



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ORDEÑADORA MÓVIL DE DOS PUESTOS  
PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES EN LA PARROQUIA SAN JUAN DE LA  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**CASTILLO MONTALVAN, EDGAR RUBÉN**

# **TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **TIPO: PROYECTOS TÉCNICOS**

Previa a la obtención del Título de:

# **INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

---

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2017-05-24

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**CASTILLO MONTALVAN EDGAR RUBÉN**

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ORDEÑADORA MÓVIL DE DOS PUESTOS  
PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES EN LA PARROQUIA SAN JUAN DE LA  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Carlos Santillán Mariño MSc.  
**DECANO FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Ángel Guamán Lozano  
**DIRECTOR**

---

Ing. Jhonny Orozco  
**ASESOR**

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CASTILLO MONTALVAN EDGAR RUBÉN

**TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:** “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ORDEÑADORA MÓVIL DE DOS PUESTOS PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES EN LA PARROQUIA SAN JUAN DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

**Fecha de examinación:** 2018-04-24

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Ángel Guamán Lozano <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Jhonny Orozco <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Ángel Guamán Mendoza.  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El Trabajo de Titulación que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos – científicos y los resultados de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Castillo Montalvan Edgar Rubén

Cédula de identidad: 210067213-4

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Castillo Montalvan Edgar Rubén, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

Castillo Montalvan Edgar Rubén  
Cédula de identidad: 210067213-4

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y guiándome por el buen camino para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar, salud y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amos con mi vida.

*Castillo Montalvan Edgar Rubén*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. A mis hermanos quienes con sus consejos me han ayudado a enfrentar los retos que se me han presentado en mi vida. A mis padres por la confianza y apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, y también al Ing. Ángel Guamán Lozano, e Ing. Jhonny Orozco por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto de titulación.

*Castillo Montalvan Edgar Rubén*

## CONTENIDO

Pág.

### CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1	Tema.....	3
1.2	Antecedentes .....	3
1.3	Planteamiento del Problema.....	4
1.4	Formulación del problema .....	4
1.5	La sistematización del problema.....	5
1.6	Delimitación del objeto de investigación.....	5
1.6.1	<i>Delimitación del contenido</i> .....	5
1.6.2	<i>Delimitación espacial</i> .....	5
1.6.3	<i>Delimitación temporal</i> .....	5
1.7	Justificación.....	5
1.7.1	<i>Justificación teórica</i> .....	5
1.7.2	<i>Justificación metodológica</i> .....	6
1.7.3	<i>Justificación práctica</i> .....	6
1.8	Objetivos .....	7
1.8.1	<i>Objetivo general</i> .....	7
1.8.2	<i>Objetivos específicos:</i> .....	7

### CAPÍTULO II

<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	8
2.1	Ordeño y extracción de leche .....	8
2.1.1	<i>Leche</i> .....	8
2.1.2	<i>Beneficios nutritivos</i> .....	8
2.1.3	<i>Problemas de extracción de leche</i> .....	9
2.1.4	<i>Epidemiología Factores de riesgo</i> .....	10
2.1.5	<i>Definición ordeñar</i> .....	11
2.1.6	<i>Buenas prácticas de ordeño</i> .....	11
2.1.7	<i>Importancia de las buenas prácticas de ordeño</i> .....	11
2.1.8	<i>Buenas prácticas antes del ordeño</i> .....	12
2.1.9	<i>Buenas prácticas durante el ordeño</i> .....	13
2.2	Tipos de sistemas de ordeño .....	15
2.2.1	<i>Ordeño manual</i> .....	15



2.2.2	<i>Ordeño mecánico</i> .....	15
2.2.2.1	<i>Ordeño fijo</i> .....	16
2.2.2.2	<i>Ordeño móvil</i> .....	17
2.2.2.3	<i>Utilización</i> .....	17
2.2.3	<i>Estructura</i> .....	17
2.2.4	<i>Componentes de un ordeño mecánico</i> .....	18
2.3	Beneficios de los sistemas de ordeño.....	23
2.3.1	<i>Beneficios</i> .....	23
2.4	Normativa legal vigente.....	23
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
3.1	Esquema investigativo.....	25
3.2	Enfoque de la investigación.....	26
3.3	Alcance de la investigación.....	26
3.4	Tipo de investigación.....	26
3.5	Métodos, técnicas e instrumentos.....	27
3.5.1	<i>Métodos de investigación</i> .....	27
3.5.2	<i>Técnicas de investigación</i> .....	27
3.6	Población y muestra.....	28
3.6.1	<i>Población</i> .....	28
3.6.2	<i>Muestra</i> .....	28
3.6.3	<i>Estratificación de la muestra</i> .....	29
3.7	Hipótesis.....	29
3.7.1	<i>Hipótesis General</i> .....	29
3.8	Identificación de variables.....	30
3.8.1	<i>Variable independiente</i> .....	30
3.8.2	<i>Variable dependiente</i> .....	30
3.8.3	<i>Operacionalización de variables</i> .....	31
3.9	Descripción del sector.....	33
3.9.1	<i>Características demográficas</i> .....	33
3.9.2	<i>Datos generales</i> .....	34
3.10	Procesamiento y análisis de información.....	34
3.10.1	<i>Plan de recolección de información</i> .....	34
3.10.2	<i>Procedimiento para la información</i> .....	35

3.10.3	<i>Procesamiento de la información</i> .....	36
3.10.4	<i>Análisis por ítem encuesta realizada</i> .....	40
3.10.5	<i>Análisis de fiabilidad de datos alfa de Cronbach</i> .....	51
3.11	Identificación del proceso .....	52

## **CAPÍTULO IV**

<b>4</b>	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN</b> .....	<b>55</b>
4.1	Parámetros de diseño.....	55
4.1.1	<i>Proceso del diseño</i> .....	56
4.1.2	<i>Determinación del diámetro interior mínimo de la conducción de leche</i> .....	56
4.1.3	<i>Cálculo del caudal de la bomba de vacío</i> .....	58
4.1.4	<i>Relación de transmisión</i> .....	62
4.1.4.1	<i>Selección de poleas</i> .....	62
4.1.4.2	<i>Cálculo de coeficiente de corrección de potencia</i> .....	63
4.1.4.3	<i>Selección de correas</i> .....	63
4.1.5	<i>Resultado del dimensionamiento del sistema</i> .....	64
4.1.6	<i>Selección del material de construcción</i> .....	65
4.1.6.1	<i>Efectos ambientales en el comportamiento de los materiales</i> .....	67
4.2	Selección de componentes .....	67
4.2.1	<i>Selección de la mejor opción</i> .....	67
4.2.2	<i>Selección del sistema</i> .....	68
4.2.3	<i>Componentes del sistema de ordeño mecánico móvil</i> .....	69
4.2.4	<i>Bomba de vacío</i> .....	69
4.2.5	<i>Motor</i> .....	70
4.2.6	<i>Regulador de vacío</i> .....	71
4.2.7	<i>Pulsadores</i> .....	71
4.2.8	<i>Vacuómetro</i> .....	72
4.2.9	<i>Grupos de ordeño</i> .....	72
4.2.10	<i>Cantinas de leche</i> .....	73
4.2.11	<i>Descripción de equipos electrónicos</i> .....	74
4.3	Modelado del sistema.....	79
4.3.1	<i>Diseño estructural</i> .....	80
4.3.2	<i>Análisis de las cargas ejercidas sobre la estructura de soporte</i> .....	81
4.4	Análisis ergonómico.....	86
4.5	Protocolo de manipulación del sistema de ordeño .....	88

4.5.1	<i>Pruebas de funcionamiento</i> .....	93
4.5.2	<i>Mantenimiento</i> .....	93
4.6	Fase de adaptación de la vaca y el equipo de ordeño.....	94
4.7	Diagrama de procesos actual.....	94
4.8	Análisis comparativo de la evaluación del rendimiento .....	96
4.9	Análisis estadístico.....	98
4.10	Estimación de costos .....	103

## **CAPÍTULO V**

<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>104</b>
5.1	Conclusiones .....	104
5.2	Recomendaciones.....	105

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1-2.</b> Tipos de mastitis, signos, síntomas e intensidad .....	9
<b>Tabla 2-2.</b> Buenas prácticas durante el ordeño .....	14
<b>Tabla 1-3.</b> Población .....	28
<b>Tabla 2-3.</b> Estratificación de la muestra .....	29
<b>Tabla 3-3.</b> Operacionalización de variable independiente .....	31
<b>Tabla 4-3.</b> Operacionalización de variable dependiente .....	32
<b>Tabla 5-3.</b> Datos generales de la Parroquia Rural San Juan. ....	34
<b>Tabla 6-3.</b> Plan de recolección de información .....	35
<b>Tabla 7-3.</b> Resultados de encuestas-Hombres .....	36
<b>Tabla 8-3.</b> Resultados acumulados de la encuesta aplicada en la parroquia San Juan .	36
<b>Tabla 9-3.</b> Resultados de encuestas-Mujeres .....	38
<b>Tabla 10-3.</b> Resultados acumulados de la encuesta aplicada en la parroquia San Juan	39
<b>Tabla 11-3.</b> Cuestionario de relación Hombres-Mujeres .....	40
<b>Tabla 12-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 1 de la encuesta aplicada. ....	41
<b>Tabla 13-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 2 de la encuesta aplicada. ....	42
<b>Tabla 14-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 3 de la encuesta aplicada. ....	43
<b>Tabla 15-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 4 de la encuesta aplicada. ....	44
<b>Tabla 16-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 5 de la encuesta aplicada. ....	45
<b>Tabla 17-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 6 de la encuesta aplicada. ....	46
<b>Tabla 18-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 7 de la encuesta aplicada. ....	47
<b>Tabla 19-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 8 de la encuesta aplicada. ....	48
<b>Tabla 20-3.</b> Resultados acumulados de la pregunta 9 de la encuesta aplicada. ....	49
<b>Tabla 21-3.</b> Matriz de correlaciones entre elementos .....	50
<b>Tabla 1-4.</b> Fases para el diseño .....	56
<b>Tabla 2-4.</b> Proceso de fabricación.....	56
<b>Tabla 3-4.</b> Parámetros de consumo .....	58
<b>Tabla 4-4.</b> Ecuaciones para calcular la reserva real .....	59
<b>Tabla 5-4.</b> Factor de corrección H en función de la altura.....	61
<b>Tabla 6-4.</b> Dimensionamiento de poleas.....	62
<b>Tabla 7-4.</b> Coeficiente corrección de potencia. ....	63
<b>Tabla 8-4.</b> Clasificación de los aceros de acuerdo a su utilización.....	65
<b>Tabla 9-4.</b> Tubería de construcción. ....	66

<b>Tabla 10-4.</b>	Características de tubos estructurales .....	66
<b>Tabla 11-4.</b>	Matriz morfológica de funciones con opciones tentativas .....	67
<b>Tabla 12-4.</b>	Comparación entre las tecnologías utilizadas.....	68
<b>Tabla 13-4.</b>	Pezionera neumática. ....	72
<b>Tabla 14-4.</b>	Características estructurales de sistemas de ordeño. ....	79
<b>Tabla 15-4.</b>	Pesos ejercidos en función de la gravedad. ....	82
<b>Tabla 16-4.</b>	Protocolo de utilización del sistema de ordeño. ....	88
<b>Tabla 17-4.</b>	Guía de procedimiento de utilización de la extracción de leche. ....	91
<b>Tabla 18-4.</b>	Tiempo de ordeño manual y mecánico.....	96
<b>Tabla 19-4.</b>	Distancias recorridas manual y mecánico .....	97
<b>Tabla 20-4.</b>	Ingreso de datos en SPSS .....	99
<b>Tabla 21-4.</b>	Pruebas de normalidad .....	100
<b>Tabla 22-4.</b>	Prueba de t-student muestras emparejadas .....	102
<b>Tabla 23-4.</b>	Costos de diseño y construcción del ordeño mecánico .....	103

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1-2.</b> Ilustración leche .....	8
<b>Figura 2-2.</b> Factores Predisponentes.....	10
<b>Figura 3-2.</b> Factores epidemiología .....	10
<b>Figura 4-2.</b> Buenas prácticas de ordeño.....	11
<b>Figura 5-2.</b> Buenas Manejo previo al ordeño. ....	12
<b>Figura 6-2.</b> Buenas prácticas antes del ordeño .....	13
<b>Figura 7-2.</b> Tipos de ordeño fijo. ....	16
<b>Figura 8-2.</b> Ventajas y desventajas de un sistema de ordeño fijo.....	16
<b>Figura 9-2.</b> Estructura general de un sistema de ordeño.....	18
<b>Figura 10-2.</b> Pezoneras metálicas .....	18
<b>Figura 11-2.</b> Vacuómetro.....	19
<b>Figura 12-2.</b> Partes del pulsador .....	20
<b>Figura 13-2.</b> Pulsadores neumáticos .....	20
<b>Figura 14-2.</b> Motor a gasolina .....	21
<b>Figura 15-2.</b> Bomba generadora de aire .....	21
<b>Figura 16-2.</b> Depósito de vacío.....	22
<b>Figura 17-2.</b> Válvula reguladora de aire .....	22
<b>Figura 1-3.</b> Metodología de la investigación .....	25
<b>Figura 2-3.</b> Tipo de investigación.....	26
<b>Figura 3-3.</b> Métodos de investigación .....	27
<b>Figura 4-3.</b> Parroquias del cantón Riobamba .....	33
<b>Figura 5-3.</b> Imagen del proceso manual de extracción de leche.....	52
<b>Figura 6-3.</b> Diagrama de flujo del proceso extracción manual.....	53
<b>Figura 7-3.</b> Diagrama del proceso manual de extracción de leche 1lts/cu. ....	54
<b>Figura 1-4.</b> Capacidad de la bomba .....	60
<b>Figura 2-4.</b> Tubo de acero estructural.....	65
<b>Figura 3-4.</b> Bomba rotativa de paletas .....	70
<b>Figura 4-4.</b> Motor Temco_LTS200 .....	70
<b>Figura 5-4.</b> Regulador de vacío Stabilvac.....	71
<b>Figura 6-4.</b> Pulsadores .....	71
<b>Figura 7-4.</b> Vacuo metro.....	72
<b>Figura 8-4.</b> Cantina Lechera Imusa En Aluminio 40 Litros .....	74

<b>Figura 9-4.</b> Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04 .....	74
<b>Figura 10-4.</b> SIM900 GSM GPRS.....	75
<b>Figura 11-4.</b> Diagrama de bloques Arduino Uno .....	76
<b>Figura 12-4.</b> Esquema de un sensor ultrasónico .....	77
<b>Figura 13-4.</b> Volumen aproximado del recipiente .....	77
<b>Figura 14-4.</b> Esquema electrónico .....	78
<b>Figura 15-4.</b> Pruebas de equipos.....	78
<b>Figura 16-4.</b> Modelado de la estructura. ....	80
<b>Figura 17-4.</b> Ensamble de la estructura del diseño .....	81
<b>Figura 18-4.</b> Distribución de cargas distribuidas Ansys .....	82
<b>Figura 19-4.</b> Distribución de puntos de apoyo.....	83
<b>Figura 20-4.</b> Deformación máxima ejercida por el peso de las mangueras.....	83
<b>Figura 21-4.</b> Resultados de esfuerzos máximos y mínimos .....	84
<b>Figura 22-4.</b> Esfuerzos axiales y radiales .....	85
<b>Figura 23-4.</b> Esfuerzos axiales y radiales .....	85
<b>Figura 24-4.</b> Evaluación postural en el ordeño manual .....	86
<b>Figura 25-4.</b> Resultado de puntuación método RULA ordeño tradicional o manual. ...	86
<b>Figura 26-4.</b> Evaluación postural en el ordeño mecánico.....	87
<b>Figura 27-4.</b> Resultado de puntuación método RULA sistema de ordeño mecánico..	87
<b>Figura 28-4.</b> Pruebas de funcionamiento del sistema de ordeño .....	93
<b>Figura 29-4.</b> Proceso de adaptación del sistema.....	94
<b>Figura 30-4.</b> Diagrama del proceso de extracción de leche ordeño mecánico. ....	95

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 1-3.</b> Estratificación de la muestra .....	29
<b>Gráfico 2-3.</b> Resultados de la encuesta hombres de la parroquia San Juan .....	37
<b>Gráfico 3-3.</b> Resultados de la encuesta mujeres de la parroquia San Juan .....	39
<b>Gráfico 4-3.</b> Resultados acumulados pregunta 1 .....	41
<b>Gráfico 5-3.</b> Resultados acumulados pregunta 2 .....	42
<b>Gráfico 6-3.</b> Resultados acumulados pregunta 3 .....	43
<b>Gráfico 7-3.</b> Resultados acumulados pregunta 4 .....	44
<b>Gráfico 8-3.</b> Resultados acumulados pregunta 5 .....	45
<b>Gráfico 9-3.</b> Resultados acumulados pregunta 6 .....	46
<b>Gráfico 10-3.</b> Resultados acumulados pregunta 7 .....	47
<b>Gráfico 11-3.</b> Resultados acumulados pregunta 8 .....	48
<b>Gráfico 12-3.</b> Resultados acumulados pregunta 9 .....	49
<b>Gráfico 1-4.</b> Selección de la sección de la correa. ....	64
<b>Gráfico 2-4.</b> Comparativo de tiempo manual y mecánico .....	96
<b>Gráfico 3-4.</b> Comparativo de distancias recorridas manual y mecánico .....	97
<b>Gráfico 4-4.</b> Gráfica de distribución de tiempos situación de ordeño manual.....	100
<b>Gráfico 5-4.</b> Gráfica de distribución de tiempos situación de ordeño mecánico .....	101



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>CAN</b>	Comunidad Andina de Naciones
<b>BPP</b>	Buenas Prácticas Pecuarias
<b>OIE</b>	Código de Animales Terrestres de la Organización de Sanidad Animal Mundial
<b>MSF</b>	Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio.
<b>CBC</b>	Capacidad de la Bomba Calculada
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>RULA</b>	Rapid Upper Limb Assessment

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo A.** Fascículo de la ciudad de Riobamba
  
- Anexo B.** Validación por expertos de la encuesta realizada
  
- Anexo C.** Modelado del esquema de ordeño mecánico
  
- Anexo D.** Evaluación ergonómica del sistema tradicional y el propuesto ordeño mecánico
  
- Anexo E.** Evidencias fotográficas

## RESUMEN

Se implementó una ordeñadora móvil de dos puestos para pequeños productores en la parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo, con la finalidad de reducir el tiempo de recolección de la leche, mejorar la calidad de la misma y disminuir las cargas posturales de los ordeñadores respecto a lo que se obtiene manualmente. La información requerida para esta investigación se obtuvo mediante un estudio bibliográfico y de campo, el cual consistió en visitar directamente a los productores de leche en la parroquia San Juan en donde se pudo observar la necesidad de la implementación de una máquina de este tipo. Como resultado, se diseñó en el Software SolidWorks una estructura que aloje todas las partes y mecanismos de la máquina a implementar en base a las necesidades del sector, se establecieron los parámetros adecuados de generación de vacío, encontrando que es necesario implementar una bomba de 500 litros con un motor de 7.0 HP en la máquina para realizar un adecuado ordeño y mantener la salud de la ubre en el animal, se implementó un mecanismo de transmisión de potencia adecuada para la bomba de vacío, se instaló el sistema de conducción de leche que permite incrementar la productividad en el desempeño de la máquina ordeñadora. Una vez efectuadas las pruebas se comprobó que la máquina se redujo el tiempo de ordeño un 52,79 por ciento, las distancias recorridas un 66,67 por ciento, presentando así un rendimiento óptimo del sistema, proporcionando un producto con mayor higiene, por lo que se incrementa la eficiencia del proceso de ordeño. Se recomienda leer detenidamente los procedimientos de manipulación establecidos previo a la utilización del equipo de ordeño, para prolongar el tiempo de vida útil del equipo que está en función del mismo, que oscilan entre 3000 y 3500 horas de funcionamiento.

**PALABRAS CLAVE:** <ORDEÑO MECÁNICO>, < SISTEMA DE CONDUCCIÓN>, < BOMBA DE PALETAS ROTATIVAS>, < ERGONOMÍA>, <SAN JUAN (PARROQUIA)>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>

## **ABSTRACT**

A two-position mobile milking machine for small producers was implemented in the San Juan parish of the province of Chimborazo, in order to reduce the time of milk collection. The information required for this research was obtained through a bibliographical and field study, which consisted of visiting directly the milk producers in the San Juan parish where the need for the implementation of a machine of this type could be observed. As a result, a structure was designed in the Solid Works Software that accommodates all the parts and mechanisms of the machine to be implemented based on the needs of the sector. The adequate vacuum generation parameters were established, finding that it is necessary to implement a 500-mm bulge liters with a motor of 7.0 HP in the machine to perform a proper milking and maintain the health of the udder in the animal, it was implemented, a mechanism of transmission of adequate power that allows the operation of the vacuum pump, the system of milk conduction was installed that allows the necessary hygiene in the product to allow a wide commercialization and the productivity in the performance of the ordering machine was evaluated. Once the tests were carried out, it was found that with the implementation of the machine the milking time was reduced by 52.79 percent, the distances traveled by 66.67 percent, thus presenting an optimal performance of the system, providing a product with more hygiene that provides better characteristics so that the productivity of the milking process is increased. It is recommended to carefully read the handling procedures established prior to the use of the milking equipment, taking into account the parameters to prolong the useful life of the equipment, which is a function of it, ranging between 3000 and 3500 hours of operation.

**KEYWORDS:** <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCE>, <MECHANICAL MOLDING>, <DRIVING SYSTEM>, <ROTARY PALETTE PUMP>, <ERGONOMY>, <SAN JUAN (PARISH)>, <RIOBAMBA (COUNTY)>

# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Tema

Implementación de una ordeñadora móvil de dos puestos para pequeños productores en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo.

### 1.2 Antecedentes

El ordeño convencional es una actividad humana muy antigua que comenzó semejante con la domesticación del animal (hacia los 8000 años antes de Cristo en la Mesopotamia actual). Desde el inicio de los tiempos ha sido una actividad vital para el desarrollo de las civilizaciones tanto por ser un componente vital en la alimentación de los hombres como por su rentabilidad económica a través del tiempo. (Trujillo, 2012)

Los seres humanos aprendieron a extraer la leche de los animales con finalidad alimenticia, y el ordeño que se realiza de forma manual es una práctica que se realiza todavía en una variedad de pequeñas fincas. (Ecuared, 2017). Los primeros intentos por sustituir la milenaria práctica de extraer leche de forma manual inician en 1836. A inicios se utilizó simplemente un tubo metálico o cánula que inserta en el pezón para permitir la salida del fluido de leche por gravedad y aprovechando la presión intramamaria. La primera patente de esta máquina de ordeño le perteneció a Blurton en 1836, la misma que unía las cuatro cánulas a un embudo suspendido del propio animal. Aun cuando el riesgo de dañar el pezón era evidente, otros siguieron este ejemplo y la idea fue desarrollada comercialmente (García López, 1992). A continuación, a esto se logra el desarrollo de mayor productividad con los modernos equipos de ordeño mecánicos dotadas de máquinas neumáticas automáticas; en éstas el obrero realiza solamente algunas labores de control de la máquina, de limpieza de las ubres y también de las boquillas (Ecuared, 2017).

En el Ecuador existe una diferencia entre los ganaderos de la Costa y la Sierra, puesto que el rendimiento y producción lechera en la Sierra es mucho mayor. El principal factor limitante es el clima y sus causas son: alta temperatura y humedad, puesto que favorecen el desarrollo de organismos parásitos que afectan y causan variedad de enfermedades. En la Región Sierra con un buen manejo de pastos y con una buena utilización de la cerca eléctrica muchas haciendas ganaderas han llegado a manejar un promedio de 3 a 4 animales adultos por hectárea de pasto. (Molina, 2011)

En la Provincia de Chimborazo en el cantón Riobamba, se encuentra ubicada la parroquia San Juan en la cual todos los productores de leche realizan el proceso de ordeño de forma manual y es notable el esfuerzo, baja calidad salubre que se aplica para extraer la leche del animal de manera manual, por lo que se considera implementar una máquina de ordeño para facilitar este trabajo y garantizar la calidad de la leche.

### **1.3 Planteamiento del Problema**

En la actualidad en varios países del mundo avanzados tecnológicamente, utilizan sistemas de ordeño mecánico muy completos y automatizados, con lo que logra una recolección muy rápida, eficiente y con la higiene adecuada, haciendo que la economía y competitividad de estos productores se muy alta en este mercado local y mundial.

Los productores no pueden producir la leche con una manera eficiente debido a que no cuentan con ninguna maquinaria que facilite este proceso, con ello es evidente y necesario implementar una máquina que les ayude optimizar la recolección de leche y al mismo tiempo entregar el producto con calidad a una higiene adecuada para los consumidores, colaborando en el mercado de lácteos y mejorando su economía, siguiendo la normativa estipulada al organismo de control Agrocalidad, y la resolución DAJ-2013461-0201.0213.

### **1.4 Formulación del problema**

¿La implementación de una ordeñadora móvil de dos puestos permitirá incrementar la calidad y productividad del proceso de ordeño en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo?

## **1.5 La sistematización del problema**

¿El diseño de una estructura que aloja todas las partes y mecanismos de la máquina a implementar afecta el funcionamiento de la misma?

¿Los parámetros de generación de vacío de la máquina afectan en el adecuado ordeño y la salud de la ubre en el animal?

¿El mecanismo de transmisión de potencia permitirá el funcionamiento adecuado de la bomba de vacío el cual permitirá la higiene necesaria en el producto para permitir una amplia comercialización de la leche?

¿Se incrementa la productividad del proceso de ordeño implementando un sistema mecánico?

## **1.6 Delimitación del objeto de investigación**

### ***1.6.1 Delimitación del contenido***

Área:           Automatización  
Campo:        Ordeños mecánicos  
Aspecto:       Social productivo

### ***1.6.2 Delimitación espacial***

La investigación se desarrolló en la Parroquia San Juan ubicada en la provincia de Chimborazo.

### ***1.6.3 Delimitación temporal***

El trabajo investigativo se realizó durante el año 2017.

