 2"	1	Q 21.00
<b>Fitting</b> de maguera tipo macho 3/8	2	Q 46.00
Tornillos de 1/4" x 1/2"	4	Q 1.00
Niple (bebedero de gallina)	1	Q 1.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla VI. **Servicios de torno**

Servicio de torno	Precio
Cambio de dimensiones de reductor de PVC para paso libre de tubo de 1/2"	Q 18.00
Perforación de 1" en la tapadera superior de 4"	Q 2.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En la tabla VII se muestra el costo que para la fabricación de un solo reductor de presión tomando en cuenta el listado de precios presentados en las tablas, V y VII.

Tabla VII. **Costos de fabricación de un reductor de presión**

Componentes del reductor de presión	Precio
Nipple de 1"	Q 0.67
Nipple 1/2"	Q 0.75
Nipple de 4"	Q 3.90
Tapadera de 4"	Q 34.00
Maguera industrial	Q 3.00
Tapón de 1/2"	Q 5.00
Tapón de 1"	Q 3.50
Reductor de 1" - 1/2"	Q 5.00
Copla 1 "	Q 3.50
Resorte de compresión de 1/2" x 2"	Q 21.00
<b>Fitting</b> de maguera tipo macho 3/8	Q 46.00
Tornillos de 1/4" x 1/2"	Q 1.00
Niple (bebedero de gallina)	Q 1.00
Servicio de torno	Q 20.00
Mano de obra	Q 7.00
<b>Total</b>	<b>Q 156.86</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 3.5. Aplicaciones

El manual de reductores presión posee como enfoque principalmente se destina su uso para controlar la presión dentro de los sistemas de distribución de agua de las granjas avícolas con el fin de poder presentar una alternativa en el mercado, reduciendo perdidas tanto de agua, así como del dinero que este ocasionaría. Su aplicación principal en granjas avícolas como se ha descrito anteriormente. Se considera con un desarrollo a futuro como una alternativa de compra para la válvula de flote que es utilizado en tanques sanitarios, tinacos contenedores (Rotoplas) entre otras.



## **4. EVALUACIÓN DE LOS REDUCTORES DE PRESIÓN Y LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

### **4.1. Evaluación costos de producción**

Para poder realizar la evaluación de costos en el proceso de producción, se consideran los valores anteriormente descritos en la sección 3.4, por lo cual se procedió a realizar un análisis del capital invertido para poder elaborar una unidad en el cual se dividirá en; precio de la materia prima, costo de mano de obra y costo de trabajo en torno.

- Precio de la materia prima: los precios de la materia prima varían dependiendo del lugar en el cual compran, el cual puede ser desde una ferretería local hasta una distribuidora como puede ser la empresa Distribuidora Poliducto P.V.C. S.A.

Para el análisis de valor de la materia prima solo se consideraron los precios de la tubería de PVC de 4", 1" y ½", cotizados cuatro distribuidores diferentes, los cuales son CEMACO, Ferretería Campos, Ferretería Gonzales y Distribuidora Poliducto P.V.C. S.A., a continuación, se presentan los datos recopilados en la tabla VII.

Tabla VIII. **Precio de tubería de PVC**

Materiales	Precio			
	CEMACO	Distribuidora poliducto	Ferretería Gonzales	Ferretería Campos
Tubo PVC 4" (6m)	Q 172.00	Q 140.00	Q 130.00	Q 135.00
Tubo PVC 1" (6m)	Q 49.00	Q 47.00	Q 50.00	Q 53.00
Tubo PVC ½" (6m)	Q 28.14	Q 29.00	Q 30.00	Q 33.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En la tabla VIII, muestra variación de precios de un mismo producto en diferentes puntos de venta, por lo cual uno de los criterios que se tomó para su compra es la distancia del centro de elaboración y el punto de venta, de los cuales solamente la Ferretería Gonzales y la Ferretería Campos cumplen con este punto de vista, se procederá a escoger un distribuidor diferente en el momento que la demanda de reductores sea lo suficientemente grande para requerir la compra en masa de dichos materiales en el cual se seleccionara el que presente mejores condiciones de venta de materiales.

Se procede a hacer un análisis del número piezas que se pueden fabricar por seis metros de tubería, así como el valor proporcional de una sola pieza, en el cual el tubo de 4" determina el número de reductores de presión que se pueden elaborar y por consecuente cantidad los accesorios que con lleva cada unidad, se consideran las medidas establecidas de las secciones 3.1 y lo valores presentados en la sección 3.4. A continuación se calcula el número de unidades utilizando la ecuación (5) y se hace uso de la ecuación (6) para el costo proporcional de la longitud original de la tubería con respecto a la longitud establecida en su diseño, los valores obtenidos del número de piezas y el valor proporcional de las tuberías de se representan en las tabla IX y la tabla X.

(Ecuación N°5)

$$Co = \frac{Lo}{Ld}$$

Donde:

Lo= Longitud original de la tubería

Co= Cantidad de cuerpos centrales.

Ld= Longitud de diseño

(Ecuación N°6)

$$Pp = \frac{Pc * Ld}{Lo}$$

Donde:

Pp= Precio proporcional

Pc= Precio de compra

Ld= Longitud de diseño

Lo= Longitud original de la tubería

Cálculo del número de piezas de la tubería de 4"

Datos:

Lo=6 m

Dd=0.18 m

$$Co = \frac{6}{0.18} = 33.33 \approx 33 \text{ unidades}$$

Cálculo del valor proporcional de la tubería de 4"

Datos:

Pd=?

Pc= Q 130.00

Lo= 6m

Ld= 0.18

$$Pp = \frac{Q130.00 * 0.18m}{6 m} = Q3.90$$

Tabla IX. **Piezas obtenidas por cada 6 m de tubería**

Material	Longitud (m)	Unidades
Tubo de PVC 4"	0.18	33
Tubo de PVC 1"	0.15	40
Tubo de PVC 1/2"	0.08	75

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla X. **Costos proporcionales con respecto a las tuberías**

Material	Longitud(m)	Precio (Q)
Niple de 1"	<b>0.08</b>	<b>0.67</b>
Niple 1/2"	0.15	0.75
Niple de 4"	0.18	3.90

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Costos de mano de obra: el precio de mano de obra en conformidad con el Acuerdo Gubernativo N.º 278-2021 publicado en el Diario de Centroamérica el 17 de diciembre de 2021 establece que un día laboral para el sector no agrícola es de Q 97.29, equivalente a Q 12.16 la hora. Considerando un tiempo de elaboración de media hora por unidad se calcula el precio de mano de obra por medio de la siguiente ecuación:

(Ecuación N.º 8)

$$V_m = \frac{S_h}{T_m}$$

Donde:

$V_m$  = Valor de manufactura

$S_h$  = salario por hora

$T_m$  = Tiempo de manufactura

Cálculo de valor de manufactura

$$V_m = \frac{12.16 \text{ Q/h}}{0.5h} = 6.08$$

- Costo del trabajo de torno: los precios manejados por el servicio de torno acorde a la tabla VI de la sección 3.4, estos valores pueden variar acorde a la demanda unidades que se deban trabajar, por lo cual se deja a un precio por 10 piezas en adelante de Q 16.00 por cambio de dimensiones del reductor de PVC y Q 1.00 por perforación en la tapadera superior.

## 4.2. Evaluación de eficiencia de producción

La eficiencia en los sistemas de producción son un punto determinante para la capacidad de satisfacer la demanda del mercado, entregando un producto que ofrece un servicio de calidad. A continuación, se presentan las consideraciones evaluadas durante el proceso de manufactura:

- Tiempo de elaboración: depende de la persona que está a cargo de su fabricación, el cual en promedio se debe realizar en 30 min.
- Mano de obra: capacidad y habilidades de la persona de armar un reductor de presión haciendo uso de todas las herramientas necesarias en un tiempo establecido de 30 min.
- Herramienta utilizada: las herramientas utilizadas fueron seleccionadas acorde a las necesidades que se presentan, por lo cual se utilizan en un buen estado de uso y al momento que cumple su ciclo de vida se reemplaza por uno nuevo para no afectar el tiempo de fabricación.

Con lo anteriormente descrito el proceso de manufactura, una elaboración capaz de cubrir las demandas actuales, se considera que al momento de incrementarse el número de ventas se tomarían las siguientes consideraciones:

- Aumentar el número de trabajadores: la elaboración de un reductor de presión se realiza actualmente por una persona, por lo cual al momento de incrementar el número de unidades por día se tomará en consideración la contratación de más empleados.
- Automatización del proceso de manufactura: cual consiste en la en la implementación de equipos que permitan faciliten el proceso de

fabricación de diferentes elementos, el cual reducirá el tiempo de elaboración mejorando la eficiencia en su manufactura.

#### 4.3. Impacto en el mercado actual

Un solo reductor de presión es suficiente para proporcionar presión constante en toda la tubería, en la ficha técnica despliega información necesaria que debe de conocer el comprador al momento que adquiere el equipo, el cual se presenta al mercado con a un precio de venta de Q 230.00.