## **1.7 Justificación**

### ***1.7.1 Justificación teórica***

El presente trabajo de investigación se justifica plenamente la formación del ingeniero industrial, ya que cuenta con el conocimiento suficiente y necesaria para la realización del diseño, análisis e implementación de sistemas de ordeños mecánicos, previo al análisis

de relación de transmisión, parámetros de la bomba, motor y mejoramiento del sistema de procesos de producción de leche reduciendo el tiempo de extracción. Y la cuantía de satisfacción de la calidad e inocuidad de la leche cruda en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo.

Revisando los aspectos bibliográficos, es importante realizar el análisis de los materiales necesarios para realizar la construcción de la estructura en función de su resistencia y dureza, contemplando el aspecto teórico para desarrollar un respectivo análisis de su resistencia en función de un software que sustente los cálculos establecidos.

### ***1.7.2 Justificación metodológica***

La metodología que justifica el trabajo investigativo está presente en el desarrollo netamente documental, la misma que esta sistematizada en una investigación bibliográfica para identificar la propuesta del marco teórico. La investigación bibliográfica se utiliza en la indagación de fuentes bibliográficas con información secundaria obtenidas en libros, revistas, publicaciones, folletos; así como fuentes de información primaria obtenidas en documentos válidos y confiables (encuestas).

Investigación de observación en ella la investigación de campo, porque el investigador acude al sector de la parroquia San Juan, donde se realiza la investigación para recabar información sobre el problema planteado. Investigación de campo en el que se realiza la inspección en sitio. Como herramientas metodológicas se utiliza la guía de observación, registro fotográfico, videos, planos, fichas de pruebas.

### ***1.7.3 Justificación práctica***

El trabajo investigativo se justifica en la práctica en la implementación del ordeño mecánico, el análisis de características de diseño y la implementación del sistema de ordeño considerando los parámetros adecuados de generación de vacío de la máquina para realizar un adecuado ordeño. Al implementar el sistema de ordeño mecánico de dos puestos se desea mantener la salud de la ubre en el animal, y luego medir el rendimiento de la máquina. El sistema de ordeño mecánico es muy importante en la industria láctea moderna debido a que reduce la sobrecarga de esfuerzos y trabajos repetitivos en las personas que se dedican a esta actividad; a la vez que estudia la productividad en función de los tiempos de ordeño.



## **1.8 Objetivos**

### ***1.8.1 Objetivo general***

Implementar una ordeñadora móvil de dos puestos para mejorar las condiciones del proceso de extracción de leche en la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

### ***1.8.2 Objetivos específicos:***

- Diseñar una estructura que aloje todas las partes y mecanismos de la máquina a implementar.
- Establecer los parámetros adecuados de generación de vacío de la máquina para realizar un adecuado ordeño y mantener la salud de la ubre en el animal.
- Implementar el mecanismo de transmisión de potencia adecuada que permita el funcionamiento de la bomba de vacío.
- Implementar el sistema de conducción de leche que conserve la higiene necesaria en el producto para permitir una amplia comercialización de la leche.
- Evaluar la productividad de la máquina ordeñadora.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Ordeño y extracción de leche

##### 2.1.1 *Leche*

Según (Valdivia, 2011) La leche es un alimento muy nutritivo para las personas, en especial para los niños que están en pleno desarrollo.

(Farral, 1963) Menciona que la leche es un insumo de alto valor nutritivo, cuyos mecanismos varían según la manera de alimentación, raza, edad del animal, forma de ordeño, entre otros factores. El valor biológico y la capacidad nutritiva de la leche, están en la riqueza de sus sólidos generales en especial, en los sólidos no grasos como lactosa, minerales, proteína.



**Figura 1-2.** Ilustración leche

Fuente: (FARRAL, 1963)

##### 2.1.2 *Beneficios nutritivos*

Los beneficios nutritivos de la leche son:

- Contiene vitaminas como hidrosolubles así también liposolubles, entre las que hallamos vitaminas del grupo B, C, A, niacina y riboflavina.
- Contiene también calcio, hierro y proteínas.

- Según estudios tomar leche diariamente disminuye en un 60% el riesgo de sufrir cáncer de mama, principalmente en mujeres.
- Es recomendada también en casos de gastritis, ya que es idóneo para neutralizar la acidez. En este caso es mejor tomarla descremada.

### 2.1.3 Problemas de extracción de leche

La mastitis es un inconveniente universal con el que luchan, en diferente grado, todos los productores de leche. Las prácticas en la misión de las quintas lecheras que han mostrado ser las mejores para aumentar la salud de la ubre son: utilizar guantes en el ordeño, usar retiradas automáticas, lavar muy bien los pezones post-ordeño, ordeñar las vacas con problemas en último lugar, hacer una examen anual de todo el sistema de ordeño y mantener a las vacas de pie después de ser ordeñadas. (DeLaval, 2011)

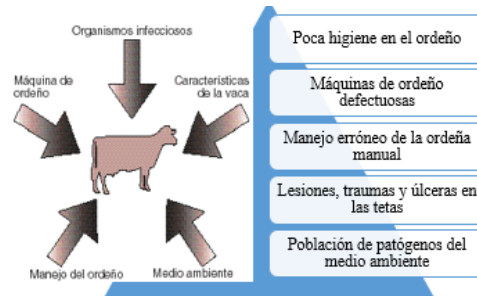
**Tabla 1-2.** Tipos de mastitis, signos, síntomas e intensidad

TIPO	GL MAMARIA	SISTÉMICO	INTENSIDAD
PERAGUDA	Calor Rubor Dolor Secreción anormal	Fiebre Depresión Pulso débil y rápido Ojos hundidos Anorexia Debilidad	Alta
AGUDA	Calor Rubor Dolor Secreción anormal	Fiebre Depresión Anorexia	Moderada
SUB AGUADA	Calor Rubor Dolor Secreción anormal	No se presenta sintomatología	
SUB CLÍNICA	No se observan cambios	No se presenta sintomatología	Células somáticas

Fuente: (La mastitis bovina, 2012)

En la gráfica se puede evidenciar los factores predisponentes para afecciones o infecciones de ubre bobino y afectar de manera significativa en la calidad de la extracción de la leche, los cuales son: máquinas de ordeño defectuosas, poca higiene en el ordeño, manejo erróneo, entre otros. Comenta, (Romero, 2012), que la mayoría de los reglas están basadas en el tratamiento prioritario del cuarto afectado para separar la infección y retornar el cuarto y producción láctea a lo estándar. La ejecución de cultivos antes del

procedimiento y la utilización del protocolo de tratamiento asentado en las consecuencias de análisis no se realizan generalmente porque es difícil tomar los resultados de laboratorio.



**Figura 2-2.** Factores Predisponentes

Fuente: (La mastitis bovina, 2012)

#### 2.1.4 Epidemiología Factores de riesgo.

##### EDAD

La prevalencia de la infección se incrementa con la edad, alcanzando el pico a los 7 años.

##### ESTADO DE LACTACIÓN

La infección es más común en el inicio y al final de la lactación.

##### PRODUCCIÓN DE LECHE

Se afectan más los hatos con una alta producción.

##### RAZA

La incidencia es más común en cruzas que en ganado cebú, en la raza Holstein es más común que en la raza Jersey.

##### RANGO DE PRODUCCIÓN

Una alta producción de leche y un diámetro grande del canal del pezón asocian con el incremento de infecciones intramamarias.

##### TAMAÑO DEL HATO

A mayor número de animales, mayor incidencia de la enfermedad.

##### NUTRICIÓN

Una dieta alta en proteína con cantidades decuadas de vitamina E, vitamina A y selenio intervienen en la resistencia.

##### HIGIENE

Una mala higiene favorece la multiplicación bacteriana.

**Figura 3-2.** Factores epidemiología

Fuente: (Romero, 2012)

### **2.1.5 Definición ordeñar**

Procedimiento para extraer la leche de la vaca o de otros animales por medios manuales o mecánicos prensando los pezones con un mecanismo o con la mano, imitando la forma en que lo realiza el ternero. La máquina para este tejido se denomina "ordeñadora mecánica" o "máquina de ordeñar".

El ordeño reside en la extracción la leche acumulada en las ubres de las hembras en lactación, se puede realizar de forma mecánica o manual. En la actualidad se utiliza el ordeño mecánico de forma corriente, que consiste en “la extracción rápida y completa de la leche sin perjudicar al pezón y al tejido mamario”, que se realiza mediante el empleo de elementos mecánicos que forman de manera discontinua y cíclica vacío a nivel del pezón, extrayendo el fluido y luego conduciéndola a un recipiente. En realidad, sólo trata de copiar la técnica de succión que emplean las crías para la extracción completa de la leche. (Producción Animal e Higiene Veterinaria, 2013)

### **2.1.6 Buenas prácticas de ordeño**

Las buenas prácticas de ordeño se deben emplear durante todo el proceso de producción de la leche: el procedimiento diario de la persona que ordeña y su forma de proceder antes, durante y después del transcurso de ordeño son clave para garantizar la inocuidad del producto. (Buenas prácticas de ordeño, 2014)



**Figura 4-2.** Buenas prácticas de ordeño  
Fuente: (AGROCALIDAD, 2013)

### **2.1.7 Importancia de las buenas prácticas de ordeño**

La obtención de leche de calidad, aceptabilidad y garantía para el procesamiento y el consumo humano, solicita cambios de actitud personal por parte de cada una de las personas dedicadas al ordeño. En este sentido, los esfuerzos de orden y capacitación están orientados a enseñar todas las diligencias que comprenden las buenas prácticas de ordeño, las cuales deben ejecutarse antes, durante y después de esta actividad. (Espadas, 2002)

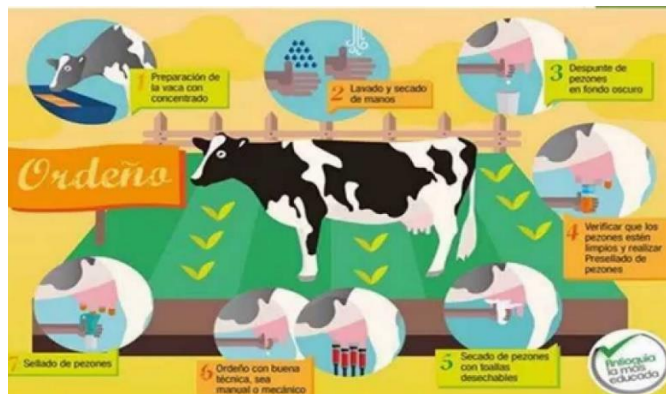
Además, es necesario contar con leche de buena calidad por las siguientes razones:

- Se obtienen quesos, yogurts y otros productos lácteos de mejor calidad.
- De esta manera se tiene mayor posibilidad de comercializar la leche.
- Se consigue vender a mejor precio en el mercado.
- Se debe cuidar la salud de nuestra familia y de la población que nos compra.

### 2.1.8 Buenas prácticas antes del ordeño

Antes de iniciar el proceso de ordeño, se debe asegurar de realizar las siguientes prácticas que contienen la preparación del ganado, de la persona que se va a ordeñar y de los utensilios que se van a utilizar durante el ordeño.

Al momento de hablar de buenas prácticas de ordeño se debe tener en cuenta muchos elementos indispensables como son limpieza de la sala de ordeño, estimulado de las vacas, programa fijo del ordeño, amarrado de las extremidades de las vacas, lavado de manos y lavado también de los utensilios de ordeño, los mismos que se presentan en la gráfica 2.5. Los aparatos de ordeño deben ser lavados con jabón y agua previo al ordeño. Aunque es de saber que estos instrumentos se lavan correctamente luego del ordeño, lo mejor es inspeccionarlos antes de usarlos para eliminar y prevenir la presencia de residuos, malos olores, suciedad acumulada que puedan contaminar el fluido. (Buenas prácticas de ordeño, 2014)



**Figura 5-2.** Buenas Manejo previo al ordeño.

Fuente: (Buenas prácticas de ordeño, 2014)



**Figura 6-2.** Buenas prácticas antes del ordeño

Fuente: (Buenas prácticas de ordeño, 2014)

### 2.1.9 Buenas prácticas durante el ordeño

Durante el ordeño, asegúrese de realizar las siguientes prácticas y recomendaciones para producir leche de buena calidad.

**Tabla 2-2.** Buenas prácticas durante el ordeño

<b>N°</b>	<b>Proceso</b>	<b>Definición</b>
<b>1</b>	Ropa adecuada para ordeñar	<p>La persona encargada del ordeño debe vestir ropa de trabajo que incluya gabacha y gorra.</p> <p>De preferencia, debe usar prendas de color blanco para observar y conocer a simple vista el nivel de limpieza que se mantiene durante el proceso de ordeño.</p> <p>Estas prendas de vestir deben ser utilizadas única y exclusivamente durante el ordeño.</p>
<b>2</b>	Lavado de pezones	<p>El lavado de pezones de la vaca debe realizarse siempre que se va a ordeñar, ya sea con o sin ternero.</p> <p>Cuando se ordeña con ternero, el lavado de pezones se realiza después de estimular a la vaca, pues también se debe lavar la saliva del ternero que queda en los pezones.</p> <p>El agua que se utiliza para el lavado de pezones debe ser agua limpia y tibia, por lo que se debe calentar previamente.</p> <p>No se debe lavar la ubre de la vaca, ya que resulta muy difícil secarla en forma completa y el agua puede quedarse en la superficie, mojar las manos del ordeñador o caer en el balde, lo cual contamina la leche.</p>
<b>3</b>	Secado de pezones	<p>Los pezones de la vaca se deben secar utilizando una toalla.</p> <p>La toalla se tiene que pasar por cada pezón unas dos veces, asegurando que se sequen en su totalidad.</p>
<b>4</b>	Ordeñado de la vaca	<p>El ordeño debe realizarse en forma suave y segura. Esto se logra apretando el pezón de la vaca con todos los dedos de la mano, haciendo movimientos suaves y continuos.</p> <p>El tiempo recomendado para ordeñar a la vaca es de 5 a 7 minutos.</p>



		Si se hace por más tiempo, se produce una retención natural de la leche y se corre el riesgo de que aparezca una mastitis, lo cual resultaría en una significativa reducción de los ingresos y ganancias, ya que se deberá invertir dinero para comprar medicamentos para su curación.
5	Sellado de pezones	Al terminar el ordeño y si éste se realizó sin el ternero es necesario efectuar un adecuado sellado de los pezones de la vaca, introduciendo cada uno de los pezones en un pequeño recipiente con una solución desinfectante a base de tintura de yodo comercial.  Esta solución debe prepararse utilizando dos partes de agua y una de tintura de yodo comercial.
6	Desatado de las patas y la cola de la vaca	Al terminar de ordeñar, se debe proceder a desatar las patas y la cola de la vaca con tranquilidad.  Si el ordeño fue con ternero, se le permite que mame el resto de leche contenida en la ubre.

Fuente: (Buenas prácticas de ordeño, 2014)

## 2.2 Tipos de sistemas de ordeño

### 2.2.1 Ordeño manual

Comenta (Ordoñez, 2011) que es la forma tradicional de realizar el ordeño la cual comienza a ser una rareza, una labor en extinción. Actualmente las exigencias higiénicas y las nuevas pautas sociales han hecho que esta labor se vea desplazada.

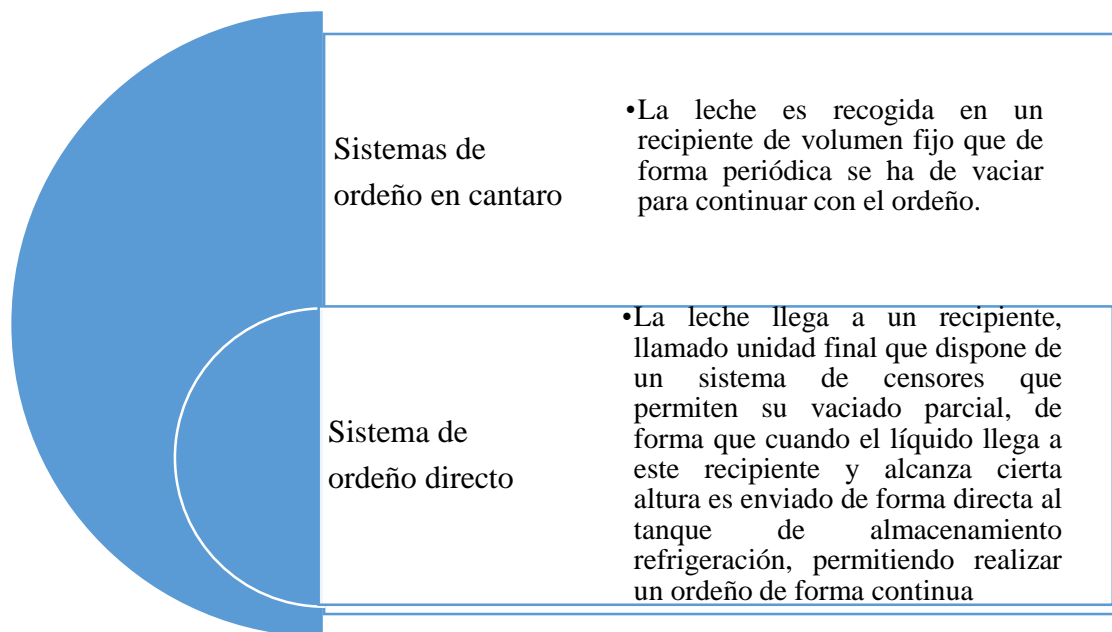
Esta actividad consiste en que el ordeñador realice presión con sus manos sobre el pezón para forzar la leche a salir. Este método es práctico cuando el número de vacas a ordeñar no es muy grande, y una de sus grandes desventajas radica en el hecho de que las manos del ordeñador se convierten en un mecanismo de transmisión patógena, que puede provocar problemas de mastitis en las ubres de la vaca.

### 2.2.2 Ordeño mecánico

Según (Ordoñez, 2011), es un sistema que utiliza una combinación de presión negativa (vacío) y masaje del pezón para extraer la leche de forma eficiente e higiénica.

### 2.2.2.1 Ordeño fijo

El equipo está ubicado en la sala de ordeño, los animales son los que se tienen que acercar para ser ordeñados. Aunque tienen un mayor costo de adquisición permiten reducir los costos de mano de obra, ya que un mismo operario es capaz de operar a un mayor número de animales por unidad de tiempo, se clasifican en dos grupos. (Producción Animal e Higiene Veterinaria, 2013)



**Figura 7-2.** Tipos de ordeño fijo.

Fuente: (Producción Animal e Higiene Veterinaria, 2013)

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Aumento de la producción de leche, reducción de la mano de obra	Alta inversión en la compra de la máquina y construcción de la sala de ordeño
Reducción en la contaminación de la leche	Desconocimiento del equipo y su funcionamiento
Un mayor número de animales ordeñados en menor tiempo. Estandarización de proceso de ordeño.	Falta de personal técnico para efectuar el mantenimiento
Sencillez en el servicio y mantenimiento	Adquirir el hábito de higiene que se requiere

**Figura 8-2.** Ventajas y desventajas de un sistema de ordeño fijo

Fuente: (Producción Animal e Higiene Veterinaria, 2013)

#### *2.2.2.2 Ordeño móvil*

Ordeño móvil según Will, (2012; Trujillo, 2012), el mismo que consiste en una pequeña maquina móvil (carro) que dispone de todos los elementos mecánicos para ejecutar el ordeño de un animal y concluido este carro se desplaza a el siguiente animal a ordeñar.

Es adecuado para pequeñas explotaciones (máximo de 100 animales) y se dispone de escaso personal. Este sistema permite ordeñar 1 a 2 vaca de forma simultánea. Su costo de adquisición es bajo respecto al sistema de ordeño fijo.

#### *2.2.2.3 Utilización*

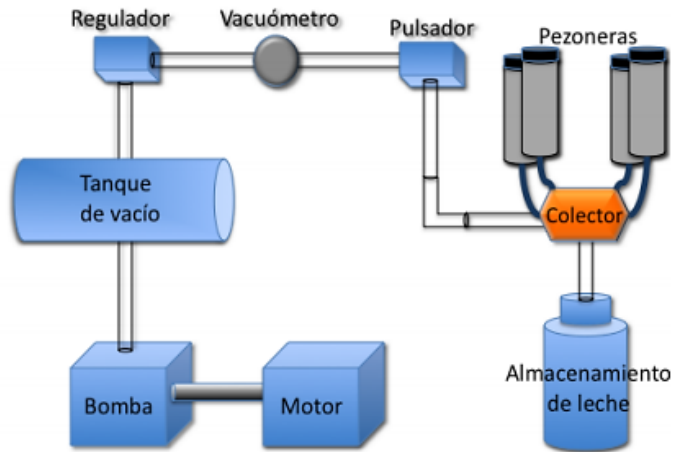
Según González, (2005) comenta que la ordeñadora mecánica portátil es un equipo de gran utilidad más que todo para las ganaderías cuya producción no es muy alta, estas ordeñadoras funcionan comúnmente a electricidad, lo que bajaría costos en la utilización de combustible.

Por otra parte, facilita el manejo de traslado puesto que al ser pequeñas no demanda mucho espacio. Por lo general tiene dos pezoneras, es decir que se pueden ordeñar dos vacas a la vez.

Una máquina de ordeño, al disponerse su uso en contacto directo con el animal, debe estar reglamentada de forma considerablemente precisa para impedir cualquier lesión y que no pueda causar la aparición de mastitis. El lavado y desinfección de todas las partes de la máquina es primordial para evitar enfermedades.

#### *2.2.3 Estructura*

La estructura básica de una máquina de ordeño en la que la leche fluye a partir del juego de ordeño por una conducción que posee la doble función de proporcionar el vacío de ordeño y transportar la leche hasta un receptor (figura 9-2). Esta máquina corresponde tanto a las instalaciones de ordeño en plaza como de ordeño en sala. (Gonzalez, 2005)



**Figura 9-2.** Estructura general de un sistema de ordeño  
**Fuente:** (Gonzalez, 2005)

#### 2.2.4 Componentes de un ordeño mecánico

Según (Ponce, 2012) los componentes son:

##### a) Pezoneras

*Beneficios principales*

- Mayor producción
- Ordeño más rápido
- Menos deslizamientos
- Cuidados de la ubre mejorados



**Figura 10-2.** Pezoneras metálicas  
**Fuente:** (DeLaval, 2011)

La pezonera de la máquina de ordeño es el único mecanismo del equipo de ordeño que entra en contacto directo con el animal. La calidad y las características de la pezonera influyen pródigamente en el rendimiento del sistema de ordeño y la salud del animal. Es considerablemente importante utilizar el mejor tipo posible de pezonera y asegurarse de que no se ordeña con pezoneras viejas y gastadas. (DeLaval, 2011)

### b) Vacuómetro

Es un instrumento, normalmente mecánico, el cual mide el vacío en este caso la depresión a que está sumiso el aire en el interior de la instalación. Los vacuómetros son denominados medidores de presión diferencial (vacío), es decir, de diferencia de presiones entre el exterior y el interior de la instalación. Los vacuómetros utilizados en las instalaciones de ordeño miden siempre el vacío en kilopascales, o centímetros de mercurio y generalmente producen una indicación del nivel de vacío recomendado y también el nivel de vacío pudiera ser peligroso. (Ponce, 2012)

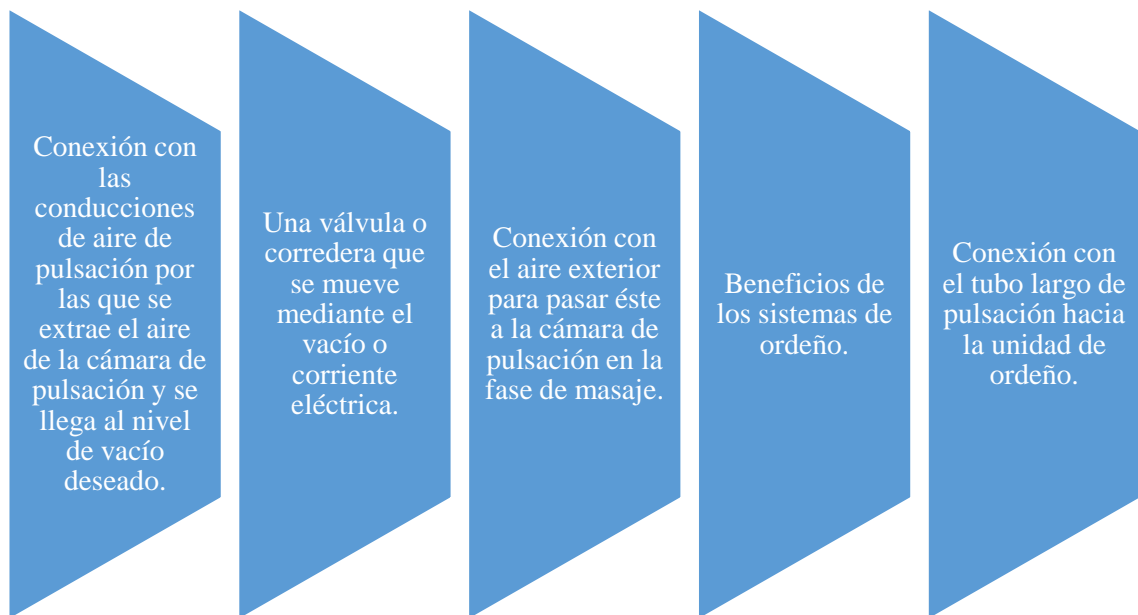


**Figura 11-2.** Vacuómetro

Fuente: (Ponce, 2012)

### c) Pulsadores

El pulsador es el dispositivo que sucesivamente, según el ciclo de pulsación, dejar entrar aire o vacío en la cámara de pulsación para mover el manguito. Las partes básicas que tienen todos los pulsadores son:



**Figura 12-2.** Partes del pulsador  
Fuente: (Ponce, 2012)



**Figura 13-2.** Pulsadores neumáticos  
Fuente: (Ponce, 2012)

a) **El motor**

Produce un movimiento rotativo a un eje o polea que maniobra la bomba de vacío, el cual regularmente suele ser eléctrico (no necesita mantenimiento) aunque es conveniente utilizar un motor de combustión como reserva para posibles averías eléctricas. (Espadas, 2002)



**Figura 14-2.** Motor a gasolina

Fuente: (Ponce, 2012)

### **b) La bomba**

Está destinada a extraer el aire de toda la tubería e instalación del sistema de ordeño causando depresión o vacío. La capacidad o utilidad de la bomba deberá estar en función de los puntos de ordeño que tenga el establecimiento y del número de ordeñadoras que se tengan.