Figura 36. **Ficha técnica**

##### REDUCTOR DE PRESION PARA GRANJAS AVÍCOLAS



Especificaciones  
Presión máxima: 25psi  
Caudal:  $15\text{cm}^3/\text{s} - 45\text{cm}^3/\text{s}$

Para su instalación se debe de seguir de los siguientes pasos:  
Acoplar a la tubería principal al niple superior de  $\frac{1}{2}$  plg del equipo.  
Dependiendo diámetro de su tubería, puede realizar la conexión haciendo uso de una copla del mismo diámetro que el niple del equipo, sino hacer uso de un reductor de PVC.

Conectar el acople del reductor hacia la tubería de su sistema que alimenta a las aves el cual debe de ser de  $\frac{1}{2}$  plg.

**Recomendación**  
Se recomienda hacer uso de un filtro de agua entre su sistema de suministro y el reductor de presión.  
No conectar el dispositivo si el nivel del contenedor de suministro excede los 15 m tomando en cuenta la altura del contenedor.

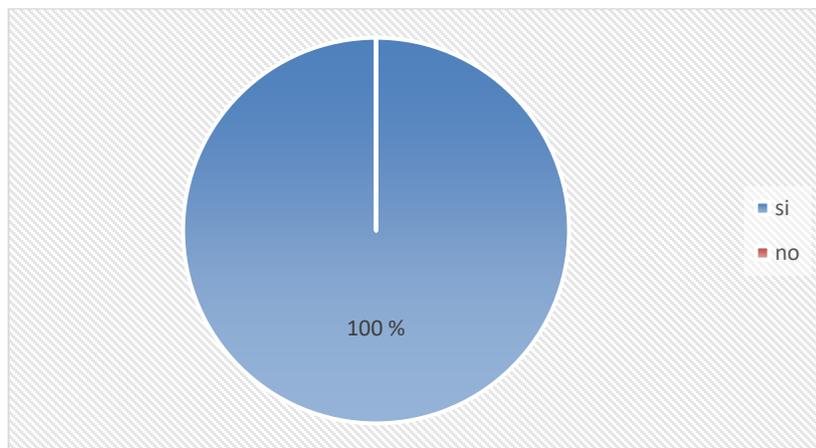
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft PowerPoint.

Para poder evaluar el impacto en el mercado del reductor de presión, se procedió a realizar una encuesta de forma virtual enviándose a un pequeño porcentaje de los clientes que adquirieron un reductor de presión. En el cual se realizó por medio de Google Forms con la finalidad de evaluar el nivel de aceptación y satisfacción, con el producto adquirido.

A continuación, se presenta la información los resultados obtenidos de forma gráfica, la evaluación consta de una serie de 5 preguntas las cuales evalúan varios puntos, de los cuales se puede mencionar presentación, precio, calidad del producto adquirido entre otros.

- ¿El precio de reductor de presión es acorde a los servicios que ofrece? El 100 % de las personas encuestas se encuentran satisfechos con el precio de adquisición, y el funcionamiento en su sistema es acorde a lo que le cliente esperaba al comprarlo.

Figura 37. **¿El precio de reductor de presión es acorde a los servicios que ofrece?**