**Figura 15-2.** Bomba generadora de aire

Fuente: (Ponce, 2012)

### **c) El depósito de vacío**

Se encuentra conectado con el conducto de aspiración de la bomba.

Sus misiones más importantes son:

- Servir como reserva de vacío para absorber posibles fugas.
- Amortiguar los cambios bruscos de presión.
- Proteger la bomba y tuberías de vacío de las impurezas sólidas y líquidas.



**Figura 16-2.** Depósito de vacío

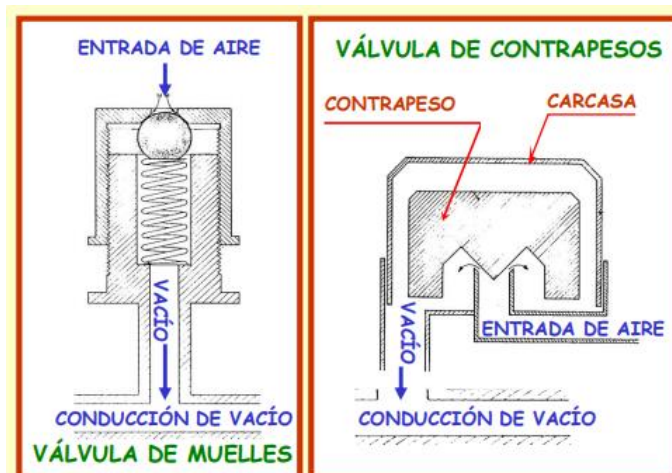
Fuente: (Ponce, 2012)

#### d) La válvula reguladora

Sirve para regular la depresión del equipo de ordeño, cerrando o dejando entrar aire. Su misión es de suma importancia, por lo que su mal funcionamiento puede originar lesiones en la ubre de la vaca o formar de manera ineficaz o inadecuada una instalación del sistema de ordeño. (Espadas, 2002)

Hay diversos tipos de válvulas reguladores, entre otras podemos destacar:

- Las válvulas de muelles que deben limpiarse y regularse cada 3 o 4 meses.
- Y las válvulas de contrapeso que no se regulan.



**Figura 17-2.** Válvula reguladora de aire

Fuente: (Ponce, 2012)



## **2.3 Beneficios de los sistemas de ordeño**

### **2.3.1 Beneficios**

- Aumento de la frecuencia de ordeño y posible mejora de la salud de la ubre.
- Las vacas visitan la unidad de ordeño cuando quieren teniendo así un mayor control sobre su entorno.
- Aumento en la producción de leche.
- Reducción de mano de obra.
- Reducción en la contaminación de la leche.
- Un mayor número de animales ordeñados en menor tiempo.
- Estandarización del proceso de ordeña.
- Sencillez en su servicio y mantenimiento.

## **2.4 Normativa legal vigente**

Considerando que el artículo 13 de la Constitución de la República del Ecuador establece que “las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria” (AGROCALIDAD, 2013)

- Constitución de la República del Ecuador. - Art. 33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía.
- Ley de Sanidad Animal, Codificación # 9. Art. 5.- El Ministerio de Salud Pública, en coordinación con el de Agricultura y Ganadería, controlará la calidad de los productos de origen animal destinados al consumo humano sean naturales, semi-elaborados o elaborados.

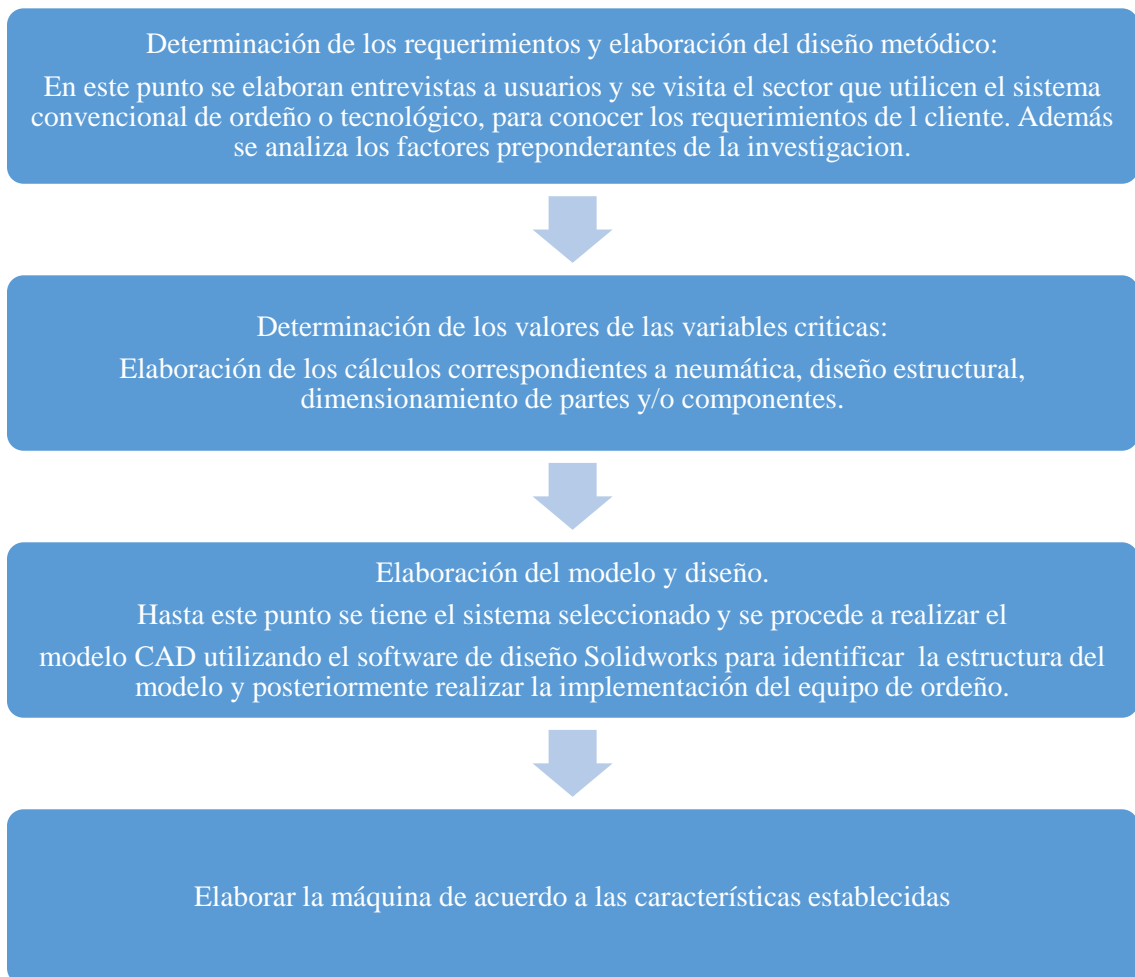
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria del Ecuador RO, N.583. “Art.1.- Finalidad.- Esta Ley tiene por objetivo establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.”
- Resolución N. 111 AGROCALIDAD: Guía de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP). Art. 1 Las disposiciones contenidas en la presente resolución son aplicables a las unidades productivas pecuarias donde se crían diferentes tipos de ganado, a la infraestructura, las instalaciones, los equipos, los utensilios, los insumos agropecuarios, la alimentación, el agua y el personal sometido a las regulaciones de esta resolución.
- Resolución N.217 AGROCALIDAD: Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche. El ámbito de aplicación incluye los predios de producción de ganadería de leche, en los que se contempla la infraestructura, las instalaciones, los equipos, los utensilios, los insumos pecuarios, el agua y el personal sometido a las regulaciones de la Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche
- IFS FOOD (International Featured Standards), Norma para realizar auditorías de calidad y seguridad alimentaria de productos alimenticios. Sirve para auditar empresas que fabrican alimentos o a empresas que empaquetan productos alimentarios a granel. Se centra en la seguridad y calidad alimentaria de los productos procesados.
- Código del trabajo. Art. 38.- Riesgos provenientes del trabajo. - Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Esquema investigativo

La metodología que se implementa en el desarrollo del proyecto, es determinada por cuatro aspectos:



**Figura 1-3.** Metodología de la investigación

Elaborado por: Edgar Castillo

### 3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es el cualitativo, debido a que es de carácter social, permitiendo establecer la relación entre el aporte de la ESPOCH y la población de la parroquia San Juan, y cuantitativo porque se basará en métodos relativos para la recolección de datos, y realizar la definición de parámetros de construcción y fabricación del sistema de ordeño; realizando una interpretación deductiva se identifica si como resultado de esta interrelación concurre una consecuencia en los procesos de la producción de leche, orienta al descubrimiento de la hipótesis y variables de investigación, y verificando así el nivel de validez y confiabilidad del presente estudio.

### 3.3 Alcance de la investigación

El alcance es correlacional ya que la investigación busca establecer la relación entre el sistema de ordeño mecánico y el aporte socioeconómico, tecnológico, para un mayor saneamiento de la producción de leche en los productores en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo.

### 3.4 Tipo de investigación

Investigación de Campo	Investigación Bibliográfica o documental	Investigación experimental
<ul style="list-style-type: none"><li>• La investigación se realizará directamente en los productores en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Constituye la primera etapa de todas, puesto que ésta proporciona el conocimiento de las investigaciones ya existentes –teorías, hipótesis, experimentos, resultados, instrumentos, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puesto que se realizará la verificación del funcionamiento del sistema de ordeño mecánico.</li></ul>

**Figura 2-3.** Tipo de investigación

Fuente: (Álvarez, 2012)

### 3.5 Métodos, técnicas e instrumentos

Para la elaboración de la indagación de la información, se utiliza métodos sucesivos de investigación, técnicas y herramientas de exploración documental que se mencionan a continuación.

#### 3.5.1 Métodos de investigación

Método Deductivo	•Este comienza dando paso a los datos en cierta forma validos, para llegar a una deducción a partir de un razonamiento de forma lógica o suposiciones
Método Analítico	•Método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.
Método Hipotético-deductivo	•Mediante la creación de una hipótesis para explicar las variables de estudio, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos.

**Figura 3-3.** Métodos de investigación

Fuente: (Álvarez, 2012)

#### 3.5.2 Técnicas de investigación

- Observación directa. - Esta permitirá prestar atención exclusivamente la causa de gestión de la institución, posterior se tomará notas en hojas de trabajo.
- Encuestas. - Técnica mediante la cual se adquirió de información de la población a la cual va dirigida la investigación, en este caso hombre y mujeres del sector que se dedican a la ganadería, a través del cual se logró conocer la opinión y valoración de los entes involucrados. Anexo A.
- Fichaje. – La presente técnica de recolección de datos es auxiliar de todas las demás técnicas disponibles; la misma que consiste en registrar los datos que se van logrando en los instrumentos designados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor fracción de la información que se recopila en esta investigación, por esta razón constituye una valiosa herramienta en esa tarea.

### 3.6 Población y muestra

#### 3.6.1 Población

Es necesario establecer la población total de estudio de la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo, para ello de acuerdo al (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2011), la población a analizar en la parroquia de estudio se encuentra estratificada de la siguiente manera:

**Tabla 1-3. Población**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
Hombres	3.283	47,84
Mujeres	3.580	52,16
<b>TOTAL</b>	<b>6.863</b>	<b>100%</b>

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2011)

#### 3.6.2 Muestra

Posteriormente a la obtención de la población de estudio es necesario establecer la muestra a ser analizada, para ello se determina de la siguiente manera, y según (Álvarez, 2012), su fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = Probabilidad de fracaso

D = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Para la estimación de la muestra se realiza con un universo finito ya que la misma es conocida y los factores de estudio se presentan a continuación.

N = 6863

Z = 1.96

P = 0,9

Q = 0,1

D = 0,05

Por ende, se concluye que se debe realizar 136 datos muestrales de la población de la parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo.

### 3.6.3 Estratificación de la muestra

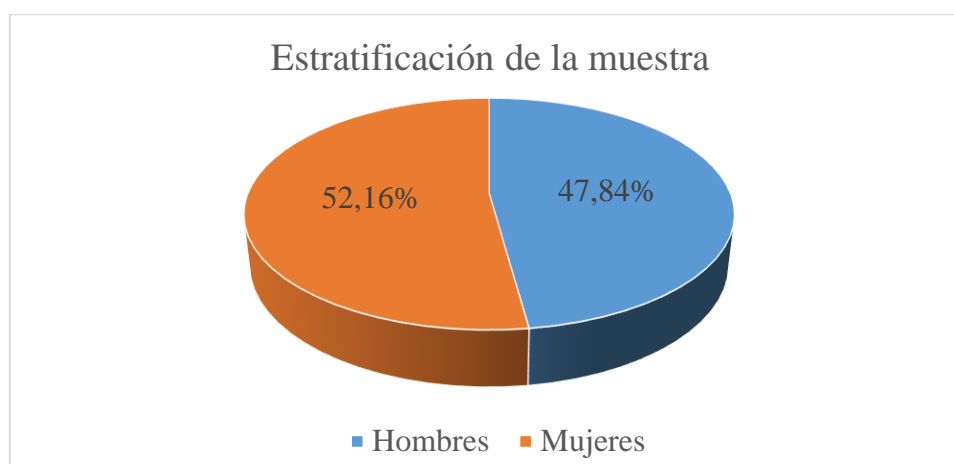
Luego de aplicar la fórmula de la muestra para un universo finito, se determina que se aplicará a 136 personas de la población correspondiente a:

**Tabla 2-3.** Estratificación de la muestra

<b>ESTRATOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Hombres	47,84%	65
Mujeres	52,16%	71
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>136</b>

**Fuente:** Tabla N°.1-3. Estratos de la población

**Elaborado por:** Edgar Castillo



**Gráfico 1-3.** Estratificación de la muestra

**Fuente:** Tabla 2-3. Estratificación de la muestra

En el cual se determina 65 varones en que se debe realizar la encuesta, y 71 mujeres para obtener la información adecuada en la investigación, las cuales pertenecen a la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

## 3.7 Hipótesis

### 3.7.1 Hipótesis General

La implementación de una ordeñadora móvil de dos puestos ayuda a mejorar la productividad del proceso de extracción de leche en la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

## **3.8 Identificación de variables**

### **3.8.1 *Variable independiente***

- Implementación de maquina ordeñadora

### **3.8.2 *Variable dependiente***

- Índice de productividad



### 3.8.3 Operacionalización de variables

**Tabla 3-3.** Operacionalización de variable independiente

Formulación del problema	Variables	Conceptualización	Indicadores	Índices	Técnicas	Instrumentos
¿La implementación de una ordeñadora móvil de dos puestos permitirá incrementar la calidad e inocuidad de la leche cruda en función de la producción y utilidad en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo?	<b>Variable Independiente</b> Implementación de maquina ordeñadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es la adaptación de un aparato que permite realizar el ordeño (extrae leche) mecánico de los animales de ganadería lechera, la misma que puede estar en un establo o se puede trabajar directamente en lugar que se encuentra el animal, mejorando las condiciones del producto y ayudando a un mejor control de la producción de leche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comodidad de ordeño establo o potrero.</li> <li>Cuidado del animal</li> <li>Sanidad del producto.</li> <li>Control de producción</li> </ul>	<p>¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?</p> <p>¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?</p> <p>¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?</p> <p>¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación</li> <li>Investigación</li> <li>Encuesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuadros comparativos</li> <li>Cuestionario de encuestas</li> </ul>

Elaborado por: Edgar Castillo

**Tabla 4-3.** Operacionalización de variable dependiente

Formulación del problema	Variables	Conceptualización	Indicadores	Índices	Técnicas	Instrumentos
<p>¿La implementación de una ordeñadora móvil de dos puestos permitirá incrementar la calidad e inocuidad de la leche cruda en función de la producción y utilidad en la Parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo?</p>	<p><b>Variable Dependiente</b> Productividad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Productividad</li> </ul> <p>Se denomina productividad a la actividad que consiste realizar la extracción de leche estimando su cantidad, inocuidad, utilidad, cuyos factores también dependen de del manejo, alimentación higiene, clima, raza, mejoramiento genético en un período de tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad</li> <li>Precio</li> <li>Raza de ganado</li> <li>Buenas prácticas de producción</li> <li>Alimentación</li> </ul>	<p>¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?</p> <p>¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?</p> <p>¿La raza del ganado influye en la producción de leche?</p> <p>¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?</p> <p>¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación</li> <li>Investigación</li> <li>Encuesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuestionario de encuesta</li> </ul>

Elaborado por: Edgar Castillo

### 3.9 Descripción del sector

San Juan es una de las once parroquias rurales del cantón Riobamba, en la Provincia de Chimborazo, la misma que se encuentra localizada junto a las faldas del Nevado Chimborazo.



**Figura 4-3.** Parroquias del cantón Riobamba

Fuente: GAD Riobamba

#### 3.9.1 Características demográficas

En concordancia con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, la pobreza ocasionada por necesidades básicas insatisfechas, en esta parroquia alcanza el 82,75% total de la población, y el 57,89% de pobreza extrema.

Tienen acceso a la red de alcantarillado, el 33% de las viviendas, mientras tanto que el 35% los hogares disponen de siquiera de algún tipo de servicio higiénico exclusivo para las viviendas. Agua entubada por red pública dentro de la vivienda: 33%. Energía Eléctrica 86%. Servicio telefónico 9%.

### 3.9.2 Datos generales

**Tabla 5-3.** Datos generales de la Parroquia Rural San Juan.

<b>Parroquia</b>	San Juan
<b>Provincia</b>	Chimborazo
<b>Cantón</b>	Riobamba
<b>Altitud</b>	2850 msnm
<b>Superficie parroquia</b>	23520,8 ha
<b>Parroquialización</b>	27 de mayo de 1878
<b>Población</b>	6863
<b>Límites</b>	Hacia el norte cantón Guano, este cantón Riobamba, Sur cantón Colta, Oeste Provincia de Bolívar.
<b>Temperatura</b>	12 – 16 °C.
<b>Otros</b>	Tasa de migración estacional dentro del país es del 0.8%, tasa de migración permanente fuera del país es de 0,4%.  El 93% de las comunidades de la parroquia San Juan, se han autodefinido como mayoritariamente indígenas, el 7% se han identificado como mestizos.

**Fuente:** Datos obtenidos del Plan de desarrollo y Ordenamiento territorial de la Parroquia San Juan 2011

## 3.10 Procesamiento y análisis de información

### 3.10.1 Plan de recolección de información

En la presente investigación se ha aplicado la técnica de la encuesta, con su respectivo instrumento: el cuestionario estructurado, y las preguntas establecidas fueron sometidas a una validación por expertos, la misma que se encuentra citada en el Anexo B.

**Tabla 6-3.** Plan de recolección de información

<b>Nº.</b>	<b>PREGUNTA BÁSICA</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>1</b>	¿Para qué?	Para conseguir los objetivos de la investigación
<b>2</b>	¿De qué personas u objetos?	Hombres y mujeres(Productores)
<b>3</b>	¿Sobre qué aspectos?	Indicadores de la operacionalización de variables
<b>4</b>	¿Quién?	Investigador
<b>5</b>	¿Cuándo?	Septiembre-octubre del 2017
<b>6</b>	¿Dónde?	Parroquia San Juan (Chimborazo)
<b>7</b>	¿Cuántas veces?	Dos veces la primera al diagnóstico y otra a la evaluación del diseño
<b>8</b>	¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta
<b>9</b>	¿Con qué?	Cuestionario estructurado
<b>10</b>	¿En qué situación?	De sinceridad y respeto

Elaborado por: Edgar Castillo

### **3.10.2 Procedimiento para la información**

- Los datos recogidos se transforman persiguiendo ciertos procedimientos.
- Revisión crítica de la información acumulada; es decir limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no pertinente.
- Repetición de la recolección, en innegables casos individuales para corregir fallas de contestación.
- Tabulación o cuadros de acuerdo a variables de cada hipótesis; cuadros de una sola variable, cuadro con cruces de variables.
- Manejo de información reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente que no influye significativamente en los análisis.
- Estudio estadístico de fiabilidad alfa de Cronbach

### 3.10.3 Procesamiento de la información

**Tabla 7-3.** Resultados de encuestas-Hombres

N°	Preguntas	Alternativas			
		SI	A VECES	NO	Total
1	¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?	54	5	6	65
2	¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?	17	4	44	65
3	¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?	45	6	14	65
4	¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?	8	6	51	65
5	¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?	26	9	30	65
6	¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?	50	8	7	65
7	¿La raza del ganado influye en la producción de leche?	47	16	2	65
8	¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?	4	6	55	65
9	¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?	32	10	23	65
<b>TOTAL</b>		<b>283</b>	<b>70</b>	<b>232</b>	<b>585</b>

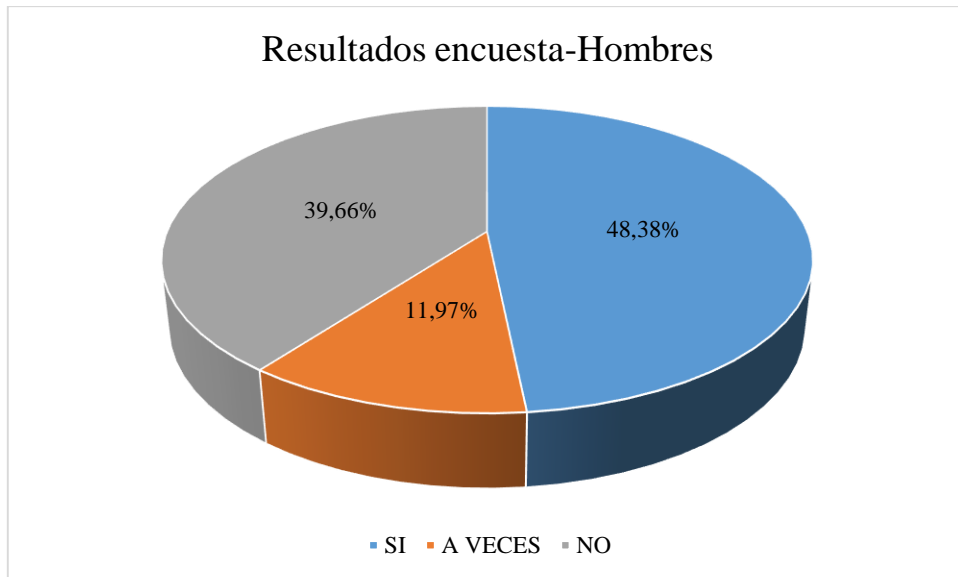
Fuente: Operacionalización de variables

Realizado por: Edgar Castillo

**Tabla 8-3.** Resultados acumulados de la encuesta aplicada en la parroquia San Juan

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	283	48,38%
A VECES	70	11,97%
NO	232	39,66%
<b>TOTAL</b>	<b>585</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Edgar Castillo



**Gráfico 2-3.** Resultados acumulados de la encuesta aplicada a la población de hombres de la parroquia San Juan

**Fuente:** Tabla 7-3. Resultados de encuesta.

En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 48,38 por ciento de las personas encuestadas presentan datos favorables, 11,97 por ciento presentan una actitud intermedia de negatividad o no tienen claro las características del sistema de ordeño mecánico, y un 39,66 por ciento de las personas encuestadas presentan negatividad en la encuesta realizada. Los resultados acumulados son una herramienta primordial para el desempeño global de la investigación y mantener una adecuada línea de adquisición de información y su posterior análisis e interpretación en el análisis inferencial.

**Tabla 9-3.** Resultados de encuestas-Mujeres

N°	Preguntas	Alternativas			
		SI	A VECES	NO	Total
1	¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?	55	7	9	71
2	¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?	16	10	45	71
3	¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?	58	6	7	71
4	¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?	5	7	59	71
5	¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?	27	11	33	71
6	¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?	54	10	7	71
7	¿La raza del ganado influye en la producción de leche?	9	7	55	71
8	¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?	52	17	2	71
9	¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?	53	10	8	71
<b>TOTAL</b>		<b>329</b>	<b>85</b>	<b>225</b>	<b>639</b>

**Fuente:** Operacionalización de variables

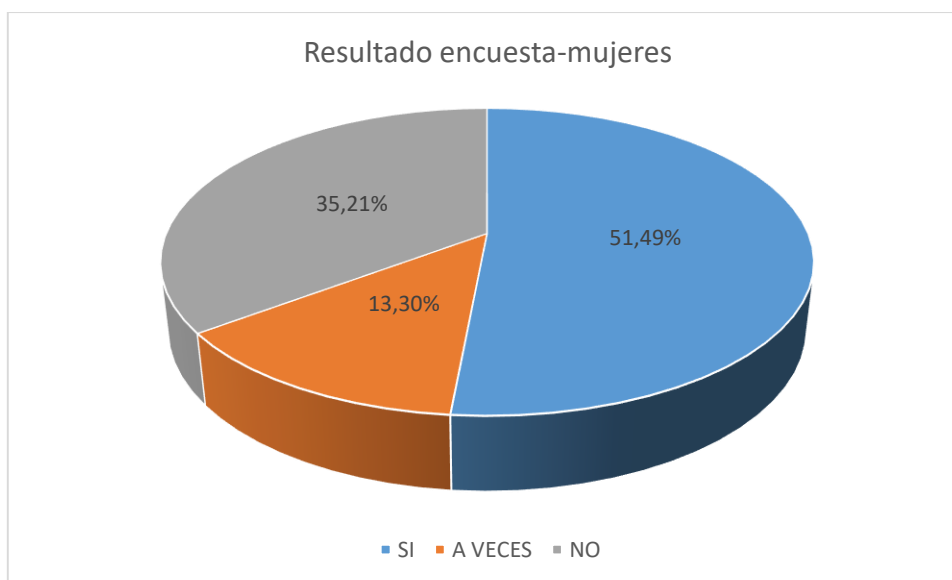
**Elaborado por:** Edgar Castillo



**Tabla 10-3.** Resultados acumulados de la encuesta aplicada en la parroquia San Juan

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
SI	329	51,49%
A VECES	85	13,30%
NO	225	35,21%
<b>TOTAL</b>	<b>639</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 8-3. tabla de encuesta-mujeres



**Gráfico 3-3.** Resultados acumulados de la encuesta aplicada a la población de mujeres de la parroquia San Juan

Fuente: Tabla 9-3. Resultados acumulados de la encuesta aplicada

En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 51,49 por ciento de las mujeres encuestadas presentan datos favorables para el proceso investigativos un 13,30 por ciento presentan una actitud intermedia de negatividad o no tienen claro las características acerca de un ordeño mecánico, y un 35,21 presentan negatividad en la encuesta realizada. Los resultados acumulados son una herramienta primordial para el desempeño global de la investigación y mantener una adecuada línea de adquisición de información y su posterior análisis e interpretación en el análisis estadístico inferencial, estos datos se deben a que las mujeres en su mayoría realizan las labores de ordeño en la parroquia San Juan.

### 3.10.4 Análisis por ítem encuesta realizada

**Tabla 11-3.** Cuestionario de relación Hombres-Mujeres

N°	Preguntas	Alternativas			Total
		SI	A	NO	
1	¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?	109	12	15	136
2	¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?	33	14	89	136
3	¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?	103	12	21	136
4	¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?	13	13	110	136
5	¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?	53	20	63	136
6	¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?	104	18	14	136
7	¿La raza del ganado influye en la producción de leche?	56	23	57	136
8	¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?	56	23	57	136
9	¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?	85	20	31	136
<b>TOTAL</b>		612	155	457	1224

Fuente: Operacionalización de variables

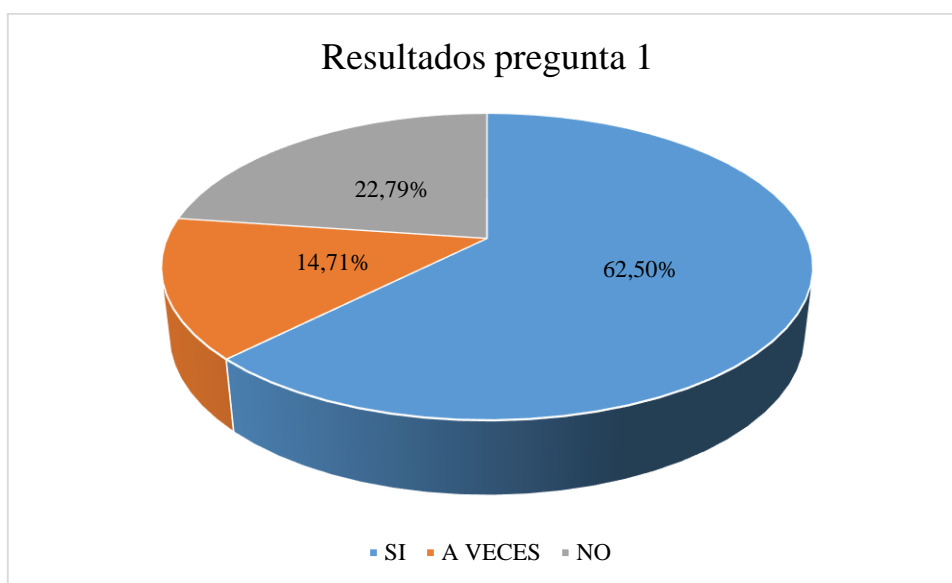
Elaborado por: Edgar Castillo

Pregunta 1. ¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?

**Tabla 12-3.** Resultados acumulados de la pregunta 1 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	109	80,15%
A VECES	12	8,82%
NO	15	11,03%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 4-3.** Resultados acumulados pregunta 1

Fuente: Tabla 12-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

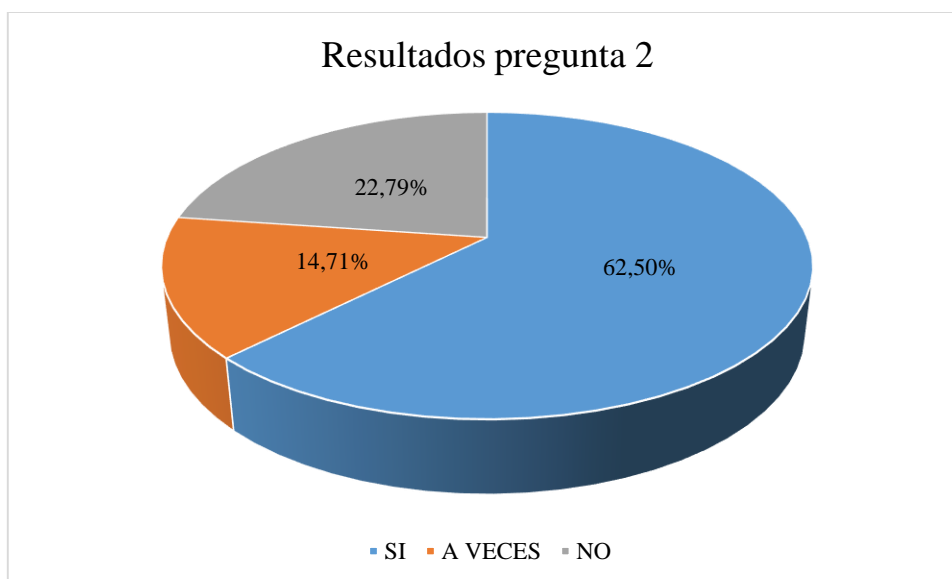
En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 por ciento de las personas encuestadas realizan el ordeño directamente en el sitio donde se encuentran las vacas, es decir en el potrero lo cual representa una gran mayoría, representando un 22,79 por ciento de personas que desconocen del tema o realizan el proceso de ordeño juntando a las vacas. Por ende, es favorable la presentación de un diseño portátil y que pueda transportar a los lugares donde se realiza el ordeño.

Pregunta 2. ¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?

**Tabla 13-3.** Resultados acumulados de la pregunta 2 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	33	24,26%
A VECES	14	10,29%
NO	89	65,44%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 5-3.** Resultados acumulados pregunta 2

Fuente: 3.12. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

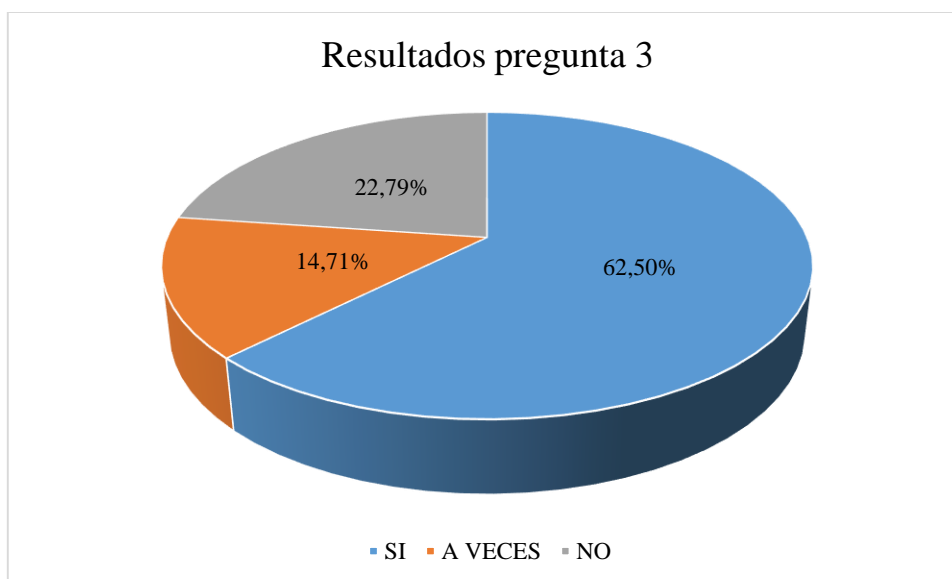
En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 por ciento de las personas encuestadas si utilizan un desinfectante en proceso de extracción de leche, puesto que en el ordeño manual existen microorganismos o bacterias que pueden transportarse en las manos en la extracción de leche y por ende representan la mayoría de la población encuestada, un 22,79 por ciento de la población encuesta representa a las personas que si consideran importante o utilizan desinfectante pero no disponen de este producto, y un 14,71 por ciento en pocas ocasiones lo utilizan.

Pregunta 3. ¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?

**Tabla 14-3.** Resultados acumulados de la pregunta 3 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	103	75,74%
A VECES	12	8,82%
NO	21	15,44%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 6-3.** Resultados acumulados pregunta 3

Fuente: Tabla 14-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

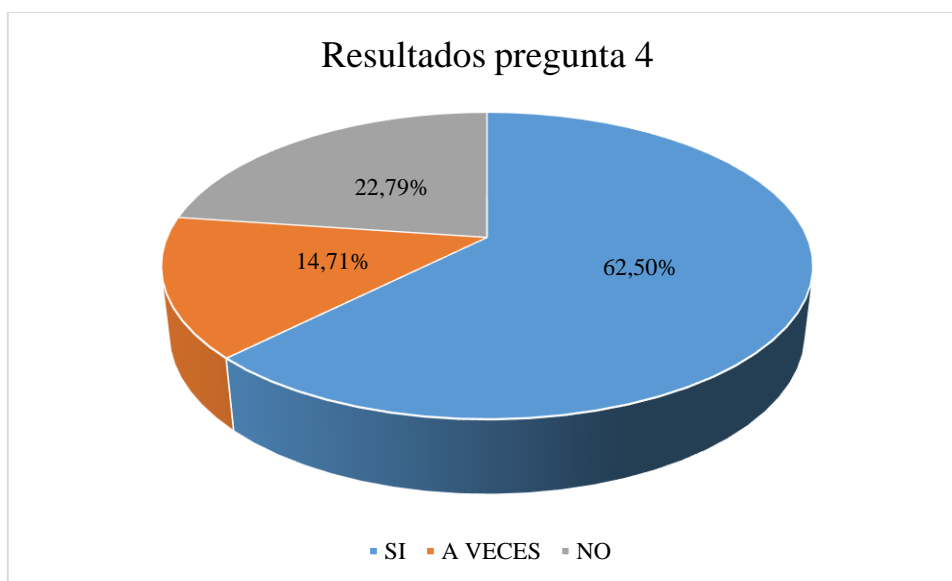
En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 por ciento de las personas encuestadas realizan un proceso de filtrado o cernido de la leche, lo cual es un indicador importante, de la misma manera hay un 22,79 por ciento de las personas encuestadas que no realizan el proceso de filtrado de la leche este factor es perjudicial en la calidad de la leche, y un 14,71 por ciento que se presentan a las personas que desconocen del tema o presentan datos adversos para la encuesta.

Pregunta 4. ¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?

**Tabla 15-3.** Resultados acumulados de la pregunta 4 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	13	9,56%
A VECES	13	9,56%
NO	110	80,88%
<b>TOTAL</b>	136	100,00%

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 7-3.** Resultados acumulados pregunta 4

Fuente: Tabla 15-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

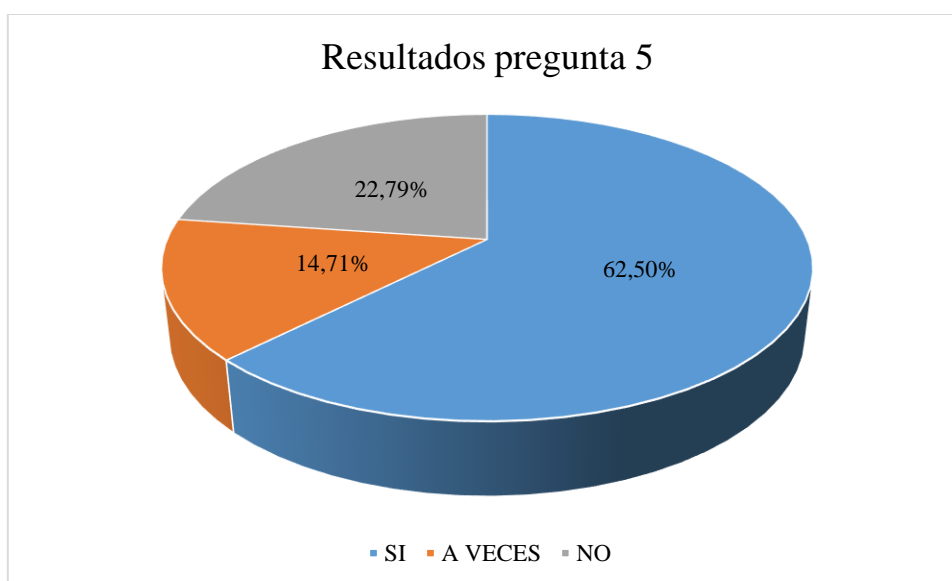
En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 por ciento comentan que, si poseen un registro de control diario de la producción de leche, esto lo realizan con la finalidad de controlar el volumen mensual y la utilidad mensual del mismo, y un 22,79 por ciento de las personas encuestadas responden que no llevan ningún control de la producción diaria de leche y un 14,71 por ciento presentan un descuido en el control por registros.

Pregunta 5. ¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?

**Tabla 16-3.** Resultados acumulados de la pregunta 5 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	53	38,97%
A VECES	20	14,71%
NO	63	46,32%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 8-3.** Resultados acumulados pregunta 5

Fuente: Tabla 16-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

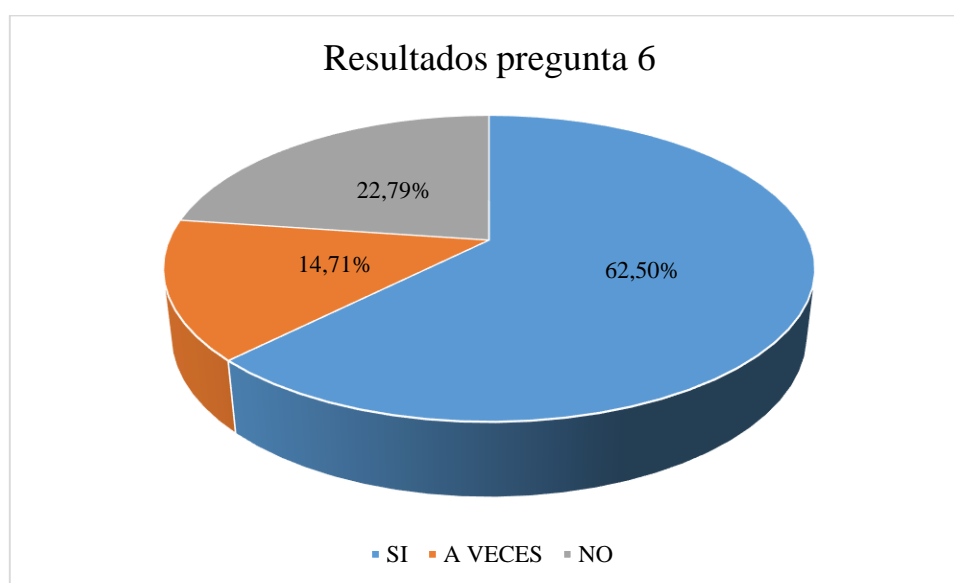
Los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que en área productiva se relaciona que el clima afecta en el incremento de la producción lechera con un 62,50 por ciento de la población encuestada responden el clima en la zona si afecta en muchas ocasiones esto se debe que las temperaturas bajas en ciertos periodos del año y un 22,79 por ciento responden con indiferencia o actitud de desconocimiento de la cuestión planteada incluyendo a estas el 14,71 por ciento.

*Pregunta 6. ¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?*

**Tabla 17-3.** Resultados acumulados de la pregunta 6 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	104	76,47%
A VECES	18	13,24%
NO	14	10,29%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 9-3.** Resultados acumulados pregunta 6

Fuente: Tabla 17-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

Los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 afirman que la calidad de la leche afecta el precio, por ende, se interrelaciona con un mejoramiento de la calidad con la implementación del sistema de ordeño mecánico, un 22,79 concluyen que no afecta en el precio, lo cual es un dato relativamente bajo con respecto al porcentual, y un 14,71 por ciento no estiman importante la calidad del producto o la influencia del precio.

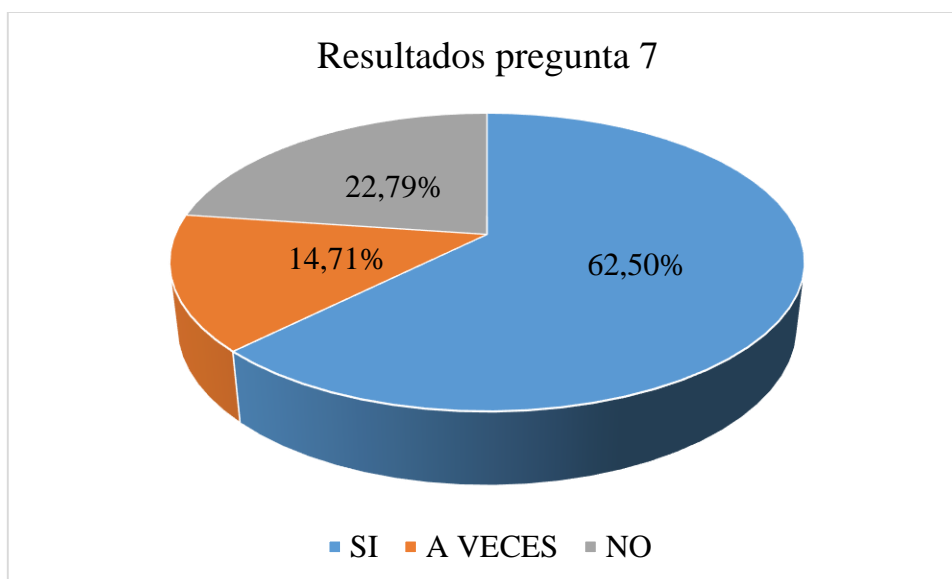


Pregunta 7. ¿La raza del ganado influye en la producción de leche?

**Tabla 18-3.** Resultados acumulados de la pregunta 7 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	56	41,18%
A VECES	23	16,91%
NO	57	41,91%
<b>TOTAL</b>	136	100,00%

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 10-3.** Resultados acumulados pregunta 7

Fuente: Tabla 18-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

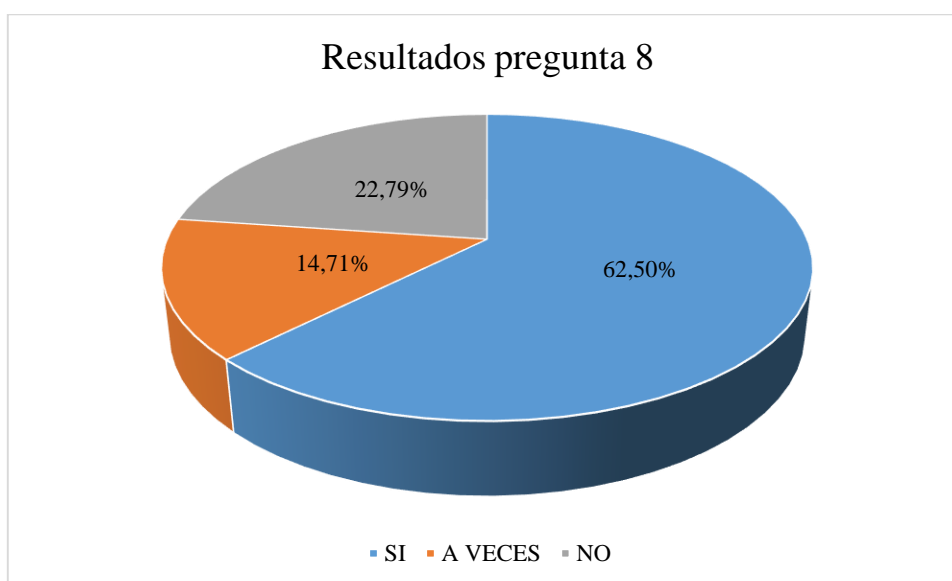
Los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que la personas si tienen conocimiento de la influencia de la raza del ganado y la afectación de la producción con un 62,50 por ciento, esto implica en la implementación del sistema de un ordeño mecánico por razones específicas de alta producción que tienen ciertas razas ganaderas puesto que si no se mejora el sistema de gestión total para incrementar la producción diaria de leche no cubriría la inversión del sistema propuesto, y en total un 37,5 por ciento no tienen conocimiento de las razas de ganado leche y su influencia en la producción.

Pregunta 8. ¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?

**Tabla 19-3.** Resultados acumulados de la pregunta 8 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	56	41,18%
A VECES	23	16,91%
NO	57	41,91%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 11-3.** Resultados acumulados pregunta 8

**Fuente:** Tabla 19-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

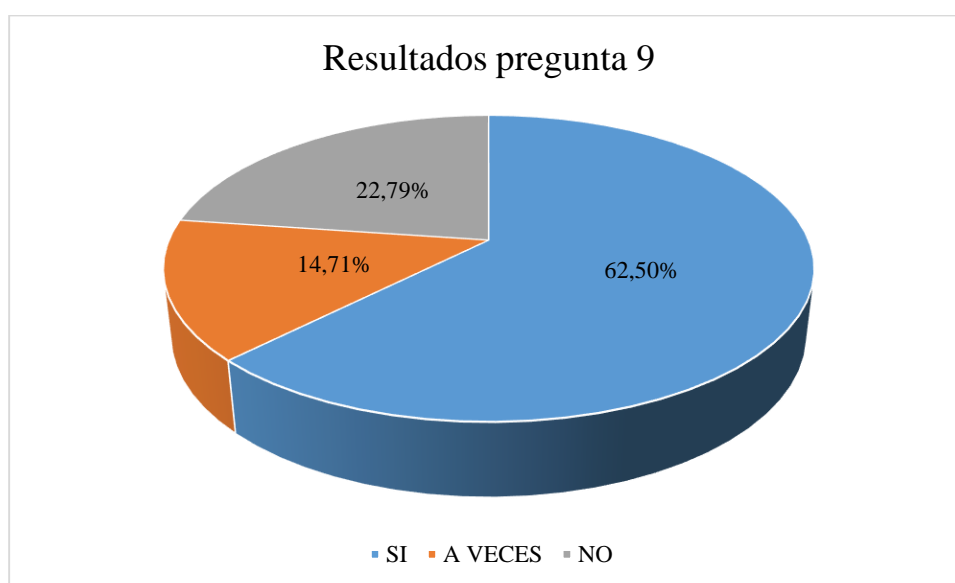
Los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 por ciento de las personas encuestadas comentan que el alimento balanceado es muy importante en el incremento de la productividad de leche del sector, lo cual es importante en el instante de ordeño para la relajación del animal y no se produzca un estrés por el ruido del equipo es necesario conocer estos beneficios para una implementación de un sistema de ordeño, un 22,79 por ciento de personas comentan que el alimento balanceado no afecta en el sistema productivo, un 14,71 por ciento se encuentran indecisos de la pregunta en cuestión.

*Pregunta 9. ¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?*

**Tabla 20-3.** Resultados acumulados de la pregunta 9 de la encuesta aplicada.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	85	62,50%
A VECES	20	14,71%
NO	31	22,79%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Tabla 11-3. Cuestionario de relación Hombres-Mujeres



**Gráfico 12-3.** Resultados acumulados pregunta 9

Fuente: Tabla 20-3. Resultados acumulados Hombres-Mujeres

Los resultados obtenidos en la encuesta se puede notar que un 62,50 por ciento comentan que la higiene en la producción si afecta el precio de la leche, por ende, con un sistema de ordeño mecánico se reduce la contaminación de la leche y se mejora la higiene de la misma, un 22,79 comentan que no influye en el precio estándar que maneja el sector, o su afectación es mínima, y un 14,71 por ciento responden de manera incoherente o desconocen del tema mencionado en la encuesta.

**Tabla 21-3. Matriz de correlaciones entre elementos**

	1.- ¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?	2.- ¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?	3.- ¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?	4.- ¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?	5.- ¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?	6.- ¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?	7.- ¿La raza del ganado influye en la producción de leche?	8.- ¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?	9.- ¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?
1.- ¿El sitio del proceso de ordeño lo realiza en el potrero?	1,000	,323	,924	,214	,472	,950	,510	,510	,785
2.- ¿Utiliza sellado o desinfectante en el proceso de ordeño?	,323	1,000	,370	,755	,804	,356	,762	,762	,499
3.- ¿Realiza un proceso de filtrado o cernido de la leche?	,924	,370	1,000	,244	,540	,950	,584	,584	,875
4.- ¿Posee un registro de control diario de la producción de leche?	,214	,755	,244	1,000	,532	,235	,504	,504	,330
5.- ¿La alteración del clima afecta en el incremento de la producción?	,472	,804	,540	,532	1,000	,519	,963	,963	,728
6.- ¿Desde su percepción la calidad de la leche afecta el precio de comercialización de la leche?	,950	,356	,950	,235	,519	1,000	,562	,562	,851
7.- ¿La raza del ganado influye en la producción de leche?	,510	,762	,584	,504	,963	,562	1,000	1,000	,787
8.- ¿El alimento balanceado afecta la producción de leche?	,510	,762	,584	,504	,963	,562	1,000	1,000	,787
9.- ¿La higiene en el ordeño manual afecta el precio de comercialización de la leche?	,785	,499	,875	,330	,728	,851	,787	,787	1,000

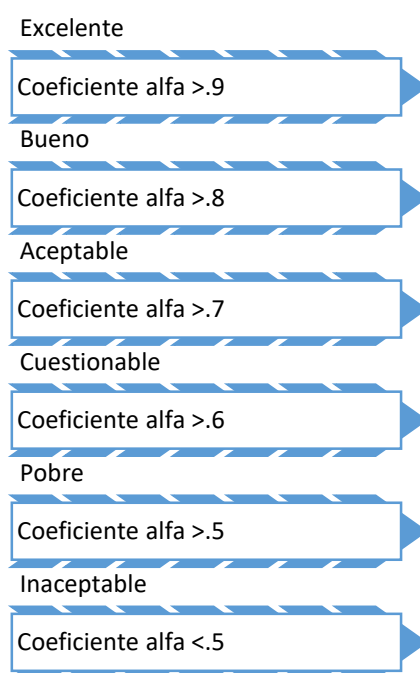
**Elaborado por:** Edgar Castillo

**Fuente:** Software SPSS

En la anterior tabla se puede identificar la correlación de los elementos analizados en las encuestas y medir el impacto para la proporción de datos entre las preguntas, determinando así las preguntas que pueden aportar significativamente la información las que presentan mayor correlación entre las mismas.

### 3.10.5 Análisis de fiabilidad de datos alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida y verificar la veracidad de los datos analizados en la encuesta cuyos rangos están definidos por:



El análisis estadístico de fiabilidad alfa de Cronbach se encuentra analizado en la siguiente tabla:

**Tabla 22-3.** Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,885	9

Elaborado por: Edgar Castillo  
Fuente: Software SPSS

Se puede notar que se tiene un Alfa de Cronbach de 0,885 el cual es un valor relativamente alto encontrándose en un nivel de confiabilidad Bueno.