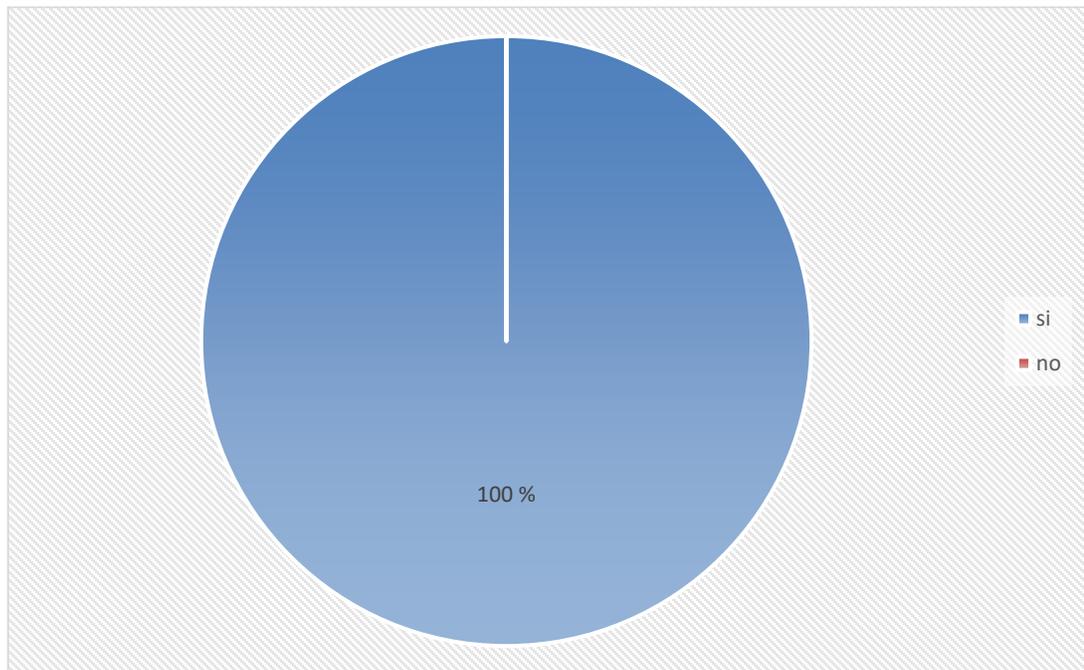


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- ¿Considera de como una buena opción la compra de un reductor de presión para su granja avícola? El 100 % de las personas encuestas consideran que el reductor de presión representa una buena elección en el mercado avícola en el cual no se dispone de una gran variedad para su elección.

- 

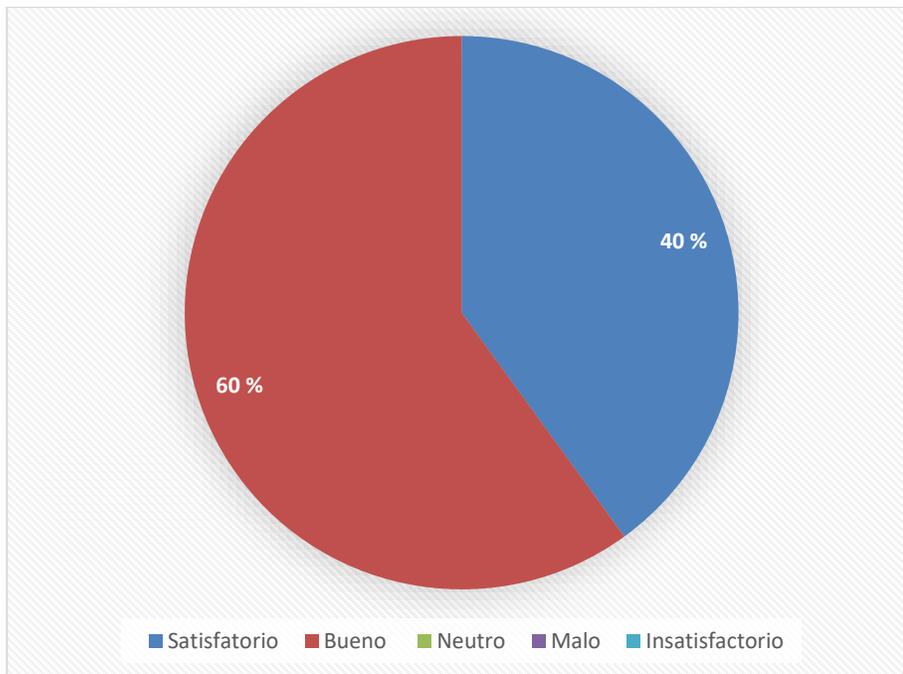
Figura 38. **¿Considera de como una buena opción la compra de un reductor de presión para su granja avícola?**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- ¿Cómo calificarías la experiencia en general usando el reductor de presión? El 40 % de los encuestado demuestran que la compra del equipo ha sido satisfactoria durante su tiempo de uso, y el 60 % lo consideran un equipo bueno en su ámbito de trabajo.