### 3.11 Identificación del proceso

Se identifica la producción por el sistema manual o tradicional de extracción de leche que lo realizan actualmente los productores de la parroquia San Juan de la ciudad de Riobamba de la provincia de Chimborazo.

A continuación, se muestra la secuencia de actividades requeridas para la extracción del producto lácteo que realizan las personas y de esta manera tratan de satisfacer las necesidades de la demanda del sector.

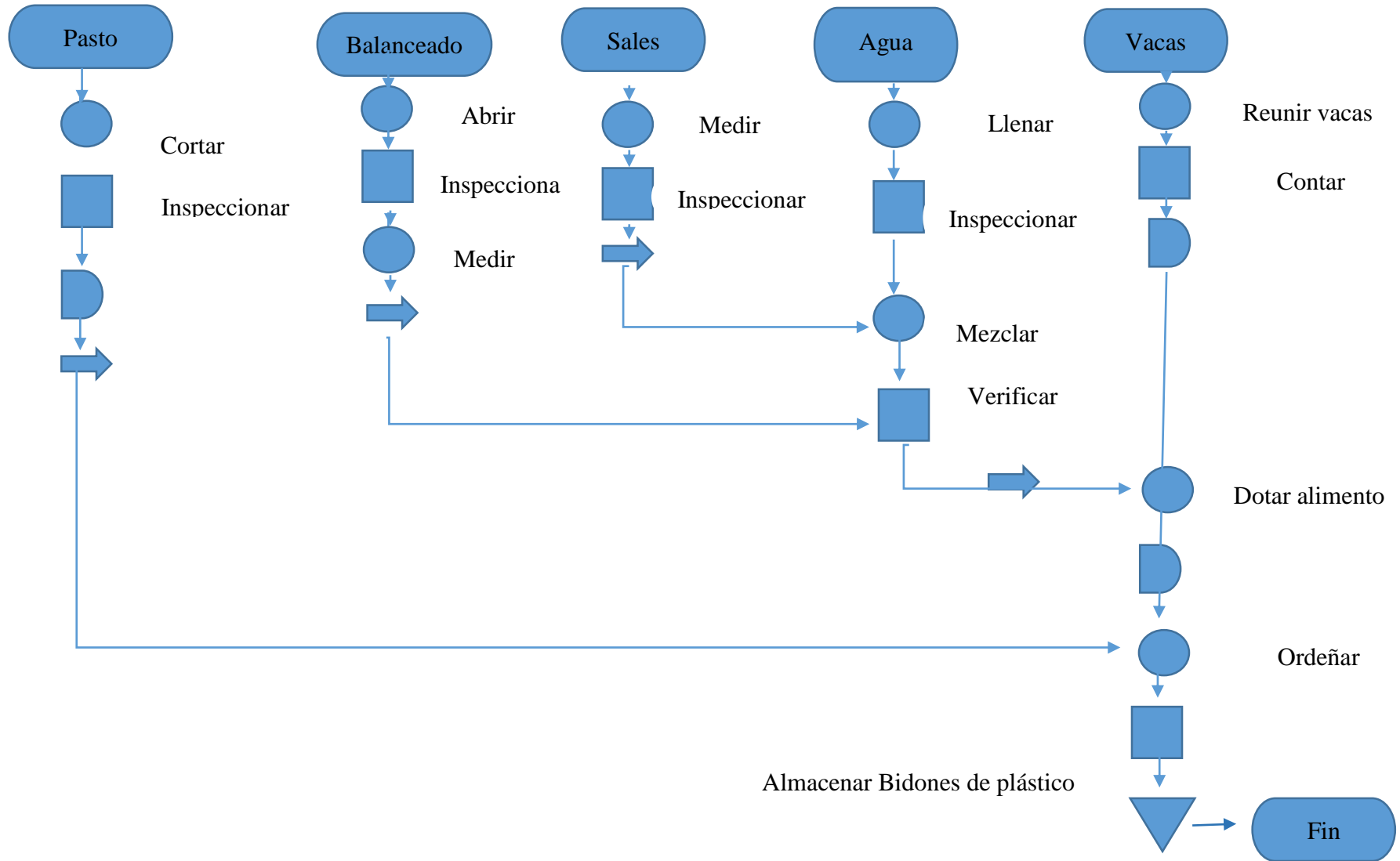


**Figura 5-3.** Imagen del proceso manual de extracción de leche.

**Fuente:** Parroquia San Juan, 2017

Se puede notar que el sistema tradicional o convencional concurre en afectaciones físicas, ergonómicas y solubles por agentes ambientales, estos factores se pueden reducir la afectación con la implementación de sistemas con nuevas tecnologías.

**Figura 6-3.** Diagrama de flujo del proceso extracción manual.



METODO ACTUAL:		DIAGRAMA DEL PROCESO TIPO MATERIAL
METODO PROPUESTO:		FECHA: 2017-09-01
SUJETO DEL DIAGRAMA: Ordeño manual		HECHO POR: Edgar Castillo
El diagrama empieza en el amarre de piernas de la vaca y termina con el depósito de la leche en el tanque o bidón.		DIAGRAMA N° D.P.01
DEPARTAMENTO:	Producción	HOJA N° 1 DE 1

Distancia(m)	Tiempo (s)	Simbolos del Diagrama	Descripción del Proceso
-	-		Almacenamiento de baldes y cabos.
10,0	20,0		Transporte de instrumentos y equipos al lugar cercano a la vaca
0,0	10,0		Sujetar las piernas de la vaca con una cuerda.
4,0	5,0		Transportar balde tipo silla
0,0	3,0		Ubicar balde tipo silla
4,0	5,0		Transportar balde de depósito del ordeño
0,0	5,0		Tomar posición
0,0	70,8		Proceso de ordeño
0,0	5,0		Retirar balde de depósito del ordeño
1,0	4,0		Soltar las piernas de la vaca con una cuerda.
4,0	5,0		Retirar balde tipo silla
10,0	30,0		Transportar la leche al depósito final
0,0	4,0		Vaciar la leche en el depósito
-	-		Almacenamiento del producto
<b>33</b>	<b>166,8</b>		

RESUMEN			
Actividad	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)
Operación	6	97,8	0
Transporte	5	64,0	33,0
Demora	1	5,0	0
Inspección	0	0,0	0
Almacenaje	2	0,0	0
Almacenaje temporal	0	0,0	0
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>166,8</b>	<b>33</b>

**Figura 7-3.** Diagrama del proceso manual de extracción de leche lts/cu.

Fuente: Parroquia San Juan, 2017

Se estima un tiempo de 166,8 segundos por cada dos litros de leche ordeñados se concluye que por cada litro equivalente 2,78 minutos. Y la distancia aproximada recorrida en el proceso de ordeño convencional es de 33 metros.



## CAPÍTULO IV

### 4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

#### 4.1 Parámetros de diseño

Para considerar los cálculos de dimensionamiento del sistema se desarrolla mediante unas formulas establecidas, con las cuales se calcula las medidas básicas partiendo de unos datos de entrada como son: altura del sitio de ordeño, cantidad de vacas a ordeñar simultáneamente, a longitud del sistema de línea de vacío y la respectiva presión de vacío de operación deseada o de trabajo. (Quintero, 2010)

A continuación, se mencionan los cálculos de dimensionamiento del sistema para unas necesidades específicas.

El equipo de ordeño estará ubicado en la parroquia San Juan de la ciudad de Riobamba, de la provincia de Chimborazo, se encuentra aproximadamente a 2850 metros sobre el nivel del mar, y el sistema será utilizado para ordeñar 2 vacas paralelamente. El equipo será manejado por un solo operario, el mismo que coloca las unidades de ordeño con intervalos de 30 segundos para compensar el ciclo consecutivo del sistema.

La presión de vacío de trabajo del sistema de trabajo se recomienda de 48 a 50 Kpa, de acuerdo a (Quintero, 2010). La longitud de la tubería necesaria para el sistema de vacío es aproximadamente 2 metros, puesto que corresponde a un equipo portátil y compacto de dos puestos de ordeño (Quintero, 2010).

#### 4.1.1 Proceso del diseño

**Tabla 1-4.** Fases para el diseño

FASE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS
Conceptualización del diseño	Herramientas de modelado geométrico
Parámetros	Determinación de parámetros del sistema
Modelado del diseño y simulación	Las anteriores más herramientas de animación, ensamblaje y aplicaciones de modelado específicas.
Análisis del diseño	Aplicaciones de análisis generales (FEM), aplicaciones a medida
Evaluación del diseño	Herramientas de acotación, tolerancias, listas de materiales, evaluaciones por el software pertinente.
Informes y documentación	Herramientas de dibujo de planos y detalles. Mantenimiento, etc.

Fuente: (Larrea, 2010)

**Tabla 2-4.** Proceso de fabricación

FASE DE FABRICACIÓN	HERRAMIENTAS REQUERIDAS
Planificación de procesos	Herramientas, equipos, análisis de costes, especificaciones de materiales y herramientas
Diseño, rediseño de piezas	Adquisición de piezas y equipos
Inspección	Aplicaciones de inspección
Ensamblaje	Simulación calibración
Control	Verificar el funcionamiento

Fuente: (Larrea, 2010)

#### 4.1.2 Determinación del diámetro interior mínimo de la conducción de leche

Desde 1996, la norma ISO 5707 que es la que admite una caída en la presión del vacío máxima de 2 Kpa en el sistema de conducción de leche entre el receptor (tanque) y

cualquier punto de ella, para beneficiar así el régimen laminar por lo general del tiempo de ordeño. Esta caída de los niveles de vacío, cabe considerar que es adecuada para mantener las condiciones óptimas en el proceso de ordeño. (Quintero, 2010).

La máxima cantidad de leche que fluye por el lactoducto hacia el receptor o tanque QL, está fijada por la cantidad de vacas y por el máximo flujo de leche por vaca según (DeLaval, 2011) es aproximadamente 5 l/min.

En entonces la cantidad de líquido que fluye sería:

$$Q_L = 2 * 5L/min$$

$$Q_L = 10 L/min; \text{ es decir } 10 \text{ Litros por minuto}$$

Flujo total de aire en la línea de leche  $Q_T$ , se debe considerar el caudal de aire fijo de 10 l/min por el orificio que guía los colectores, y el caudal de aire intermitente que es el que se origina por el cambio de pezoneras entre vaca y vaca. De acuerdo a técnicos en área del ordeño para un operario metódico, el caudal de aire intermitente puede ser aproximadamente 100 l/min, y 200 l/min para un operador que sea menos calificado. El escenario pesimista considerando que el operario no este calificado al cambiar pezoneras entre vaca y vaca, el flujo de aire total se calcula así:

$$Q_T = 10 \frac{L}{min} + 200 \frac{L}{min}$$

$$Q_T = 210 \frac{L}{min}; \text{ es decir } 210 \text{ litros por minuto}$$

El cálculo del diámetro de la línea de leche, se analiza a partir de una ecuación que se deriva de datos obtenidos en investigaciones anteriores que han tenido éxito en la aplicación del sistema de ordeño. (Quintero, 2010)

$$d = \sqrt{\frac{Q_L \times Q_T}{(8,9 \times 10^{-5}) \times 1}}$$

$$d = \sqrt{\frac{10 \text{ L/min} \times 210 \text{ L/min}}{(8,9 \times 10^{-5}) \times 1}}$$

$$d = 26,2 \text{ mm}$$

### 4.1.3 Cálculo del caudal de la bomba de vacío

a) La capacidad de caudal de la bomba de vacío debe compensar o cubrir todas las necesidades de los equipos durante el proceso de ordeño y lavado, además debe tener la suficiente reserva para compensar ingresos de aire imprevistos en toda la instalación. Esto evitara mayormente las caídas de presión de vacío por encima de 2 Kpa en la unidad final todo el transcurso del proceso de ordeño.

La capacidad de esta bomba, esta entonces en función de los siguientes parámetros:

- Demanda durante el ordeño, incluida la reserva real
- Demanda por lavado, si esta es mayor a la de ordeño
- Corrección según la altitud sobre el nivel del mar. (Quintero, 2010)

**Tabla 3-4.** Parámetros de consumo

Parámetros	Definición	Consumo
Consumo durante el ordeño	Los elementos que consumen aire durante el ordeño en un sistema portátil, son los colectores, los pulsadores y un regulador. El consumo de cada uno de estos elementos lo especifica el fabricante	Colectores = 15 l/min Pulsadores = 20 l/min Regulador de vacío = 25 l/min.
Para ordeñar 2 vacas simultáneamente, se necesitan 2 puntos de ordeño, cada uno con un pulsador y con un colector. Se requiere un solo regulador por cada máquina de ordeño. De esta manera se calcula el consumo de los elementos de ordeño.		
Consumo de los elementos = (2 x 15) + (2 x 20) + 25 = 95 l/min		

Fuente: (Quintero, 2010)

b) Reserva real

La reserva real, se puede definir como la cantidad de aire expresada en (l/min) que puede ingresar en el sistema sin que el sistema de vacío descienda más de 2 Kpa. La misma que se calcula de acuerdo a la normativa ISO con las siguientes ecuaciones válidas para ordeño a tarros, estas dependen de la cantidad de vacas a ordeñar al mismo tiempo.

**Tabla 4-4.** Ecuaciones para calcular la reserva real

Numero de vacas a ordeñar simultáneamente (n)	Ecuación de la Reserva Real
De 2 a 10	$80 + 25n$
Más de 10	$330 + 10(n - 10)$

Fuente: (WestfaliaSurge, 2017)

Ya que en el presente estudio se realiza un puesto de ordeño de 2 puestos conviene utilizar la fórmula:  $80 + 25n$ .

$$\text{Reserva real} = 80 + 25(2)$$

$$\text{Reserva real} = 130 \text{ l/min}$$

c) Necesidades de aire para el lavado

Las tuberías que se hallan en contacto con la leche se deben lavar con una solución de lavado (detergente), el mismo que debe fluir por las tuberías en este caso debe ser un flujo turbulento de agua-aire a una velocidad aproximada de 8 m/s. Se establece un caudal de aire necesario Q, esto es para que se produzca un lavado enérgico, y se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{\pi * d^2}{4} * V * \frac{p_B - p}{p_B} * \frac{6}{100}$$

Donde:

Q = Caudal necesario para lavar (l/min)

d = Diámetro interior de la conducción de leche (mm)

V = Velocidad del aire y de la solución en el interior de la conducción (m/min)

PB = Presión atmosférica

P = Vacío de trabajo durante el lavado. (Quintero, 2010)

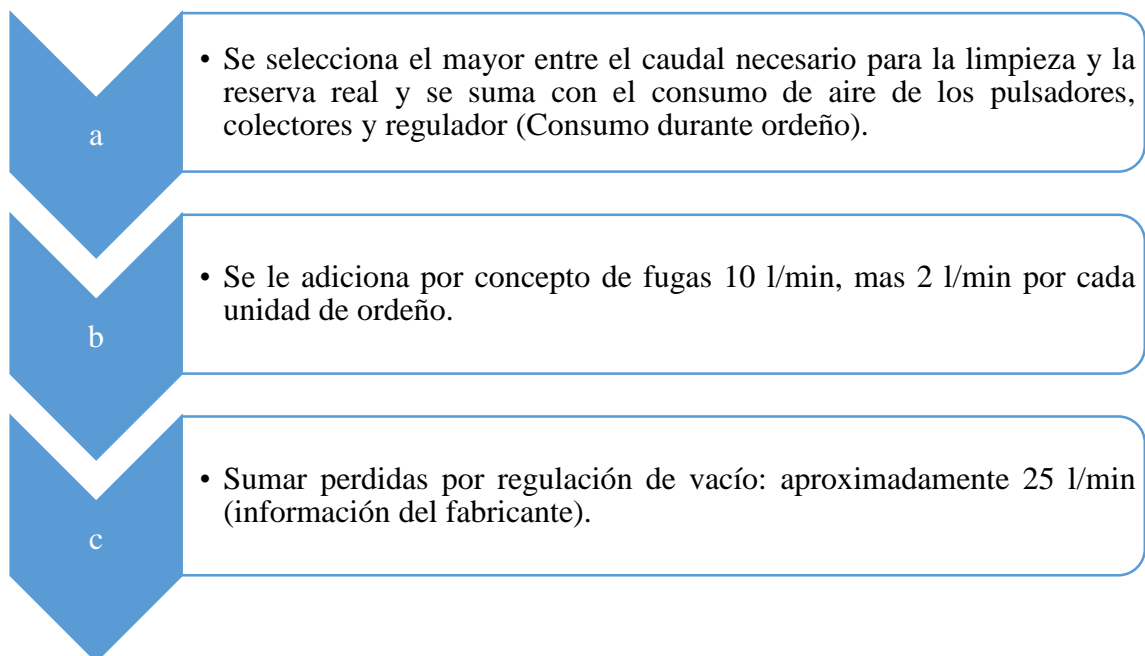
$$Q = \frac{\pi * d^2}{4} * V * \frac{p_B - p}{p_B} * \frac{6}{100}$$

$$Q = \frac{\pi * 26,2^2}{4} * 8 * \frac{80 - 50}{80} * \frac{6}{100}$$

Caudal necesario para el lavado = Q = 97.1 l/min (Litros por minuto)

d) Calculo de la capacidad de la bomba

La capacidad de la bomba debe ser la óptima para que extraiga todo el aire que ingresa en la instalación, esto significa que el aire consumido por los pulsadores, por los colectores y también por el regulador, además de las fugas que puedan presentarse en el sistema y también sin descuidar el flujo que debe mantener la reserva real.



**Figura 1-4.** Capacidad de la bomba

Fuente: (HERNÁNDEZ, 2010)

Capacidad de la bomba = 130 l/min + 95 l/min + 14 l/min + 25 l/min

Capacidad de la bomba = 264 l/min (Litros por minuto)

Por último, es necesario considerar el sitio de funcionamiento o de trabajo de la bomba, es decir, la altura a nivel del mar del sitio de ordeño, puesto que en los cálculos anteriores se tomó como referencia una presión atmosférica aproximada de 100 Kpa.

Se debe corregir la capacidad de la bomba en concordancia de un coeficiente de corrección H, el mismo que se obtiene a partir de la fórmula que muestra en la norma ISO 5707, y en resumen de los coeficientes se especifica a continuación:

**Tabla 5-4.** Factor de corrección H en función de la altura

Altitud msnm	Factor de corrección H				
	42 Kpa	44 Kpa	46 Kpa	48 Kpa	50 Kpa
0 – 300	0.83	0.87	0.91	0.95	1.00
300 – 700	0.87	0.92	0.96	1.01	1.07
700 – 1200	0.92	0.97	1.03	1.09	1.16
1200 – 1700	0.99	1.05	1.11	1.19	1.28
1700 – 2200	1.07	1.14	1.23	1.33	1.45
2200 – 2700	1.18	1.28	1.40	1.54	1.71
2700 - 3200	1.33	1.47	1.65	1.87	2.15

Fuente: (HERNÁNDEZ, 2010)

En la tabla del coeficiente de H, se puede comprobar, que el rendimiento de la bomba disminuye a la vez que, aumenta la altitud del sitio de ordeño, y de la misma manera aumenta cuando disminuye el vacío del sistema en operación.

Como es de conocer la parroquia San Juan se encuentra a 2850 msnm, y el sistema de vacío recomendado de trabajo es 48 Kpa, se puede determinar el factor de corrección por altura H = 1,87.

Se procede a calcular la capacidad de la bomba, este valor ya corregido a la altura de trabajo = CBC = 264 \*1.87

CBC = 493.68 l/min (Litros por minuto)

En el mercado las bombas disponibles se ajustan a parámetros próximos, es decir, es suficiente con una bomba de 500 l/m. Una de las mejores casas comercializadoras de sistemas de ordeño es DeLaval, por ende, se opta por una bomba de esa marca.

#### 4.1.4 Relación de transmisión

##### 4.1.4.1 Selección de poleas

El catalogo del fabricante menciona que con una bomba de 500 litros por minuto se requiere un motor que proporcione 3600 RPM lo cual se encuentra en un motor a gasolina de 7.0 HP.

**Tabla 6-4.** Dimensionamiento de poleas.

<b>Lt/min</b>	<b>Polea bomba (in)</b>	<b>Polea motor (in)</b>	<b>RPM motor</b>	<b>Rpm bomba</b>
<b>BVP300</b>	5	5	3600	1750
<b>BVP500</b>	7	3	3600	1600
<b>BVP900</b>	8	3	3600	1400

**Fuente:** Tablas selección de bombas De Laval.

Calculo de la relación de transmisión K

$$K = \frac{n_1}{n_2}$$

Donde:

$n_1$  = Número de revoluciones entrada (motor)

$n_2$  = Número de revoluciones salida (bomba)

$$K = \frac{3600}{1600}$$

$$K = 2,25$$



4.1.4.2 Cálculo de coeficiente de corrección de potencia.

$$P_C = P * C_C$$

Donde:

P= Potencia motor

$C_C$ = Coeficiente de corrección

**Tabla 7-4.** Coeficiente corrección de potencia.

Valores de C de corrección de potencia, según las condiciones de trabajo y naturaleza de la carga				
Tipo de servicio	Condiciones de trabajo	Motor eléctrico	Motor gasolina	
			n cil. ≥4	n cil. <4
Ligero	Servicio intermitente de funcionamiento ≤ 6 horas diarias ninguna punta de carga.	1	1,1	1,2
Normal	Servicio intermitente de funcionamiento 6-16 horas día	1,2	1,3	1,4

**Fuente:** Catalogo correas industriales DUNLOP.

El valor de  $C_C$  que se ajusta al tipo de aplicación, con motor a gasolina y tipo de servicio ligero, es 1,1. Por ello se reemplaza y se tiene lo siguiente:

$$P_C = 7HP * 1,1$$

$$P_C = 7,7 HP$$

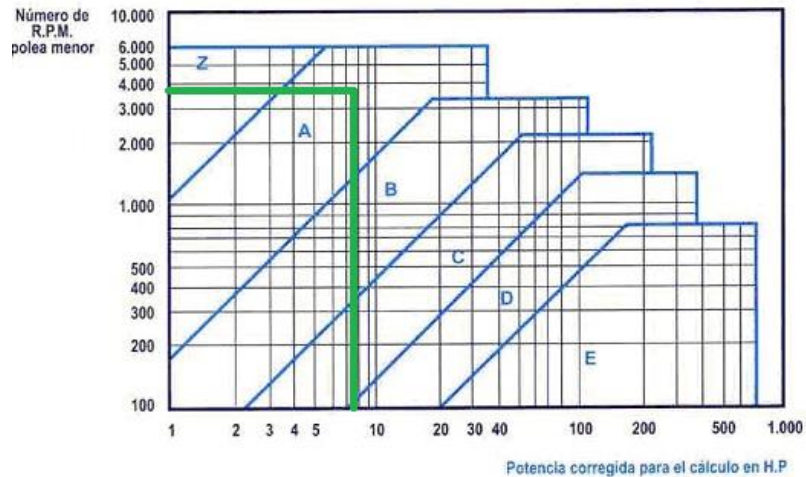
4.1.4.3 Selección de correas.

Para la selección de la sección de la correa se recurre a la siguiente Figura, esto se realiza en función de la potencia corregida y el número de revoluciones de la polea menor que corresponde a la de la polea del motor.

Datos:

Potencia corregida;  $P_C = 7,7 HP$

RPM motor= 3600



**Gráfico 1-4.** Selección de la sección de la correa.

Fuente: Catálogo correas industriales DUNLOP.

Dados los parámetros correspondientes la sección de la correa recae sobre la sección A.

Distancia entre ejes.

Se utilizará la siguiente ecuación para el cálculo de la distancia entre ejes:

$$L \geq \frac{(K+1)d}{2} + d \quad ; \quad \text{Para } 1 \leq K < 3$$

Donde:

$K$  = Relación de transmisión

$d$  = diámetro primitivo de polea menor (El fabricante recomienda 122)

$$L \geq \frac{(2,25 + 1)122}{2} + 122$$

$$L \geq 320,25 \text{ mm}$$

Se toma un valor constructivo de 320 mm  $\pm$ 5, dependiendo del fabricante de la correa.

#### 4.1.5 Resultado del dimensionamiento del sistema

Para cumplir con los requerimientos necesarios de ordeño anteriormente calculados, las dimensiones de los elementos del sistema se mencionan a continuación:

- Una bomba de vacío con caudal de 500 lts/min

- Diámetro interno para conducción de leche de 5/8” por cada unidad de ordeño (1,5 mm recomendado por el fabricante)
- Diámetro interno para la conducción de vacío de 1/8” por cada unidad de ordeño (6 mm recomendada por el fabricante).
- Diámetro interior de distribución 3 ½” que estabilice todo el sistema.

#### 4.1.6 Selección del material de construcción.

Es necesario determinar las características adecuadas para la construcción de la estructura base para el ordeño mecánico.

Por su fácil maquinabilidad y flexibilidad es necesario utilizar un acero de bajo porcentaje de carbono así se evidencia en la siguiente tabla:

**Tabla 8-4.** Clasificación de los aceros de acuerdo a su utilización.

<b>Acero</b>	<b>Contenido de porcentaje de carbono en peso</b>
<b>Acero para calderas</b>	0,10 - 0,15
<b>Acero estructural</b>	0,16 – 0,30
<b>Acero para maquinaria</b>	0,31 – 0,60
<b>Acero para herramienta</b>	0,61 1.2

Fuente: (Almendaris, 2013)

Para realizar estructuras del tipo a construir es necesario considerar la utilización del acero estructural que tiene un porcentaje de carbono de 0,16 a 0,30, siendo de fácil maquinabilidad, y se desea construir la estructura de la maquina por ende es necesario utilizar el acero recomendado para este diseño que es el acero estructural.



**Figura 2-4.** Tubo de acero estructural

Fuente: (GERDAU, 2015)

El diámetro y espesor del tubo estructural se analiza en función del peso soportado por metro y el porcentaje de flexión, seleccionando un tubo de una pulgada (1")

**Tabla 9-4.** Tubería de construcción.

Serie inglesa SDR 26 (11,2 kg/cm <sup>2</sup> )			Serie metrica PN 10		
Diámetro Nominal (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro Nominal (mm)
½ *	21.3	15.8	17	20	20*
¾ *	26.7	23.5	23	25	25
1	33.4	30.4	27.2	32	32
1 ¼	42.2	38.9	36.2	40	40
1 ½	48.3	43.9	45.2	50	50
2	60.3	55.2	57.0	63	63
2 ½	73.0	66.9	67.8	75	75
3	88.9	81.6	85.7	90	90
4	114.3	105.0	99.4	110	110
6	168.3	154.5	144.5	160	160
8	219.1	201.3	180.8	200	200
10	273.1	240.9	230.8	250	250
12	323.9	285.8	290.8	315	300

Fuente: (GERDAU, 2015)

El tubo estructural de una pulgada presenta un diámetro exterior de 33,4 mm y un diámetro interior de 30,4 encontrando un espesor de 3 mm. Las características de un tubo de construcción aproximado de 33,7 mm de diámetro son las siguientes:

**Tabla 10-4.** Características de tubos estructurales

Diámetro exterior	Espesor	Masa por unidad de longitud	Área de la sección transversal	Momento de inercia de flexión	Radio de giro	Módulo de flexión elástico	Módulo de flexión plástico	Momento de inercia de torsión	Módulo de torsión	Área superficial por metro lineal	Longitud nominal por tonelada
D	T	M	A	I	i	W <sub>e</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>t</sub>	C <sub>t</sub>	A <sub>s</sub>	m
mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m	
21.3	2.0	0.95	1.21	0.571	0.686	0.536	0.748	1.14	1.07	0.0669	1050
	2.5	1.16	1.48	0.664	0.671	0.623	0.889	1.33	1.25		863
	3.0	1.35	1.72	0.741	0.656	0.696	1.01	1.48	1.39		739
26.9	2.0	1.23	1.56	1.22	0.883	0.907	1.24	2.44	1.81	0.0845	814
	2.5	1.5	1.92	1.44	0.867	1.07	1.49	2.88	2.14		665
	3.0	1.77	2.25	1.63	0.852	1.21	1.72	3.27	2.43		566
33.7	2.0	1.56	1.99	2.51	1.12	1.49	2.01	5.02	2.98	0.106	640
	2.5	1.92	2.45	3.00	1.11	1.78	2.44	6.00	3.56		520
	3.0	2.27	2.89	3.44	1.09	2.04	2.84	6.88	4.08		440
42.4	2.0	1.99	2.54	5.19	1.43	2.45	3.27	10.4	4.90	0.133	502
	2.5	2.46	3.13	6.26	1.41	2.95	3.99	12.5	5.91		407
	3.0	2.91	3.71	7.25	1.40	3.42	4.67	14.5	6.84		343
	4.0	3.79	4.83	8.99	1.36	4.24	5.92	18.0	8.48		264

Fuente: Características JS275/tubos.SIMEX

#### 4.1.6.1 Efectos ambientales en el comportamiento de los materiales

Es importante considerar los medios circundantes donde va estar sometido el metal con relación a la estructura y propiedades de la misma entre ellas tenemos:

##### a) Carga

El tipo de fuerza o carga debe ser inferior al coeficiente de flexión del tubo de acero estructural elegido para la construcción, El material estructural esta dimensionado para resistir altos esfuerzos para no fallar.

##### b) Temperatura

Los cambios de temperatura alteran mucho las propiedades de los materiales, la mayoría de los metales o aleaciones con metal disminuye se resistencia con respecto la temperatura aumenta, el diseño estructural del ordeño mecánico no va a estar sometido a altas temperaturas, por lo que no existirían deformación por este tipo de agente.

##### c) Corrosión



Los metales pueden ser atacados por diversos agentes corrosivos siendo estos degradados, Cuando los metales están sometidos a estos factores pueden desarrollarse grietas o picadoras que pueden conducir a una falla prematura y posteriormente una falla total.


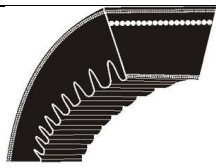
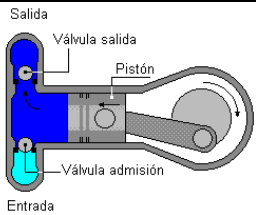
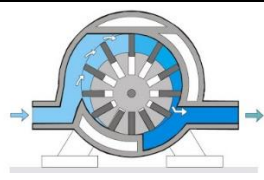


## 4.2 Selección de componentes

### 4.2.1 Selección de la mejor opción

Es necesario conocer las mejores opciones que existen la implementación de un ordeño mecánico, esto se realiza en base a las características de los componentes que conforman un sistema de ordeño.

**Tabla 11-4.** Matriz morfológica de funciones con opciones tentativas

Función	Opción 1	Opción 2
Entrada de potencia	Motor eléctrico 	Motor gasolina 

Transmitir potencia	Correa plana	Correa dentada
		
Succión	Bomba de pistón	Bomba de paletas
		
Alternación de presión	Válvula neumática	
		
Ordeño	Pezonera neumática	
		

Elaborado por: Edgar Castillo

#### 4.2.2 Selección del sistema

La selección del mejor sistema se analiza en la siguiente tabla, en las cuales se realiza la ponderación cuantitativa en función a los beneficios y prestaciones de cada sistema y depende también del nivel de seguridad, esto se analiza a continuación:

**Tabla 12-4.** Comparación entre las tecnologías utilizadas.

Sistema	Cuando se utiliza	Nivel de eficiencia	Características	Total prestaciones
<b>Opción 1</b>	Motor eléctrico - Correa plana- Bomba de pistón - Válvula neumática - Pezonera neumática.	Bajo	Estabilidad de la máquina. Conexión eléctrica Diseño ligero Poco agarre por la banda.	3

			Bomba provee fluctuaciones inestables de aire.	
<b>Opción 2</b>	Motor eléctrico - Correa dentada - Bomba de paletas - Válvula neumática - Pezonera neumática.	Alto	Sistema fijo. Conexión eléctrica. Constante el flujo de aire. Alta durabilidad de la bomba	4
<b>Opción 3</b>	Motor gasolina - Correa dentada - Bomba de paletas - Válvula neumática - Pezonera neumática.	Alto	Fácil transporte. Constante el flujo de aire. Excelente transmisión por banda Lubricación por aceite Alta durabilidad de la bomba	5

Fuente: (Gutiérrez, 2015)

Se considera utilizar la tercera opción puesto que necesita un sistema de ordeño que se pueda transportar “Motor gasolina - Correa dentada - Bomba de paletas - Válvula neumática - Pezonera neumática”, presenta más prestaciones y durabilidad de la bomba de paletas lubricada por dos cañerías de aceite.

#### **4.2.3 Componentes del sistema de ordeño mecánico móvil**

Los componentes que forman parte del sistema se seleccionan de acuerdo a los cálculos establecidos anteriormente. Los mismos que se enuncian a continuación.

#### **4.2.4 Bomba de vacío**

Bomba de vacío: Este mecanismo genera la fuerza negativa que se utiliza para ordeñar las vacas, el vacío se realiza extrayendo aire del equipo, por lo general se mide en l/min de aire libre. Existen varios tipos de bombas de vacío y de varios diseños. En este tipo de maquinaria, las más utilizadas son las rotativas. En este caso se elige una bomba de paletas rotativa del fabricante DeLaval, siendo una marca reconocida en el mercado.



**Figura 3-4.** Bomba rotativa de paletas

Fuente: (DeLaval, 2011)

#### 4.2.5 Motor



**Figura 4-4.** Motor Temco\_LTS200

Fuente: (Ponce, 2012)

Se requiere un motor de 7.0 HP, para poner en funcionamiento la bomba de 500 litros por minuto por ende en el mercado existe un motor marca TEMCO que brinda las siguientes características:

- Motor de 4 tiempos.
- Arranque manual de encendido.
- Sistema OHV (válvula en el cabezote).
- Admite el movimiento para cualquier sistema de acoplado directo.
- Sistema inmediato de apagado si el nivel de aceite es bajo.
- Utiliza aceite 20W50.
- Tamaño 420x373x388 mm.
- Peso 16.5 Kg.
- Cilindrada aproximada de 196cc.
- Velocidad de 3600 r.p.m.



#### 4.2.6 Regulador de vacío

Es una válvula que se instala con la finalidad de mantener la presión de vacío lo más constante posible, esto con un valor de  $\pm 3\%$  aproximadamente de la presión teórica definida. Esta función se realiza dejando entrar aire cuando el sistema de vacío en el interior del sistema está por encima de los 380 mm o por debajo de 15 mm de mercurio. Se utiliza una válvula stabilvac 600, que puede trabajar en sistemas de vacío entre 36 y 50 KP, siendo la presión ideal de trabajo entre 48 y 50 KP.



**Figura 5-4.** Regulador de vacío Stabilvac

Fuente: (DeLaval, 2011)

#### 4.2.7 Pulsadores

Este es el mecanismo funcional del sistema de pulsado. El mismo que se encarga de provocar cambios cíclicos de presión en el sistema, en la cámara de pulsación. Su principal funcionalidad se enfoca en el desplazamiento de una pieza móvil la cual conecta alternadamente la cámara de pulsación con vacío o presión atmosférica.



**Figura 6-4.** Pulsadores

Fuente: (DeLaval, 2011)

#### 4.2.8 Vacuómetro

Este es un instrumento que se utiliza para medir la presión de vacío que se encuentra trabajando en todo el sistema de vacío, el rango que se selecciona debe contener 48-50 KP (Kilopascales) o su equivalente 37,5 cm Hg.



**Figura 7-4.** Vacuo metro  
Fuente: (DeLaval, 2011)

#### 4.2.9 Grupos de ordeño

Es de conocimiento que se debe presionar y liberar, así que esta selección deja como resultado que el sistema neumático a utilizar para presionar y liberar el pezón, es el método de las pezoneras neumáticas que es el que se utiliza en todos los sistemas de ordeño mecánicos en la actualidad (Espadas, 2002).

**Tabla 13-4.** Pezonera neumática.

	Marca	Características	Ilustración
1	UltraMilk	Fabricadas en caucho natural, un compuesto de gran resistencia mecánica que soporta la agresión del ozono y del ácido láctico.  Material: Caucho natural. Ciclo de trabajo: 3000 ordeños.	
2	Milkrite	Pezonera triangular, esto hace que haya menor presión al momento de ordeñar y que la extracción del lácteo no tenga reflujos, que podrían dejar residuos contaminantes. Prevalencia de mastitis en fincas de Cundinamarca es de más del 90%	

		Ciclo de trabajo: 3500 ordeños.	
3	FLACO	Fácil adaptación, buena sujeción, poca pérdida de vacío en el sistema.  Días recomendados de uso (basado en 3.000 ordeños y suponiendo 2 ordeños al día).	
4	DeLaval	Colector de ordeño MC53. Este colector está concebido para tratar a las vacas de mayor productividad y resulta especialmente recomendable para ordeñar menos de doce horas al día. El DeLaval MC53 es más ligero que los colectores convencionales y está diseñado para ofrecer comodidad al ordeñador y a la vaca. Combina cubierta de acero inoxidable y la tecnología Top-flow patentada para proporcionar un vacío estable a lo largo de todo el ordeño. Está equipado con pezoneras con suave textura de labio DeLaval y conexiones sin boquilla.	

Elaborado por: Edgar Castillo

En cuanto a la selección de las pezoneras neumáticas en función de las marcas una de más favorables y comercializadas en el contexto ganadero es la marca DeLaval, por las características tecnológicas anteriormente descritas y mencionadas, y el precio es accesible.

#### ***4.2.10 Cantinas de leche***

La cantina de ordeño cumple con las características técnicas para sistemas de ordeño presentando las siguientes características:

- Aluminio inoxidable de alta pureza
- Un año de garantía
- Higiénicas y fáciles de limpiar
- Alta resistencia
- Ideal para transporte de leche
- 40 litros de capacidad
- Peso aproximado 4 Kg.



**Figura 8-4.** Cantina Lechera Imusa En Aluminio 40 Litros

**Fuente:** (Espadas, 2002)

#### ***4.2.11 Descripción de equipos electrónicos***



**Figura 9-4.** Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04

**Fuente:** (Rodríguez & Vazquez, 2015)

## Descripción

El HC-SR04 es un sensor de distancias por ultrasonidos capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm. El sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno. De muy pequeño tamaño, el HC-SR04 se destaca por su bajo consumo de energía, gran precisión y bajo precio por lo que está reemplazando a los sensores polaroid en los robots más recientes. (Rodríguez & Vazquez, 2015)

De fácil uso y programación con las placas de Arduino y microcontroladores.

### Características

- Dimensiones del circuito: 43 x 20 x 17 mm
- Tensión de alimentación: 5 Vcc
- Frecuencia de trabajo: 40 KHz
- Rango máximo: 4.5 m
- Rango mínimo: 1.7 cm
- Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL): 10  $\mu$ S.
- Duración del pulso eco de salida (nivel TTL): 100-25000  $\mu$ S.
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20 mS.

### Pines de conexión:

- VCC
- Trig (*Disparo del ultrasonido*)
- Echo (*Recepción del ultrasonido*)
- GND

Distancia = {(Tiempo entre Trig y el Echo) \* (V.Sonido 340 m/s)}/2

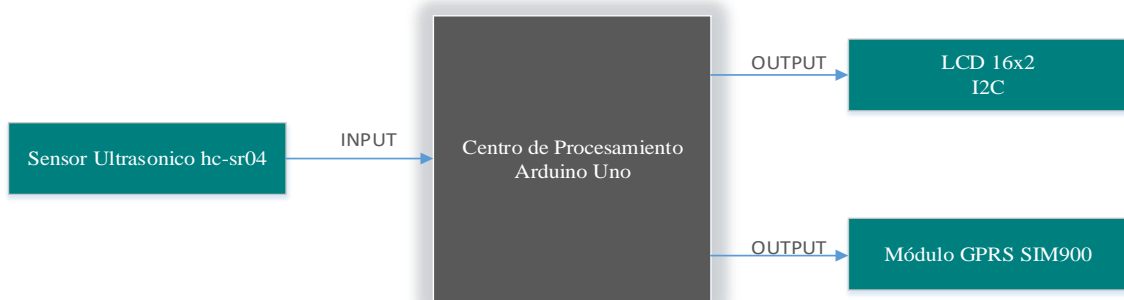


**Figura 10-4.** SIM900 GSM GPRS  
**Fuente:** (Rodríguez & Vazquez, 2015)

El GPRS SIMCOM SIM900 GSM Quad band GSM shield es una tarjeta ultra compacta de comunicación inalámbrica. Además, es compatible con todos los modelos de Arduino con el formato UNO, es decir, que la puedes controlar con otros microcontroladores también. Por último, la tarjeta está basada en el módulo SIM900 GSM 4. El GPRS está configurado y controlada por vía UART usando comandos AT. Por lo tanto, sólo conecta la tarjeta al microcontrolador, Arduino, etc, y comienza a comunicarte a través de comandos AT. Ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, mandar mensajes de texto a celulares, etc.

#### ESPECIFICACIONES

- Totalmente compatible con Arduino
- Conexión con el puerto serial
- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 Mhz
- GPRS multi-slot clase 10/8
- GPRS mobile station clase B
- Compatible GSM fase 2/2+
- Clase 4 (2 W (AT) 850 / 900 MHz)
- Clase 1 (1 W (AT) 1800 / 1900MHz)
- TCP/UP embebido
- Soporta RTC
- Consumo de 1.5 mA (susp)



**Figura 11-4.** Diagrama de bloques Arduino Uno

Para el desarrollo del prototipo de medición de líquidos se utilizó lo siguiente:

Hardware:

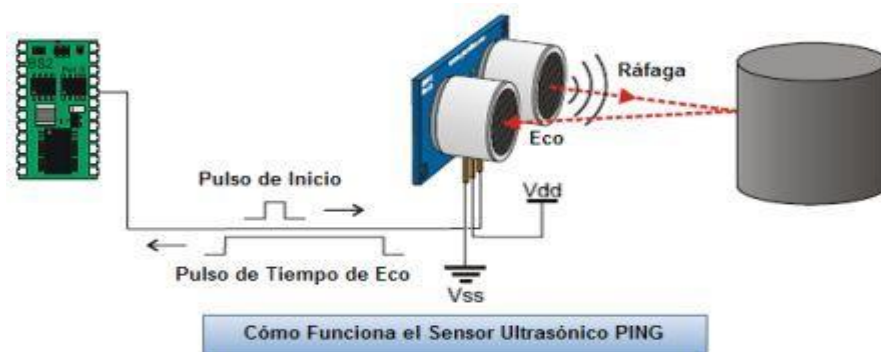
- Arduino Uno
- Módulo GSM SIM900

- LCD 16X2
- Sensor Ultrasónico HC-SR04
- Pulsador
- Batería Lipo de 7,4 V a 1A

Software:

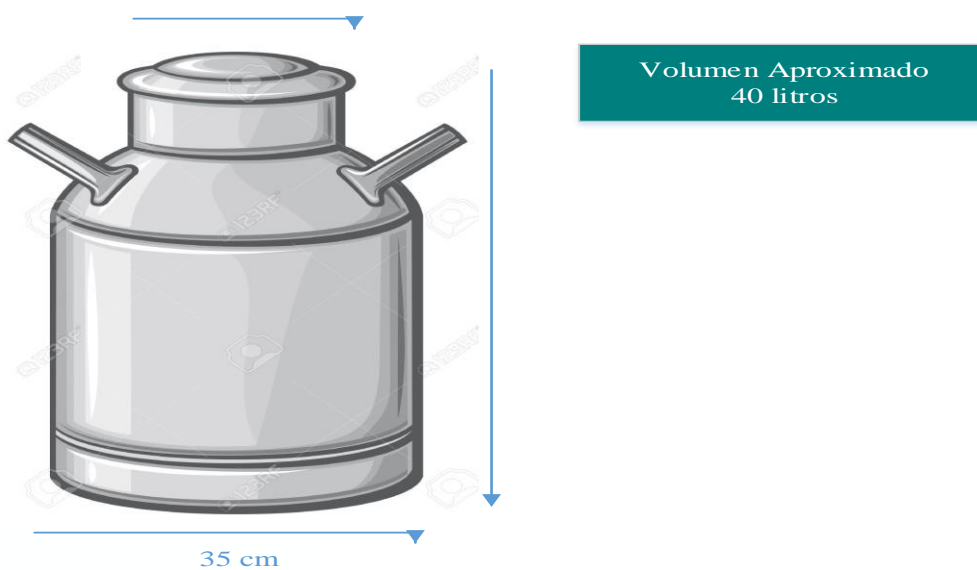
- Arduino IDE

Esencialmente el funcionamiento depende del sensor ultrasónico que mide la distancia enviando una señal ultrasónica que rebota con un objeto de este modo se puede definir la distancia a la que se encuentra dicho objeto.



**Figura 12-4.** Esquema de un sensor ultrasónico

De tal modo que a partir de la distancia se puede definir el volumen de líquido del contenedor

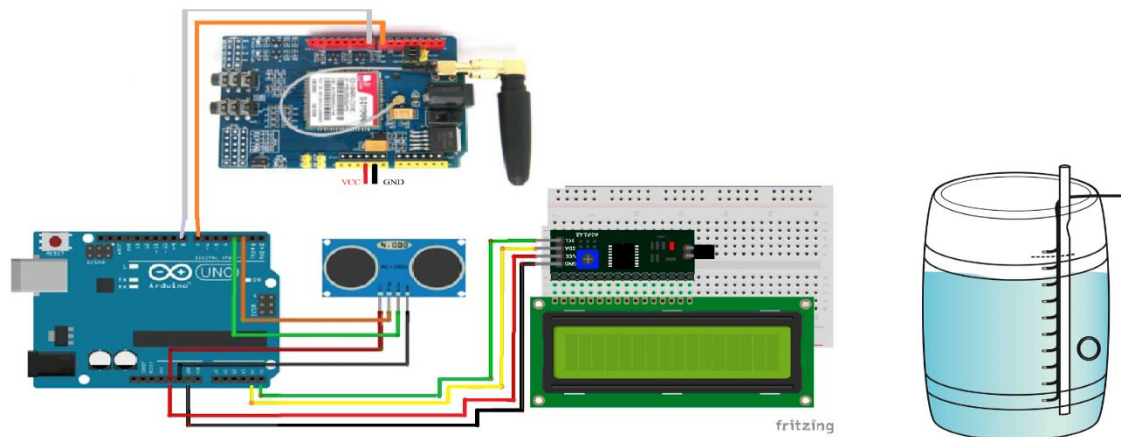


**Figura 13-4.** Volumen aproximado del recipiente

Elaborado por: Edgar Castillo

Ya que para recolección de la leche es un proceso al vacío, la posibilidad del funcionamiento del sensor antes mencionado no puede ser el ideal, por lo cual se procedió a analizar el volumen cuando ya no exista el vacío dentro del contenedor además se colocó un pulsador en el sistema de comunicaciones para enviar un SMS de texto indicando la información del volumen del contenedor. A continuación, el esquema del circuito electrónico.

### Esquema Electrónico



**Figura 14-4.** Esquema electrónico

Elaborado por: Edgar Castillo

Para darle autonomía al sistema de medición de líquidos se usó una batería lipo recargable, de este modo darle movilidad al sistema. A continuación, el sistema de medición de líquidos en su etapa final y su funcionamiento.






**Figura 15-4.** Pruebas de equipos



### 4.3 Modelado del sistema

Para ejemplarizar un diseño adecuado se toma como referencia los prototipos ya establecidos considerando sus aspectos positivos y negativos de diseño, para ellos se identifica máquinas de ordeño de las casas comerciales entre ellos:

**Tabla 14-4.** Características estructurales de sistemas de ordeño.

Marca	Identificación	Características
<b>MARCA POWER TITAN</b>		<p>Origen TURCO</p> <p>Un pulsador</p> <p>Ordeño semi alternado</p> <p>Diseño de fácil movilidad</p>
<b>OMEGA</b>		<p>Industria argentina</p> <p>Diseño compacto</p> <p>Peso excesivo parte posterior</p> <p>Vacuo metro con regulación</p>
<b>Eurolate</b>		<p>Regulador de vacío servo asistido.</p> <p>2 pulsadores alternados Europuls (L02) para sierra y LT80 para costa u oriente. Uno por puesto.</p> <p>+Tapa de cántara en acero inoxidable AISI 304 con entradas anti espuma.</p> <p>Dificultad de movilización y estabilización en suelos a desnivel.</p>

**Ordeño  
DeLaval**



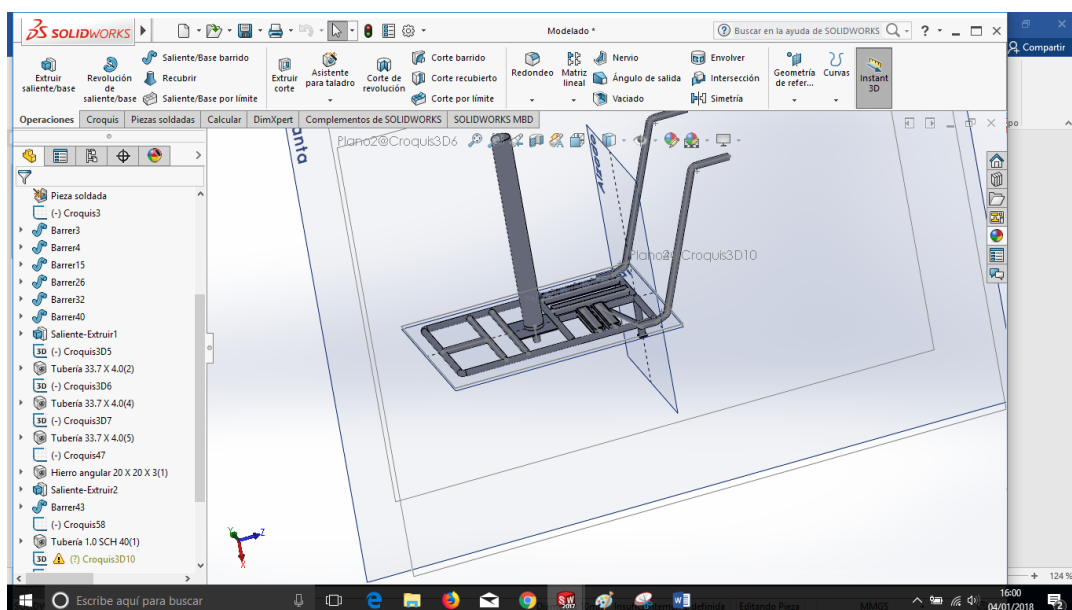
Versatilidad y movilidad del ordeño mecanizado  
Permite ser trasladado en forma muy simple y maniobrable.  
No tiene buena fijación por sus ruedas, se vuelve inestable.

Realizado por: Edgar castillo

**4.3.1 Diseño estructural**

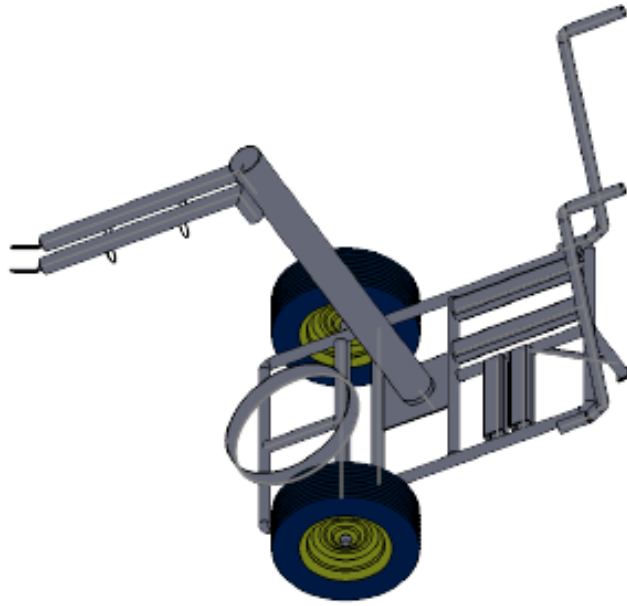
Para realizar el diseño estructural se realiza con la facilitación del programa SolidWorks que es un software muy eficiente para el modelado de sistemas estructurales el mismo que presenta licencia estudiantil para la ejecución en el mismo y su formato es compatible con programas complementarios para el análisis como Ansys.