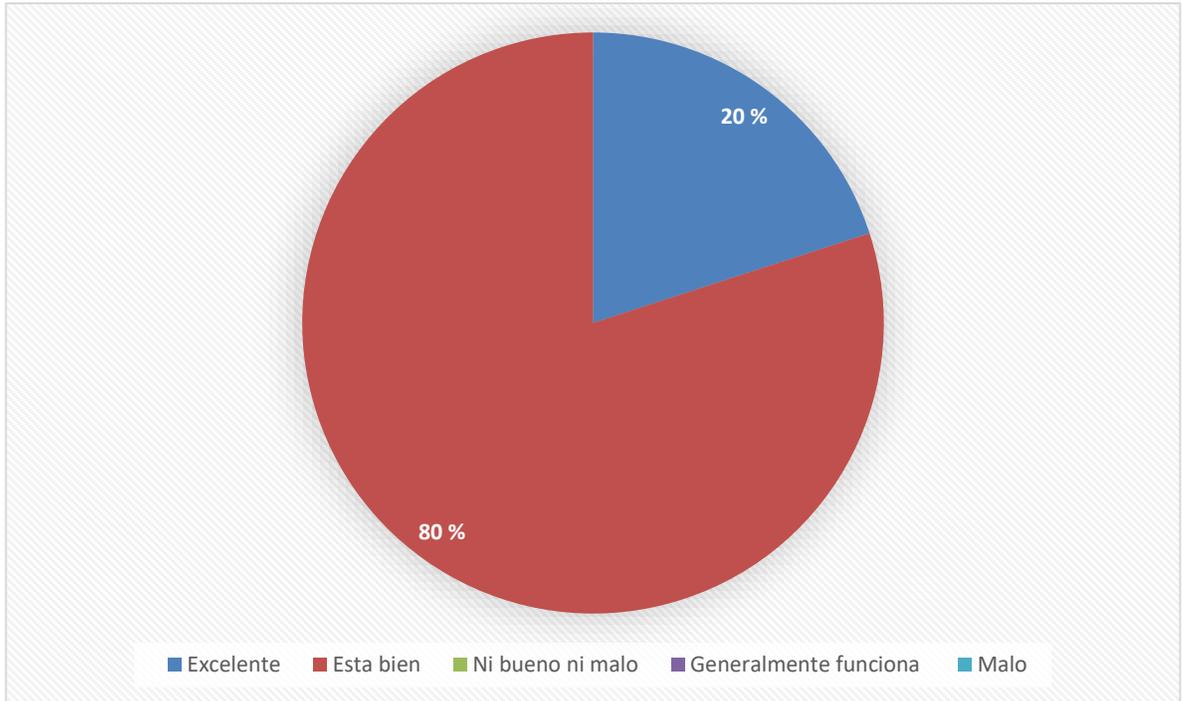
Figura 39. **¿Cómo calificarías la experiencia en general usando el reductor de presión?**



Fuente: elaboración propia, realiza con Microsoft Excel.

- ¿Cómo describirías el funcionamiento del reductor de presión? El calificativo obtenido por las personas que adquirieron el reductor se dividen en 60 % lo consideran que posee un funcionamiento bueno y un 40 % le dan un calificativo de excelente acorde a las presentaciones que este ofrece.

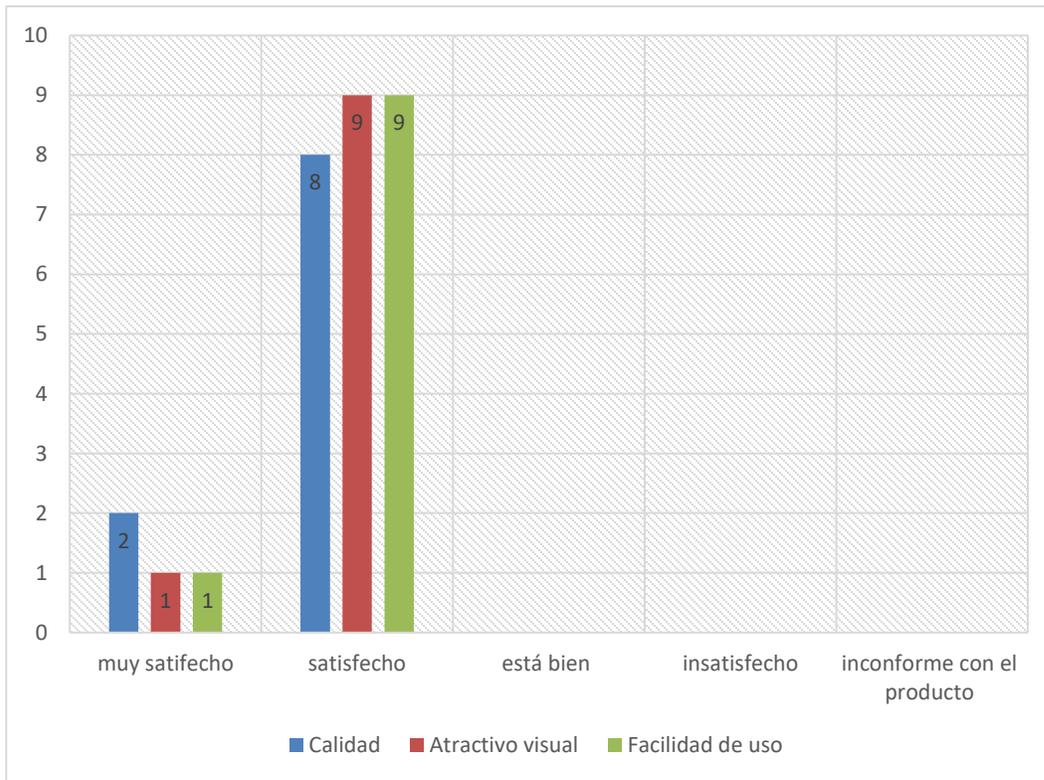
Figura 40. **¿Cómo describirías el funcionamiento del reductor de presión?**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- ¿Cómo calificarías el reductor de presión en las siguientes áreas? En este se califica diferentes aspectos de las cuales los clientes destacaron calidad del producto adquirido, atractivo visual, y facilidades de uso en los sistemas de agua, en la figura 41 se representa las opiniones de lo anteriormente dicho, en los cuales destacan el resultado del cliente satisfecho con el producto adquirido.

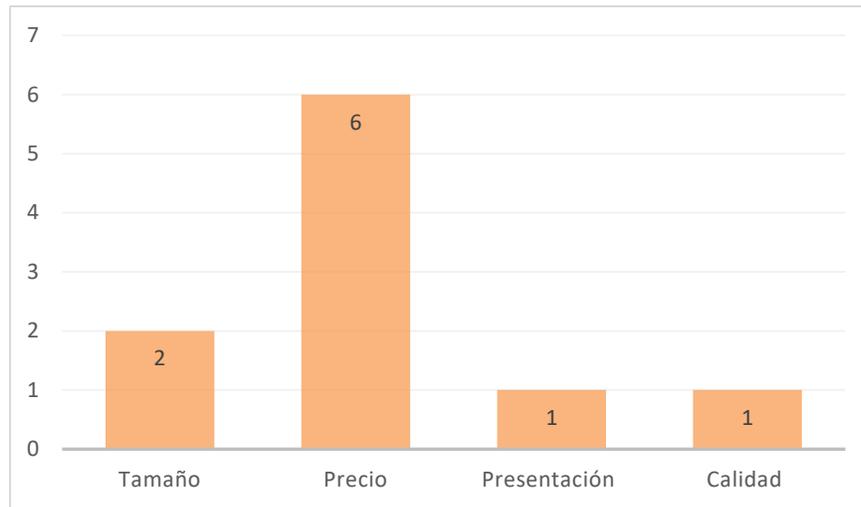
Figura 41. **¿Cómo calificarías el reductor de presión en las siguientes áreas?**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- ¿Cuáles son las características que más le gustaron del reductor de presión? Las cualidades en las que se enfocan los compradores varían acorde a sus gustos y uso de aplicación debido a que la aplicación en general será la misma, de las cuales destacan los resultados que se presentan en la figura 41.

Figura 42. **¿Cuáles son las características que más le gustaron del reductor de presión?**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Acorde a los resultados en las preguntas realizadas, reductor de presión para dispensadores de agua en granja avícola se ha posicionado en el mercado como un producto nuevo, el cual es capaz de satisfacer el control de presión de agua en los sistemas de agua que se utilizan en las granjas avícolas, por un precio más accesible, en el cual las prestaciones que ofrece son idóneas para dicho campo de uso.



## CONCLUSIONES

1. En Guatemala se comercializa y produce una diversidad de reguladores de presión para diversos sectores de la industria, acorde a la información recopilada el crecimiento del uso reguladores para la industria avícola indica que no se encuentra una entidad destinada para su producción y distribución en el país, por lo cual para adquirir un regulador de presión es contactando a las empresas que se dedican a la avicultura e importa dicho dispositivo.
2. Consecuente a la investigación sobre los tipos de reguladores de presión que se manejan en Guatemala, estos poseen la misma finalidad el cual como su nombre lo indica regula presión dentro de un sistema, variando su diseño, y capacidad de trabajo, acorde al fluido y la labor que vaya a desempeñar.
3. Para realizar la elaboración de un reductor de presión se tomó en cuenta, un diseño compacto, con el uso de materia prima que permite un proceso de manufactura sencillo y eficiente, en consecuencia, se presenta un equipo con la característica de calidad, precio y funcionalidad, con el cual se ofrece al mercado de granjas avícolas.
4. Acorde con los análisis realizados, se determina que el campo de los reductores de presión presenta un campo amplio de mejora tanto para la satisfacción de los clientes, así como la automatización a un proceso mediano el cual este será determinado por la demanda de compra.