En base a los escenarios establecidos se puede proponer un diseño estructural en base a la facilidad de manipulación y movilización, en consideración con la norma según Norma UNE – 68050, para diseño y construcción de sistemas de ordeño y modelo propuesto se identifica a continuación:



**Figura 16-4. Modelado de la estructura.**

Elaborado por: Edgar Castillo



**Figura 17-4.** Ensamble de la estructura del diseño

Elaborado por: Edgar Castillo

El diseño tipo caretila para levantar la carga es inferior a 90 cm R.C. 487/1997, y el peso es en conjunto de la estructura, el motor y bomba son inferiores a 25 Kg.

Los planos de construcción se encuentran identificados en el Anexo C.

#### ***4.3.2 Análisis de las cargas ejercidas sobre la estructura de soporte***

El análisis de cargas que ejercen sobre la estructura se realiza con la ayuda un software denominado Ansys que también presenta licencias estudiantiles para la realización del análisis de forma gratuita en el cual determina la deformación que va a tener el material establecido, para ello es necesario establecer el peso de cada una de las cargas distribuidas.

Para establecer el parámetro del peso de la cantina y el peso establecido por los 40 litros de leche, es necesario identificar la leche de vaca tiene una densidad de 1,032g/cm<sup>3</sup>, o sea, 1,032 kilogramos por litro de leche, en consiguiente se tiene un peso de la cantina y la leche que contiene es de 41,28 kg, adicionando 4 kg en masa de la cantina, dando un total de 45,28 Kg.

Para la evaluación se tiene los siguientes datos de masa de cargas ejercidas:

- Peso del motor: 6.5 Kg

- Peso de la bomba: 5.25 kg
- Peso de la cantina o tanque: 45,28 kg
- Peso de las mangueras: 4,08 kg

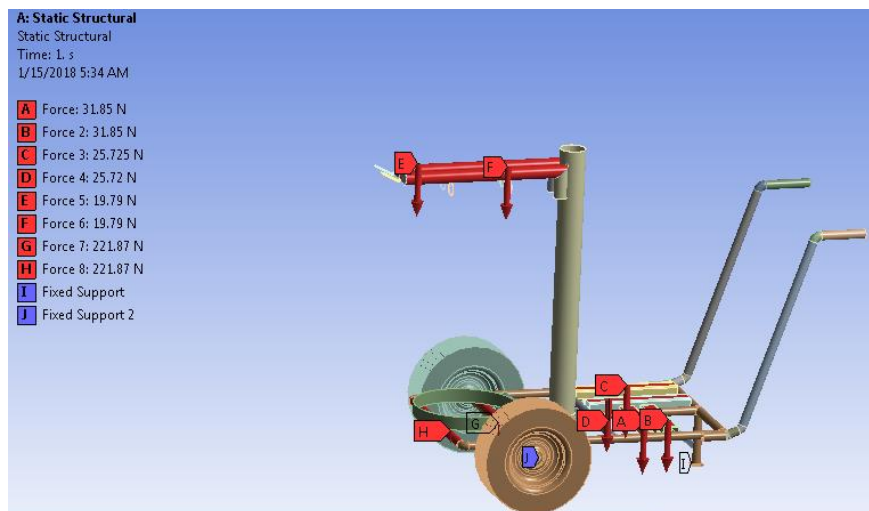
El primer paso para realizar el análisis de cargas es establecer el peso de cada una de las cargas, realizando la conversión en función de la gravedad ejercida por los cuerpos.

**Tabla 15-4.** Pesos ejercidos en función de la gravedad.

	<b>Fuerza total (N)</b>	<b>Fuerza distribuida (N)</b>
<b>Peso del motor</b>	63.7	31.85
<b>Peso de la bomba</b>	51.45	25.72
<b>Peso de la cantina o tanque</b>	443.74	221.87
<b>Peso de las mangueras</b>	39.98	19.79

Elaborado por: Edgar Castillo

El análisis de distribución de cargas se realiza de manera equitativa en los puntos de apoyo de la estructura, dividiendo así los puntos de apoyo de acuerdo a su soporte; así en el motor se tienen dos correas de apoyo el peso se divide en dos puntos de apoyo, igual manera en peso ejercido por la bomba; el peso total de las mangueras esta ejercido sobre los puntos de apoyo respectivamente.

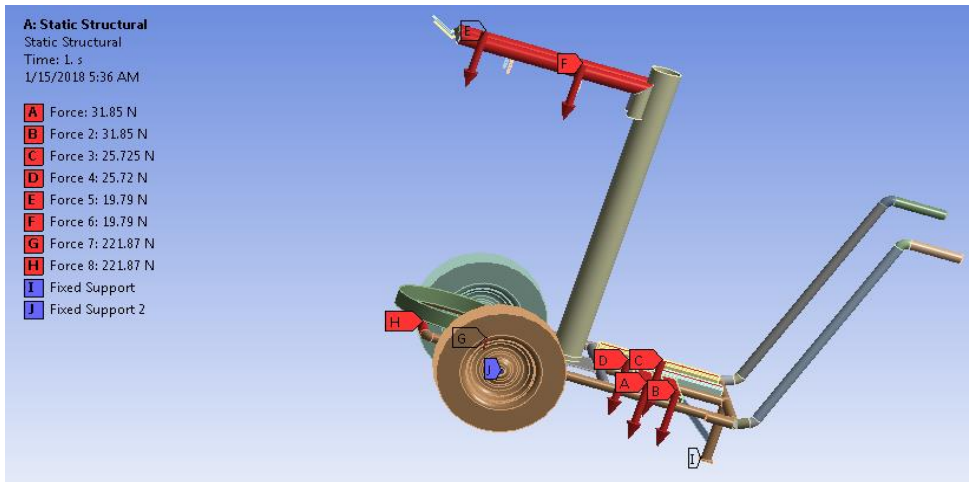


**Figura 18-4.** Distribución de cargas distribuidas Ansys

Elaborado por: Edgar Castillo

Para proceder a realizar en análisis es base fundamental identificar los puntos de apoyo de la estructura, para lo cual el punto J es el apoyo de la estructura sobre las ruedas,

mientras que el punto I es el apoyo base de la parte posterior de la estructura, como se muestra en la figura 18-4.

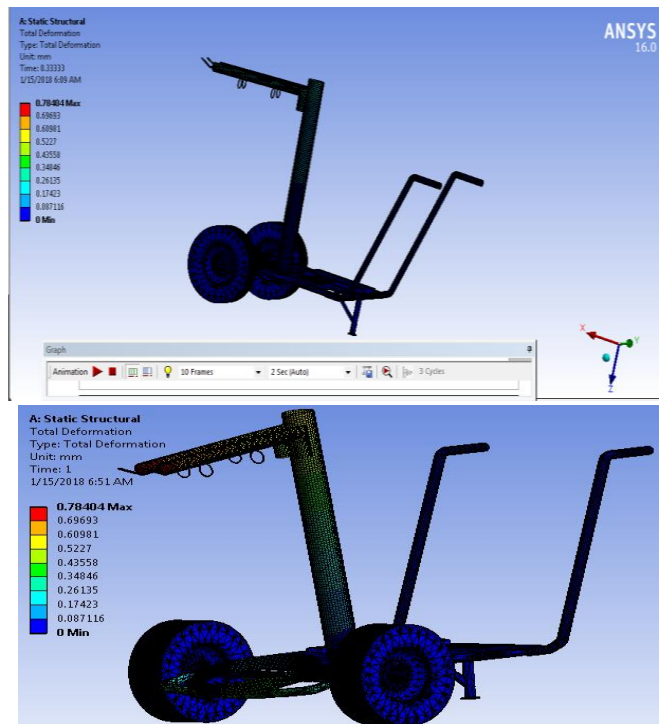


**Figura 19-4.** Distribución de puntos de apoyo

Elaborado por: Edgar Castillo

### Resultados e interpretación

En el presente análisis estructural del ordenador que se ha realizado se puede observar una deformación máxima de 0.7 mm en la parte de sujeción de las mangueras, siendo a ser esta la parte más crítica de la estructura como se muestra en la figura 19-4.



**Figura 20-4.** Deformación máxima ejercida por el peso de las mangueras

Elaborado por: Edgar Castillo

Es necesario encontrar el factor de seguridad de estructura a analizar, la cual se menciona a continuación:

$$F_s = \frac{\sigma_{eqv\ material}}{\sigma_{eqv\ cortante}}$$

Donde:

$\sigma_{eqv}$ : material: Deformación total del material

$\sigma_{eqv}$ : cortante: Deformación total cortante

$$F_s = \frac{\sigma_{eqv\ material}}{\sigma_{eqv\ cortante}}$$

$$F_s = \frac{250\ MPa}{102.74\ MPa}$$

$$F_s = 2,43$$

$$F_s = 2$$

En el análisis realizado se identificó un factor de seguridad, es un valor favorable para ser un diseño óptimo y con características de construcción eficientes

### ● List Result Summary

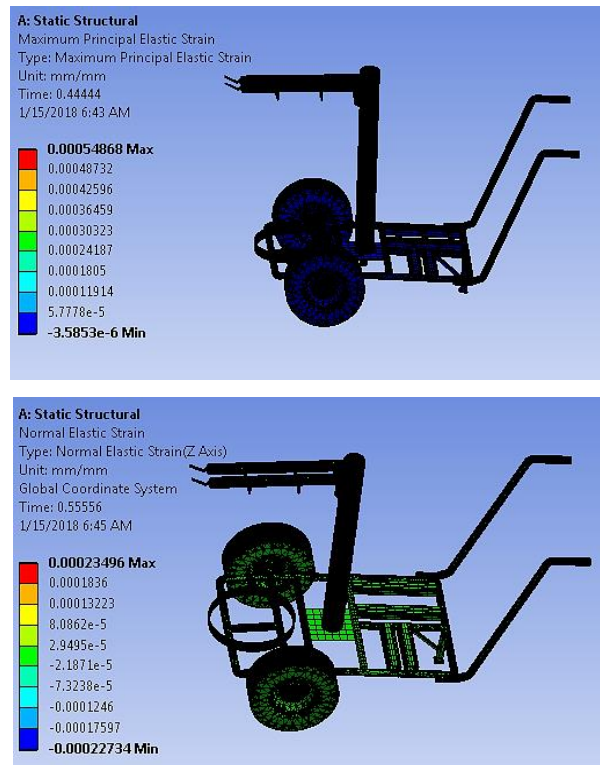
Results	Minimum	Maximum	Units	Time (s)
Total Deformation	0.	0.78404	mm	1.
Equivalent Stress	0.	102.74	MPa	1.
Maximum Principal Elastic Strain	-3.5853e-006	5.4868e-004	mm/...	1.
Normal Elastic Strain	-2.2734e-004	2.3496e-004	mm/...	1.

**Figura 21-4.** Resultados de esfuerzos máximos y mínimos

Elaborado por: Edgar Castillo

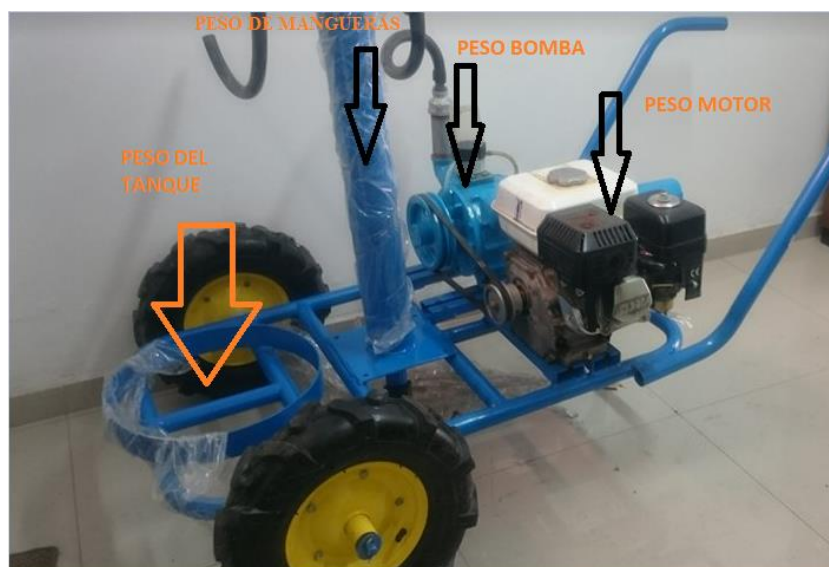
En la figura 27-4. se muestra los resultados por el software de cada uno de los esfuerzos máximos y mínimos, resultantes en el análisis, en el cual se tiene una deformación máxima de 0,78404, que un equivalente mínimo de deformación total del material de construcción, por ende, el diseño establecido es óptimo y no presenta deformación con las cargas a las cuales está sometido.

Las siguientes graficas muestran cada una de las deformaciones de los diferentes esfuerzos a los cuales están sometidos.



**Figura 22-4.** Esfuerzos axiales y radiales  
 Elaborado por: Edgar Castillo

No existe deformación de la estructura por las cargas ejercidas en sus respectivos puntos, con análisis radial y axial, es decir la acción de las cargas y su deformación transversal y longitudinal, en las cuales no existen deformaciones y su diseño estructural es óptimo.



**Figura 23-4.** Esfuerzos axiales y radiales  
 Elaborado por: Edgar Castillo

#### 4.4 Análisis ergonómico

Para realizar un análisis ergonómico de las cargas soportadas que afectan las personas que realizan el ordeño mecánico y el método tradicional se realiza en base a la normativa del Real Decreto 487/1997.

Se trabaja con el software online que ayuda a la evaluación de ergonomía [ergonautas.com](http://ergonautas.com). en el mismo que se requiere evaluar la carga postural a la cual está sometida la persona, en este caso el método RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es el adecuado para evaluar en este caso de estudio se seleccionarán aquellas posturas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración.



**Figura 24-4.** Evaluación postural en el ordeño manual  
**Fuente:** Edgar Castillo



**Figura 25-4.** Resultado de puntuación método RULA empleando ordeño tradicional o manual.

**Fuente:** Ergonautas.com

Los resultados de evaluación postural con el método RULA, en el sistema tradicional de ordeño resalta una puntuación de cuatro el cual es un nivel alto, la cual indica que es

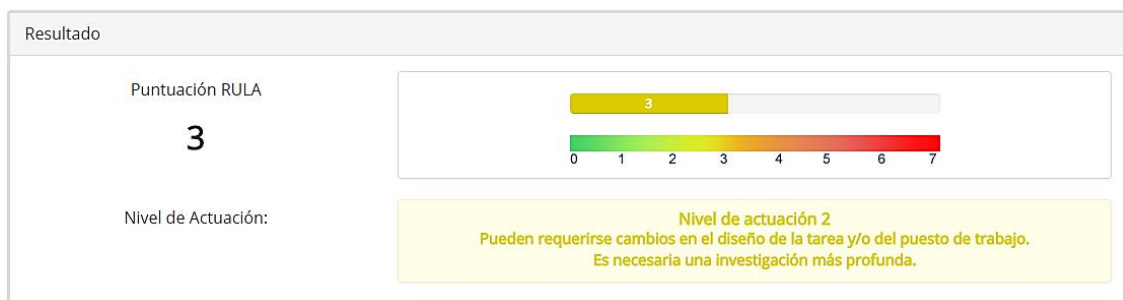


necesario realizar cambios en el diseño de la tarea. Además de ello existen aflicciones lumbares a las personas que realizan esta actividad por periodo prolongados.



**Figura 26-4.** Evaluación postural en el ordeño mecánico

Fuente: Edgar Castillo



**Figura 27-4.** Resultado de puntuación método RULA con la implementación de sistema de ordeño mecánico.





Fuente: Ergonautas.com








Los resultados de evaluación postural con el método RULA, luego de haber ya implementado el sistema de ordeño mecánico resalta una puntuación dos, la cual indica que pueden tal vez requerir cambios en el diseño de la tarea o del puesto de trabajo.





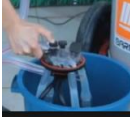



Es notable que se reduce el impacto de cargas posturales del nivel de actuación 4 con el ordeño manual a dos con la implementación del ordeño mecánico, se reduciría el impacto total de cargas en los trabajadores realizando el complemento del sistema de ordeño en una sala de ordeño, y mejorar la salud del trabajador. La evaluación del método se encuentra en el anexo D.

## 4.5 Protocolo de manipulación del sistema de ordeño

**Tabla 16-4.** Protocolo de utilización del sistema de ordeño.

<p><b>1</b> Estabilizar la máquina, ubicándola en una superficie plana, y de forma horizontal, para que el trabajo del motor y la bomba se realicen de manera óptima.</p>	
<p><b>2</b> Verificar que las válvulas se encuentren abiertas. Si estas se encuentran cerradas el motor no se enciende rápidamente, si este mecanismo se daña no funciona el sistema.</p>	
<p><b>3</b> Fijar la tapa en su posición correcta, si la tapa no se encuentra bien ubicada produciría fugas del aire del sistema de vacío y no se cerraría el sistema y no funciona el sistema de ordeño.</p>	
<p><b>4</b> Verificar el nivel del aceite lubricante de la bomba, si este no se encuentra con aceite no lubricaría la bomba por ende se dañaría el sistema interno, mantener siempre por encima del nivel mínimo de aceite, si este mecanismo se daña no funciona el sistema.</p>	

5	<p>Verificar el nivel de gasolina del motor, en caso de que no se encuentre con el nivel necesario para trabajar, se podría apagar durante el proceso de ordeño, lo cual ocasionaría demoras en el proceso de ordeño.</p>	
6	<p>Ubicar un nivel de arranque lento, si este no se encuentra en esta posición se hace más difícil el arranque del motor, si este mecanismo se daña no funciona el sistema.</p>	
7	<p>Activar el choque de encendido, que activa el funcionamiento del motor, si este mecanismo se daña no funciona el sistema.</p>	
8	<p>Activar el paso de gasolina, si este mecanismo se daña no funciona el sistema.</p>	
9	<p>Halar el hilo de encendido, si este mecanismo se daña no se puede encender el motor.</p>	
10	<p>Desactivar el choque de encendido, para poder acelerar el motor y encontrar el nivel óptimo de funcionamiento.</p>	
11	<p>Ubicar un nivel de arranque rápido, para acelerar el motor.</p>	

<b>12</b>	Ubicar las válvulas cerradas, si este mecanismo se daña no funciona el sistema, porque no generaría el vacío en el sistema.	
<b>13</b>	Verificar la presión del sistema, con este mecanismo se puede calibrar y controlar la presión del sistema.	
<b>14</b>	Abrir las válvulas de las pezoneras, si este mecanismo se daña no funciona el sistema.	
<b>15</b>	Realizar el proceso de ordeño.	
<b>16</b>	Realizar el lavado de las pezoneras para prevenir la proliferación de hongos en este sistema.	
<b>17</b>	Liberar el aire, permite que no cavite la bomba.	
<b>18</b>	Apagar el sistema, si este mecanismo se daña no se podría apagar el motor y el sistema en general.	
<b>19</b>	Cerrar el sistema de gasolina, si este mecanismo se daña no se puede delimitar la alimentación de gasolina en el sistema.	

Elaborado por: Edgar Castillo

**Tabla 17-4.** Guía de procedimiento de utilización de la extracción de leche.

<b>N°</b>	<b>Proceso</b>	<b>Definición</b>
<b>1</b>	Preparar la máquina ordeñadora.	<p>Existen ordeñadoras fijas y móviles que pueden ser de dos o más plazas; las portátiles, por lo general son de dos plazas y pueden funcionar con motor de gasolina o eléctrico.</p> <p>En el caso de que se utilice el motor de gasolina, se debe de arrancar 5 minutos antes de iniciar el ordeño, para que desarrolle toda su capacidad. Hay que regular el aceite, las pulsaciones y comprobar el vacío de ordeño (el nivel óptimo lo especifica cada marca).</p>
<b>2</b>	Preparar la solución desinfectante.	<p>Se utilizan dos cubetas con 10 litros de agua, a cada una se le agregan 15 ml de yodo al 3% y se disuelve perfectamente.</p> <p>En una de las cubetas se introducen jergas que se emplearán para la limpieza de las tetas y la ubre, la otra cubeta se usa para desinfectar las pezoneras después de ordeñar a cada una de las vacas.</p>
<b>3</b>	Entrada de las vacas a los elementos de fijación.	Al entrar las vacas a los trinqués, se atan las extremidades posteriores (manean) para evitar accidentes.
<b>4</b>	Fijar los miembros posteriores (Amarre)	Sujetar las piernas de la vaca con la intención de que ocurran daños en el sistema de extracción de leche, pezoneras, mangueras, entre otros.
<b>5</b>	Lavado de la ubre y pezones.	Se efectúa con agua limpia, enseguida se seca con una de las jergas que se encuentran en la solución de yodo.
<b>6</b>	Despunte.	Consiste en depositar los primeros chorros de la leche de cada cuarto en un recipiente de fondo oscuro, con el propósito de detectar la presencia de coágulos que son señal de la existencia de mastitis clínica; la leche de los animales positivos no se debe destinar para consumo humano por lo que hay que "desaguar" a la vaca y aplicarle tratamientos específicos.
<b>7</b>	Estímulo de la ubre.	Se da masaje a la glándula mamaria permitiéndole al ternero mamar (durante unos segundos) los cuatro cuartos; cuando los pezones se ponen firmes y turgentes se retira al ternero y se amarra cerca de la vaca para que esté tranquila y no suspenda la salida de la leche.

<b>8</b>	Limpieza de la ubre.	Para evitar contaminación de la leche, después del apoyo del ternero, se limpian y se secan los pezones con toallas desechables de papel que se utilizan en forma individual.
<b>9</b>	Colocación de las pezoneras.	<p>Inmediatamente después del estímulo, se abre la válvula de vacío y se colocan las pezoneras de una en una, sin tardarse más de un minuto.</p> <p>Es necesario checar previamente que las pezoneras estén integra, para evitar lesiones, también es muy importante cuidar que se mantengan hacia abajo para impedir la entrada de aire a la línea de vacío.</p> <p>El tiempo de ordeño para cada vaca varía de 2 a 7 minutos. Se recomienda ordeñar primero a las vacas jóvenes y sanas, después a las más viejas y al último a las tratadas con medicamentos o enfermas (la leche de estas últimas no debe destinarse al consumo humano).</p>
<b>10</b>	Remoción de las pezoneras.	<p>Las pezoneras deben retirarse cuando se observe que el flujo de leche disminuye, para lo cual, el operador debe estar atento al ordeño, asegurándose de que las mamilas estén bien colocadas y que no hay deslizamiento de las mismas; también, hay que evitar el chillido de las copas, porque esto puede contribuir a la presencia de infecciones; de esta forma se previene el sobre ordeño que puede causar mastitis.</p> <p>Para retirar las pezoneras, primero se cierra la válvula de vacío.</p>
<b>11</b>	Desinfección de las pezoneras.	<p>Las pezoneras se sumergen en la solución de yodo y se dejan escurrir antes de ordeñar a la siguiente vaca.</p> <p>El desinfectante será reemplazado cada 15 vacas o cuando se vuelva turbio.</p>
<b>12</b>	Sellado de tetas.	Sólo se realiza en vacas que han destetado o que no tienen ternero; se efectúa inmediatamente después de ordeñarse y consiste en sumergir la teta en una solución bactericida.
<b>13</b>	Salida de la vaca después del ordeño.	La vaca sale de la ordeña con su ternero y se pasa al corral de desalojo, en donde permanecen juntos por espacio de una hora; posteriormente, se separan y se llevan a distintos potreros en donde permanecen hasta el día siguiente.
<b>14</b>	Lavado del equipo.	Terminado el ordeño se lava todo el equipo, durante tres minutos se pasa agua limpia por las líneas, después se recicla agua con detergente durante 10 minutos y finalmente se enjuaga con agua limpia durante 10 a 15 minutos.

Lavado general de las instalaciones.	Diariamente después de terminar la ordeña lavar muy bien el equipo y sus aditamentos
--------------------------------------	--

Fuente: (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias., 2010)

#### 4.5.1 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de medición se realizaron considerando el procedimiento estandarizado para el sistema de ordeños mecánicos, evidenciando aspectos muy favorables del funcionamiento del sistema, adicionalmente el sistema de transmisión de datos mediante ante un mensaje de texto funciona de manera favorable en todas las pruebas de funcionamiento, la máquina en su funcionamiento general es positivo y no presenta inconvenientes.



Figura 28-4. Pruebas de funcionamiento del sistema de ordeño

Fuente: Edgar Castillo

#### 4.5.2 Mantenimiento

La ordeñadora mecánica portátil es un equipo de gran utilidad más que todo para las ganaderías cuya producción no es muy alta. Su mantenimiento es sencillo ya que consiste en el lavado de todo el equipo, por el transcurso de tres minutos se pasa agua limpia por las líneas, luego se recicla agua con detergente durante 10 minutos y finalmente se enjuaga con agua limpia durante 10 a 15 minutos. Es necesario la aplicación de detergentes de limpieza general cada 8 días.

El mantenimiento preventivo del equipo como su bomba y su motor se debe realizar por un técnico especializado, se recomienda realizar en un periodo de 3 meses.

#### 4.6 Fase de adaptación de la vaca y el equipo de ordeño

En el instante de ordeño manual el ganado lechero se encuentra adaptado al sistema convencional, por ende, existe la necesidad de la adaptabilidad del ganado para cambiar a un proceso de ordeño mecánico, uno de los factores principales es el estrés que produce este cambio.



**Figura 29-4.** Proceso de adaptación del sistema

**Fuente:** (DeLaval, 2011)

El proceso de adaptación dura entre 15 y 21 días, ocasionando estrés en el ganado lechero; por ende, las recomendaciones para este proceso de adaptación es el siguiente:

- Ubicar el sistema de ordeño en la parte posterior para reducir el impacto del ruido.
- Mantener a las vacas en posición fija y estable; posterior a ello encender el sistema de ordeño.
- Evitar sonidos bruscos por elementos extraños que puedan alterar el ambiente de ordeño.
- Utilizar alimento balanceado en proceso de extracción de leche en el ordeño.