## RECOMENDACIONES

1. Presentar un nuevo producto o servicio, se debe recopilar información sobre que entidades brinda los mismos servicios o productos similares, y que condiciones de calidad manejan para desarrollar un dispositivo que presente nuevas condiciones de innovación las cuales pueden ser desde precio, calidad o servicios presentados.
2. Utilizar la información recabada sobre los usos y aplicaciones en el cual se enfoca nuestro producto, para desarrollar un diseño que cause el impacto deseado en el mercado, ya sea por los servicios que brindan o su innovación en diseño.
3. Cualquier posibilidad de un uso inadecuado, debe de ser considerados desde el diseño, corroborado en su fase de prueba, adicionalmente se debe señalizador e indicar en la información del producto para evitar cliente insatisfechos.



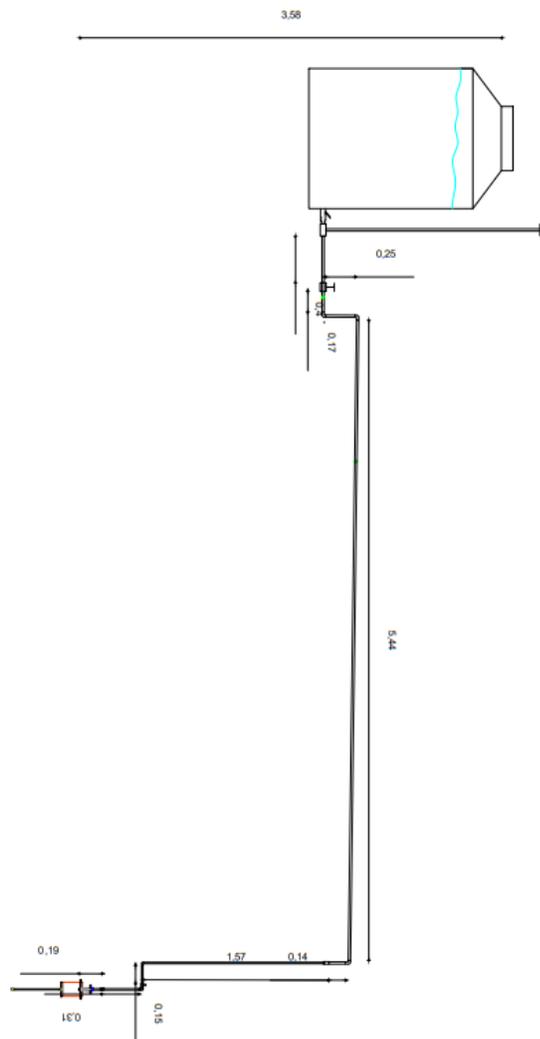
## REFERENCIAS

1. Avinews (febrero de 2022). El mejor manejo de las líneas de bebedero de nipple. *Avinews*. Recuperado de <https://avinews.com/el-mejor-manejo-de-las-lineas-de-bebedero-de-nipple-altura-y-presion-2/>.
2. Deguate, (2020). *Equipos para avicultura en Guatemala*. Deguate Recuperado de <https://www.deguate.com.gt/guatemala/agricultura/equipo-para-avicultura.php>.
3. E.Borras Brucart (1987). Gas natural, características distribución y aplicaciones industriales. Primera edición, España. Editores Técnicos Asociados S.A. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?id=QKM6R6OlnP8C&pg=PA68&dq=reguladores+de+presion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiijl-ckaX7AhV1QzABHSClBn8Q6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=reguladores%20de%20presion&f=false>.
4. Mintrabajo. *Salario Mínimo 2022*. Mi trabajo. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/dgt/salario-minimo>.
5. Mott, L (2006). *Mecánica de Fluidos*. Sexta edición, México. Pearson educación. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?id=LbMTKJ4eK4QC&pg=PA83&dq=fuerza+y+presion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiH69CV0vjsAhXK1VkkHROTCiQQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=fuerza%20y%20presion&f=false>.

6. Picci Carmona Alberto (junio, 2022). Actualidad de la pequeña granja alternativa. AVINEWS, 1(99). Recuperado de <https://avicultura.info/revista-avinews/>.
7. Rotoplast (2021). Funcionamiento del flotante para tanque de agua. *Rotoplast*. Recuperado de <https://rotoplas.com.ar/funcionamiento-del-flotante-para-el-tanque-de-agua/>.
8. Salvador Antonio (1993). Introducción a la neumática. Primera edición, Barcelona. España. Marcombo Boixareu editore. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?id=x\\_ANfBeC6z8C&pg=PA65&dq=regulador+de+presion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjBwfSkouT6AhWWZTABHXw6DW4Q6wF6BAgHEAE#v=onepage&q=regulador%20de%20presion&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=x_ANfBeC6z8C&pg=PA65&dq=regulador+de+presion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjBwfSkouT6AhWWZTABHXw6DW4Q6wF6BAgHEAE#v=onepage&q=regulador%20de%20presion&f=false).
9. Suministros Ganaderos, Sistema automático de bebederos para aves de todas las edades. *Comederos, y bebederos reproductoras*, 1 (1). Recuperado de <https://www.suministrosganaderos.com/mundo%20animal/comederos%20y%20bebederos%20reproductoras.html>.
10. Shaw Kevin, 2003. Fundamental Principles of Self-Operated Regulator American Meter. Company, Philadelphia, Pennsylvania. Recuperado de [fundamental principles of pressure regulators - American ... asgmt.com › pdf-docs ›](#).

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Sistema de prueba para caudal teórico



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD 2021.

## Apéndice 2. Pérdidas por accesorios

Accesorio	Cantidad	Perdida (m)
Codo de PVC de 1/2"	1	0.007
Codos de PVC de 3/4"	5	0.04
Válvula de globo de 3/4" (hierro)	1	0.02
Válvula de globo de 1/2" (hierro)	1	0.10
Válvula de mariposa de 1" (pvc)	1	0.02
T de PVC de 1"	1	0.004
<b>Total</b>		<b>0.191</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## Apéndice 3. Pérdida por tubería

Tubería	Metros	Perdidas (m)
tubería de PVC de 1/2"	1.74	0.031
tubería de PVC de 3/4"	6.59	0.016
Tubería de hierro fundido de 1/2"	0.15	0.003
<b>Total</b>		<b>0.05</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## Apéndice 4. Aforo volumétrico

Corrida No	volumen (cm <sup>3</sup> )	tiempo (s)	Caudal (cm <sup>3</sup> /s)
1	3000	77	39
2	3000	71.4	42
3	3000	75	40
<b>Promedio</b>	<b>3000</b>	<b>74.5</b>	<b>40.33</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Apéndice 5. Caudal teórico y caudal real

Medio de análisis	Caudal (cm <sup>3</sup> /s)
Aforo volumétrico	40.33
Teórico	45

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Apéndice 6. Tabla de accesorios

TABLA III  
PERDIDAS LOCALES EN LOS DIFERENTES ACCESORIOS

Fuente: Manual de Hidráulica. J.M. de Azevedo  
75

-Solo HF • Acero

Fuente: [Fotografía de Anthony García] *Manual de hidráulica. J.M de Azevedo.* (Universidad de San Carlos de Guatemala). Guatemala, Guatemala.

Apéndice 7. **Conjunto de tapón de empuje**



Fuente: [Fotografía de Anthony García], (Colonia Paraíso 2, Zona 18)  
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 8. **Elementos de la sección superior**



Fuente: [Fotografía de Anthony García], (Colonia Paraíso 2, Zona 18).  
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 9. **Sección superior del reductor de presión**



Fuente: [Fotografía de Anthony García], (Colonia Paraíso 2, Zona 18).  
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 10. **Reductor de presión**



Fuente: [Fotografía de Anthony García], (Colonia Paraíso 2, Zona 18).  
Colección particular. Guatemala.



## ANEXOS

### Anexo 1. Coeficientes de fricción Hazen - Williams

Material	Coeficiente de Fricción de Hazen-Williams C
Hierro Fundido sin recubrimiento Interno	130
Acero sin recubrimiento interno	120
PVC, PEAD	150
Acero galvanizado	120
Concreto (superficie rugosa)	120
Concreto centrifugado	130

Fuente: Robert L. Mott. (2006). *Mecánica de Fluidos*. Consultado el 02 de febrero de 2022.

Recuperado de <https://n9.cl/l5p8f>.

### Anexo 2. Ecuación de Hazen- Williams sistema internacional y sistema ingles

$$\frac{h_f}{L} = \frac{3,587^{1,852} * Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} * D^{4,87}}$$

$$\frac{h_f}{L} = \frac{10,679 * Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} * D^{4,87}}$$

Fuente: ClubEnsayos.com. (2013). *Sistemas Hidráulicos: Aplicación de la Fórmula de Hazen-Williams para Cuantificar las Pérdidas de Carga por Longitud en una Tubería*. Consultado el 15 diciembre de 2021. Recuperado de <https://n9.cl/b8azo>.

### Anexo 3. Ecuación de Bernoulli con pérdidas

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - H_{r1-2} = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Fuente: Montt, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. Consultado el enero 2022. Recuperado de <https://n9.cl/l5p8f>.

### Anexo 4. Coeficientes de Hazen-Williams

**Tabla 1. Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales**  
(elaborado por los autores según valores estándares de la literatura)

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Fuente: Gale (2019). *Coeficiente de Hazen-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa*. Consultado el enero 2022. Recuperado de <https://n9.cl/gjl47>.