#### 4.7 Diagrama de procesos actual

Es necesario conocer el porcentaje de litros por minuto que extrae el sistema de ordeño por ende La densidad de una leche entera varía entre 1.028 y 1.034 Kg/litro). valor promedio = 1.031 Kg/litro

$$m = d * V$$



Donde:

m: Masa; Masa =








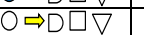








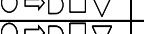



d: Densidad= 1.031 Kg

V: Volumen

$$m = 1.031 \text{ Kg} * (1 \text{ litro})$$

$$m = 1.031 \text{ Kg de leche entera}$$

Valores estandarizados y recomendados de sistemas de ordeño son de 10 kg de leche igual 5 minutos. (DeLaval, 2011). Con un promedio de 30 segundos por cada litro de leche.

METODO ACTUAL:			DIAGRAMA DEL PROCESO TIPO MATERIAL
METODO PROPUESTO:			FECHA: 2018-01-04
SUJETO DEL DIAGRAMA: Ordeño manual			HECHO POR: Edgar Castillo
El diagrama empieza en el amarre de piernas de la vaca y termina con el depósito de la leche en la cantina.			DIAGRAMA N° D.P.01
DEPARTAMENTO:		Producción	HOJA N° 1 DE 1
Distancia(m)	Tiempo (s)	Simbolos del Diagrama	Descripción del Proceso
	-		1 Almacenamiento del sistema de ordeño mecánico y elementos de sujeción.
10,0	30,0		1 Transporte de instrumentos y equipos al lugar cercano a la vaca.
0,0	10,0		1 Sujetar las piernas de la vaca con una cuerda.
0,0	5,0		2 Encender el sistema de ordeño.
0,0	5,0		1 Inspeccion de funcionamiento del sistema de ordeño.
0,0	10,0		3 Lavado y secado de la ubre
2,0	2,0		2 Trasladarse al sistema de ordeño
2,0	5,0		4 Abrir válvulas de aire
0,0	10,0		5 Poner el sistema de ordeño en la ubre
0,0	30,0		2 Extracción de leche
4,0	5,0		6 Retirar el sistema de ordeño
2,0	5,0		7 Desatar la cuerda de las piernas de la vaca.
2,0	2,0		3 Trasladarse al sistema de ordeño
0,0	4,0		8 Apagar el sistema de ordeño
	-		2 Almacenamiento
			
			
			
<b>22</b>	<b>123</b>		

RESUMEN			
Actividad	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)
Operación	8	84,0	0
Transporte	3	34,0	22,0
Demora	2	0,0	0
Inspección	0	5,0	0
Almacenaje	2	0,0	0
Almacenaje temporal	0	0,0	0
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>123,0</b>	<b>22</b>

Figura 30-4. Diagrama del proceso de extracción de leche ordeño mecánico.

Elaborado por: Edgar Castillo

Se estima un tiempo de 123,0 segundos por cada litro de leche en el proceso de extracción con el sistema mecánico, equivalente a 2,05 minutos, en esta evaluación se realizan 20 réplicas o tomas muestrales.

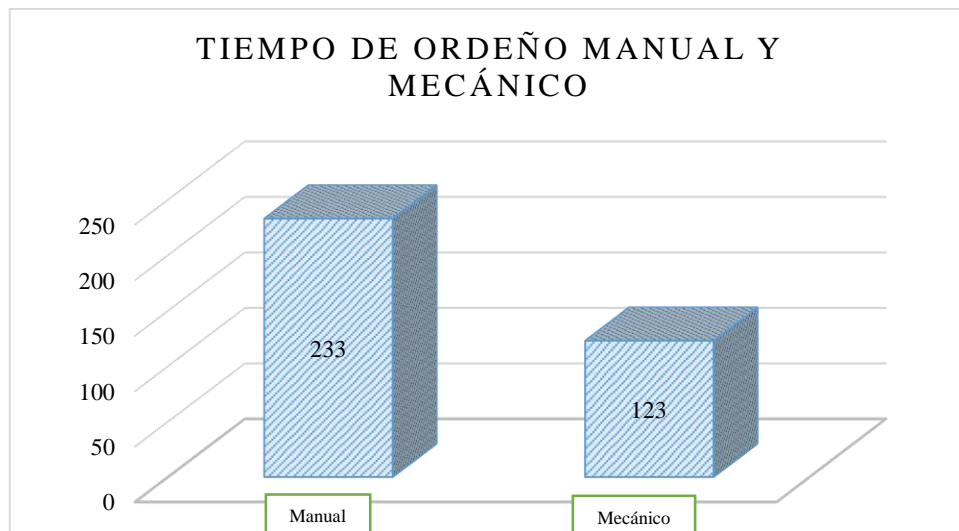
#### 4.8 Análisis comparativo de la evaluación del rendimiento

El análisis comparativo del sistema tradicional y el sistema implementado de ordeño mecánico se analiza en función del tiempo de ordeño y las distancias recorridas.

**Tabla 18-4.** Tiempo de ordeño manual y mecánico

Relación	Tiempo (s)
Manual	233
Mecánico	123

Elaborado por: Edgar Castillo



**Gráfico 2-4.** Comparativo de tiempo manual y mecánico

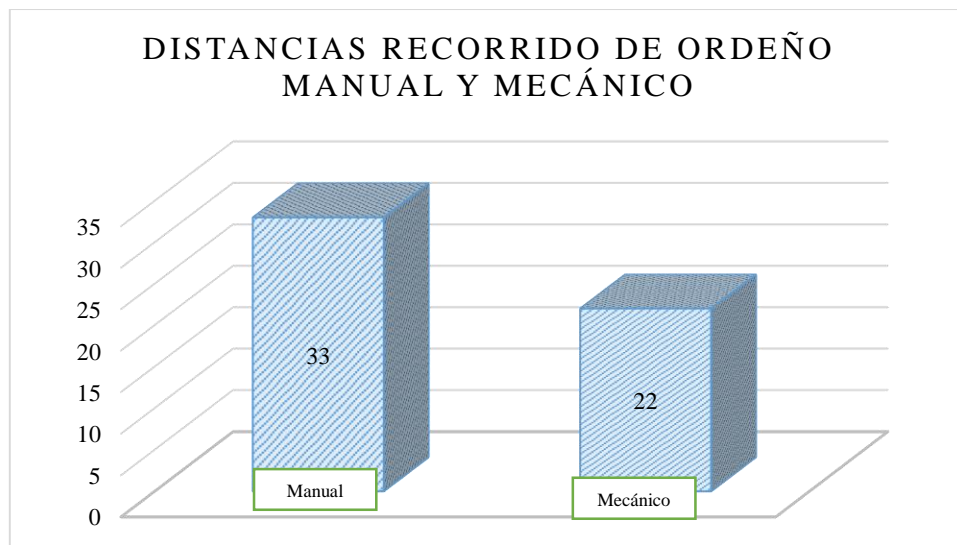
Elaborado por: Edgar Castillo

Es notable la reducción de tiempo de un 52,79 por ciento con el sistema de ordeño mecánico, porque es más eficaz trabajar con sistemas de ordeño mecánico.

**Tabla 19-4.** Distancias recorridas manual y mecánico

Relación	Distancia (m)
Manual	33
Mecánico	22

Elaborado por: Edgar Castillo



**Gráfico 3-4.** Comparativo de distancias recorridas manual y mecánico

Elaborado por: Edgar Castillo

Es notable la reducción de las distancias recorridas de un 66,67 por ciento con el sistema de ordeño mecánico, porque es más eficaz trabajar con sistemas de ordeño mecánico.

Es notable la reducción de tiempo de un 52,79 por ciento con el sistema de ordeño mecánico, porque es más eficaz trabajar con sistemas de ordeño mecánico.

Se mejora la productividad de la producción en base a que se reduce los tiempos de extracción de la leche y la distancia de la misma.

Además de ello el sistema es ergonómicamente más saludable ya que reduce los impactos físicos a comparación con los sistemas racionales o manuales de ordeño; y es más factible un sistema de ordeño mecánico, el mismo que su peso de acción de levante para el movimiento no supera los 25 Kg de acuerdo con la normativa R.C. 487/1997.

Con la presencia del sistema de ordeño mecánico el producto no se encuentra en contacto con el medio ambiente que es donde se prolifera la contaminación del producto, puesto que trabaja en un sistema cerrado de vacío, y realiza el proceso desde la ubre hasta el depósito, brindando así un producto libre de impurezas y factores contaminantes, mejorando de esta manera el precio del producto en un aproximado 2 a 3 centavos por litro de leche, según (Trujillo, 2012) lo que cubre los gastos de inversión del equipo y sus beneficios.

#### **4.9 Análisis estadístico**

Para realizar el análisis estadístico inferencial es necesario utilizar una herramienta que compruebe la veracidad de los datos obtenidos, con menores a 30 unidades de estudio se puede utilizar una prueba t-student Linares (2015), que es una prueba de hipótesis que es principalmente indicado para la comparación de las medias de dos grupos de datos muestrales cuando sus términos de error no son independientes, esto cuando existe algún prototipo de relación entre los individuos de ambos grupos.

Un software que permite analizar estadísticamente los datos obtenidos SPSS es un programa estadístico informático muy utilizado en las ciencias aplicadas, y muy aplicado en empresas de investigación de mercado ya que permite analizar con dos millones de registros y 250.000 variables. En el cual se puede realizar pruebas estadísticas con licencias estudiantiles las cuales son gratuitas durante 30 días.

Se procede al ingreso de la base de datos de los tiempos del proceso de ordeño manual y se compara con el tiempo de extracción con ordeño mecánico, realizando 20 mediciones o tomas muestrales de datos para el caso de estudio, los datos a analizar se pueden evidenciar en la siguiente tabla:

**Tabla 20-4. Ingreso de datos en SPSS**

	SIT.ACT	SIT.PRO	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	2,78	2,05									
2	2,77	2,09									
3	2,82	2,03									
4	2,79	2,04									
5	2,72	2,04									
6	2,69	2,06									
7	2,74	2,12									
8	2,79	2,01									
9	2,78	2,05									
10	2,75	2,09									
11	2,76	2,07									
12	2,78	2,04									
13	2,75	2,08									
14	2,72	2,14									
15	2,89	2,11									
16	2,77	2,09									
17	2,79	2,05									
18	2,84	2,06									
19	2,74	2,12									
20	2,78	2,01									

**Elaborado por:** Edgar Castillo  
**Fuente:** Software SPSS

Es imprescindible realizar la prueba del supuesto de normalidad (Shapiro Wilk) siendo necesario el planteamiento de hipótesis de estudio que se mencionan a continuación:

**Hipótesis Nula Ho:** No hay diferencia significativa en los tiempos evaluados antes y después de implementar una ordeñadora móvil de dos puestos en la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

**Hipótesis Alternativa Ha:** existe diferencia significativa en los tiempos evaluados antes y después de implementar una ordeñadora móvil de dos puestos en la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

Nivel de confianza: 95%

Alpha: 5%: 0,05

Regla de decisión

P Valor > Alpha; Aceptar que los datos vienen de una distribución normal

P Valor < Alpha; Rechaza que los datos vienen de una distribución normal

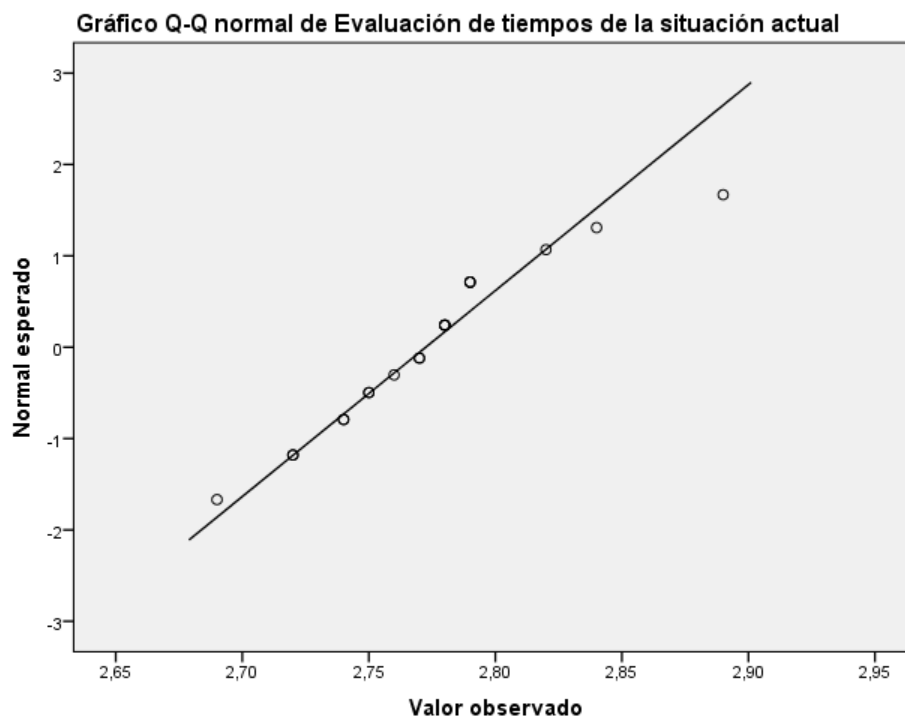
**Tabla 21-4.** Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Evaluación de tiempos de la situación actual	,197	20	,041	,946	20	,316
Evaluación de tiempos de la situación propuesta	,133	20	,200*	,960	20	,540

Elaborado por: Edgar Castillo

Fuente: Software SPSS

Por ser la prueba menor a 30 datos se considera la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la misma que asciende en la situación de ordeño manual a 0,316 y en la propuesta con el ordeño mecánico es de 0,540 corroborando la regla de decisión que el P Valor es mayor a alpha por ende se acepta que los datos vienen de una distribución normal.

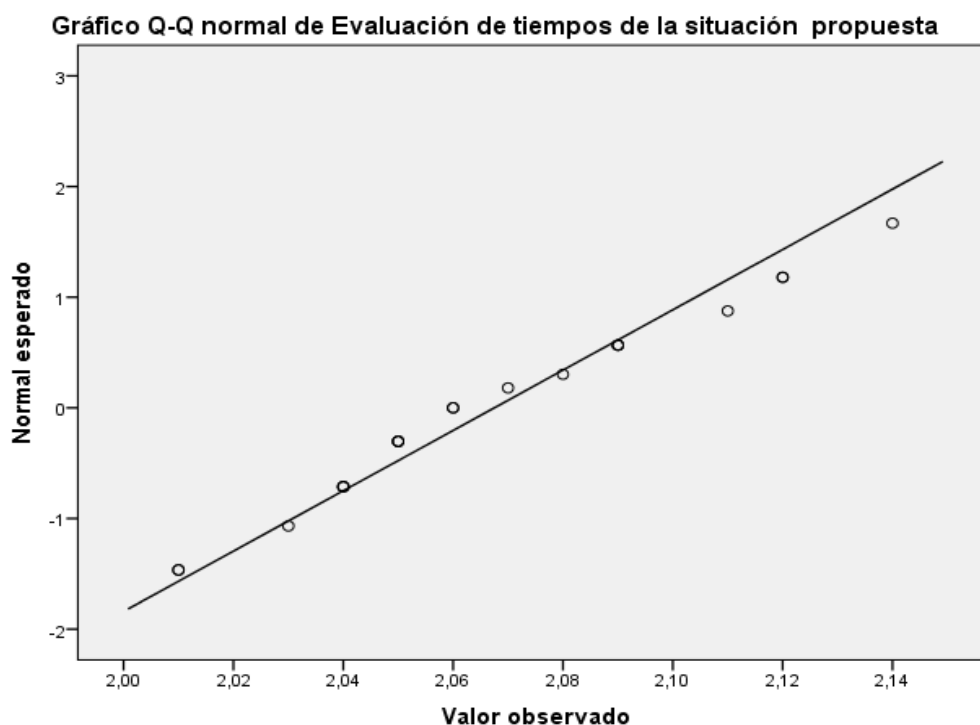


**Gráfico 4-4.** Gráfica de distribución de tiempos situación de ordeño manual

Elaborado por: Edgar Castillo

Fuente: Software SPSS

En la gráfica 4.4 se puede evidenciar que las distribuciones de los datos de tiempos de la situación de ordeño manual tienden a comportarse como una distribución normal.



**Gráfico 5-4.** Gráfica de distribución de tiempos situación de ordeño mecánico

Elaborado por: Edgar Castillo  
Fuente: Software SPSS

En la gráfica 4.5 se puede evidenciar que las distribuciones de los datos de tiempos de la situación de implementación del ordeño mecánico tienden a comportarse como una distribución normal.

Con los datos anteriormente recopilados e ingresados se procede a calcular la prueba t-student de para compararlo con el de tablas, calculando de la siguiente manera:

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** Implementar una ordeñadora móvil de dos puestos no permite mejorar las condiciones del proceso de extracción de leche en la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

**Hipótesis Alternativa  $H_a$ :** Implementar una ordeñadora móvil de dos puestos permite mejorar las condiciones del proceso de extracción de leche en la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.

Regla de decisión

P Valor  $\leq$  Alpha; Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$

P Valor  $\geq$  Alpha; Se rechaza  $H_a$  y se acepta  $H_0$

**Tabla 22-4.** Prueba de t-student muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Evaluación de tiempos de la situación actual - Evaluación de tiempos de la situación propuesta	,70500	,06287	,01406	,67558	,73442	50,149	19	,000

**Elaborado por:** Edgar Castillo

**Fuente:** Software SPSS

Encontrando un valor de P calculado de 0,0

Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ . Entonces la implementación de un sistema de ordeño mecánico móvil mejora los procesos, los tiempos y las condiciones de higiene del proceso de extracción de leche de la Parroquia San Juan en la Provincia de Chimborazo.



#### 4.10 Estimación de costos

**Tabla 23-4.** Costos de diseño y construcción del ordeño mecánico

<b>COSTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ORDEÑO MECÁNICO DOS PUESTOS</b>			
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Bomba de paletas rotativa DeLaval, 500L/min BVP	1	950,00	950,00
Motor Temco_LT200	1	400,00	400,00
Regulador de vacío Stabilvac 600	1	60,00	60,00
Pulsadores L02	2	140,00	280,00
Vacuo metro DeLaval	1	50,00	50,00
Pezonera	2	180,00	180,00
PVC de leche DeLaval 5/8"	4 (m)	2,00	10,00
PVC de aire 1/8"	4(m)	1,75	7,00
Accesorios	8	0,90	7,20
Cantina de leche 40 Ltrs	1	140,00	140,00
Tubo acero estructural 1"	2	17,00	43,00
Estructura	1	200,00	200,00
Llanta carretilla labrado grueso	2	22,00	44,00
Arduino Uno	1	20,00	20,00
Módulo GSM	1	45,00	45,00
Sensor ultrasónico	1	7,00	7,00
Pantalla LCD 16x2	1	12,00	12,00
Protoboard	1	3,00	3,00
Batería Lipo	1	20,00	20,00
<b>Subtotal</b>			2478,2
<b>Imprevistos 3% del sub-total</b>			74,35
<b>Reajuste 2 % del sub-total</b>			49,56
<b>Total</b>			2602,11

Elaborado por: Edgar Castillo

Basado en el análisis de costos de la implementación se evidencia que los mismos hacinden a 2602,11 dólares, los cuales fueron financiados por la Asociación de pequeños productores y el autor de la presente investigación, beneficiando directamente pequeños productores de la parroquia San Juan de la provincia de Chimborazo, ya que permitirá un mejor desempeño productivo con más salubridad y reduciendo los tiempos de la actividad.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se logró diseñar una estructura que aloje todas las partes y mecanismos de la máquina a implementar elaborando su esquema en el software Solid Works estudiantil, contemplando todas las características establecidas en la investigación.
- Se estableció los parámetros adecuados de generación de vacío de la bomba encontrando un caudal necesario de 493,68 L/min y se procedió a seleccionar una bomba de 500 L/min que se encuentra en el mercado, que la más cercana a lo que se necesita.
- Se implementó el mecanismo de transmisión de potencia para un motor de 7 HP, el cual permite el funcionamiento adecuado de la bomba de vacío de 500 litros por minuto.
- Se implementó el sistema de conducción de leche establecido por la normativa vigente de AGROCALIDAD logrando así la higiene necesaria en el producto permitiendo una amplia comercialización de la leche.
- Se realizó la implementación del equipo de ordeño mecánico móvil, aplicando su respectivo protocolo de utilización y se evidenció la reducción del tiempo de ordeño de un 52,79 por ciento y las distancias recorridas de un 66,67 por ciento a comparación con el sistema manual.
- Ergonómicamente es más factible un sistema de ordeño mecánico, al reducir la carga postural de 7 a 4 en la puntuación RUL equivalente a un 57 por ciento.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar una inspección periódica de los equipos que conforman la ordeñadora, siguiendo las pautas de mantenimiento básico, puesto que la falla de uno estos puede ocasionar un colapso del sistema.
- Se recomienda efectuar el lavado de las ubres con agua limpia antes y después del ordeño, con el fin de evitar la aparición de mastitis en el ganado.
- Una vez terminado el ordeño lavar las pezoneras con una solución de yodo y agua, con el fin de evitar la generación de bacterias que perjudicaran la higiene del producto.
- Se recomienda leer detenidamente el manual de procedimientos de manipulación establecidos previo a la utilización del equipo de ordeño, teniendo en cuenta los parámetros para prolongar el tiempo de vida útil del equipo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. 2013.** *Manual de procedimientos para la certificación de unidades de producción de buenas prácticas pecuarias de producción de leche.* Quito : r.o., .
- Álcaez, r. 2012.** *Metodología de la investigación: operacionalización de variables.* Medellín : mcgraw-hill.
- Almendaris, marco. 2013.** *Materiales.* Riobamba : ESPOCH.
- Álvarez, r. 2012.** *Metodología de la investigación: operacionalización de variables.* Medellín : mcgraw-hill.
- Morales, Daniel. 2014.** *Buenas prácticas de ordeño tabasco* : s.n., 2014, rancho el sonido.
- Delaval. 2011.** *Sistemas de ordeño delaval.* [en línea] 25 de marzo de 2011. [Http://www.delaval.es/-/consejos-de-ordeno/milking/](http://www.delaval.es/-/consejos-de-ordeno/milking/).
- Distribucion de ji-cuadrado, fisher y t-student.*
- Ecuared. 2017.** *Conocimientos con todos y para todos. Conocimientos con todos y para todos.* [en línea] 23 de agosto de 2017. [Https://www.ecured.cu/orde%c3%b1o](https://www.ecured.cu/orde%c3%b1o).
- Farral, eduardo. 1963.** *Ingeniería para la industrialechera.* New york : John Wiley and Sons, 1963.
- García López, José.** Mundiprensa. 1992. *Manual de control de instalaciones de ordeño mecánico.* Madrid, España .
- Gerdau. 2015.** *Catálogo técnico de barras y tubos laminados.* Colombia : DAPCO, 2015.
- Gisela. 2011.** *Agro y pecuario. Ordeño mecanico y manual.* [en línea] 27 de agosto de 2011. [Http://lizet-paola.blogspot.com/2011/08/ordeno-mecanico-y-manual.html](http://lizet-paola.blogspot.com/2011/08/ordeno-mecanico-y-manual.html).
- Gonzalez, elver. 2005.** *Uso de ordeñadoras moviles.* [en línea] 27 de julio de 2005. [Https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/uso-ordenadoras-moviles-t3230/](https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/uso-ordenadoras-moviles-t3230/).
- Instituto ecuatoriano de estadísticas y censos. 2001.** *Vicenso de población.* Riobamba : unfpa, 2001.
- Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias. 2010.** *La ordeña mecánica aumenta la producción de leche en vacas de doble propósito.* Mexico : s.n., 2010.
- Agromeat. 2012.** *La mastitis bovina.* buenos aires : s.n., 30 de abril de 2012, agromeat.

- Larrea, marcos a. 2010.** *Diseño y manufactura asistida por computador (cad-cam) en la construcción de pieza con proceso de torneado de control numérico (cnc)*. Guayaquil : ESPOL. Instituto de Tecnologías.
- López, otoniel . 2013.** *Higiene de la leche*. Camoapa : Camoapa,.
- Molina, granizo. 2011.** *Ordeño mecánico*. Quito : USFQ, .
- Ordoñez, gisela. 2011.** Tipos de ordeño. [en línea] 27 de agosto de 2011. [Http://lizet-paola.blogspot.com/2011/08/ordeno-mecanico-y-manual.html](http://lizet-paola.blogspot.com/2011/08/ordeno-mecanico-y-manual.html).
- Paz, roberto. 2007.** *El sistema de producción y operaciones*. S.l. : a & b editors.
- Pérez, salvador. 2007.** Tipos de ordeño. [en línea]. [Https://www.ecured.cu/orde%c3%bl\\_o\\_manual](https://www.ecured.cu/orde%c3%bl_o_manual).
- Ponce, jose. 2012.** Componentes del ordeño mecánico. [en línea]. [Http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/tema\\_2.\\_ordeno\\_mecanico\\_fundamentos\\_y\\_componentes/tema\\_02-2-\\_componentes\\_basicos\\_de\\_una\\_instalacion\\_de\\_ordeno\\_mecanico.pdf](http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/tema_2._ordeno_mecanico_fundamentos_y_componentes/tema_02-2-_componentes_basicos_de_una_instalacion_de_ordeno_mecanico.pdf).
- Rodríguez, manuel. 2013.** *Producción animal e higiene veterinaria*. Blogspot, pág. 9.
- Quintero, juan camilo. 2010.** *Diseño de un sistema de ordeño mecánico portátil*. Medellín : Universidad EAFIT, 2010.
- Romero, rocio angélica. 2012.** *Mastitis bacteriana en ganado bovino: etiología y técnicas de diagnóstico*. México : fmvz-unam., 2012.
- Rujillo maguiña alex 2012.** *Ordeñadora mecánica para el sector rural*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
- Valdivia, luis. 2011.** La leche y sus derivados. [en línea] 31 de octubre de 2011. [Http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.com/2011/10/la-leche-y-sus-derivados.html](http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.com/2011/10/la-leche-y-sus-derivados.html).
- Westfaliasurge. 2017.** *Gea. Gea*. [en línea] 12 de agosto de 2017. [Http://www.gea.com/es/productgroups/milking-systems/milking-parlors/index.jsp](http://www.gea.com/es/productgroups/milking-systems/milking-parlors/index.jsp).
- Will, maría. 2012.** Ripos de ordeño. [en línea] 2012. [Http://sistemasord.obolog.es/tipos-de-ordeno-1409164](http://sistemasord.obolog.es/tipos-de-ordeno-1409164).