



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA  
BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE  
ALCOHOL”**

**TIPO DE TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTOS TÉCNICOS**

Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO QUÍMICO**

**AUTORES: MARIO OSWALDO ALULEMA MULLO**

**FREDY GEOVANNY CAIZA PILLA**

**TUTOR: ING. HANNIBAL BRITO MOINA PhD**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

2017

**© 2017 Mario Oswaldo Alulema Mullo, Fredy Geovanny Caiza Pilla.**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA RODUCCIÓN DE ALCOHOL, de responsabilidad de los señores Mario Oswaldo Alulema Mullo y Fredy Geovanny Caiza Pilla, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Hannibal Brito Moina PhD.

-----

-----

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

Ing. Verónica Carrera

-----

-----

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Mario Oswaldo Alulema Mullo y Fredy Geovanny Caiza Pilla, declaramos que el Trabajo de Titulación tipo Proyecto Técnico denominado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA RODUCCIÓN DE ALCOHOL” es original y de nuestra autoría personal 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.

En tal virtud, declaramos que el contenido es de nuestra responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 13 de Julio del 2017

-----  
Mario Oswaldo Alulema Mullo  
Cedula de Identidad: 060438293-7

-----  
Fredy Geovanny Caiza Pilla  
Cedula de Identidad: 180426421-4

Yo, Mario Oswaldo Alulema Mullo y Fredy Geovanny Caiza Pilla, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

-----

Mario Oswaldo Alulema Mullo

-----

Fredy Geovanny Caiza Pilla

## **DEDICATORIA**

A Dios por tenerme con salud y vida, a mi Padre por sus buenos consejos y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación se logra todo lo que se propone, a mi Madre por brindarme su paciencia, comprensión, por estar en todo momento a pesar de las circunstancias dándome su amor incondicional y así poder cumplir con este objetivo.

*Mario A.*

A Dios por darme salud y vida, mis Padres por haber brindado el apoyo, económico, moral, por darme todo lo necesario en toda esta etapa y gracias a ello he podido culminar con esta meta propuesta.

*Fredy C.*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirnos seguir adelante con salud, por darnos la vida, llenarnos de bendiciones cada día y así poder seguir cumpliendo nuestras metas trazadas.

A nuestros padres y hermanos quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de nuestras vidas, gracias por su cariño, apoyo y comprensión en todo momento.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a la Escuela de Ingeniería Química, por la formación académica brindada todos estos años.

A todos nuestros profesores quienes nos enseñaron cosas nuevas durante la vida estudiantil, especialmente a nuestro tutor el Ing. Hannibal Brito Moina y de la misma manera a nuestro miembro la Ing. Verónica Carrera, por sus direcciones y el apoyo durante la realización de este trabajo de titulación.

A nuestros amigos y amigas por compartir buenos momentos y que en situaciones difíciles nos han brindado su apoyo económico e intelectual para seguir adelante, gracias a todos aquellos que hicieron cada día único.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pp
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XVII</b>
<b>I</b>	
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. LÍNEA BASE DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<i>1.3.1. Metodología.....</i>	<i>2</i>
<i>1.3.2. Aspectos Fundamentales sobre la Cabuya (Agave).....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.3. El Tzawar Mishki desde su Antigüedad .....</i>	<i>5</i>
<i>1.3.4. Extracción de la Materia prima líquida (Tzawar Mishki).....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.5. Análisis Físico-Químico, Microbiológico y Nutricional .....</i>	<i>10</i>
1.3.5.1. Análisis Físico-Químico y Bromatológico .....	10
1.3.5.1.1. Análisis químicos de minerales. ....	11
1.3.5.1.2. Análisis microbiológicos.....	12
1.3.5.2. Propiedades Nutricionales.....	12
<i>1.3.6. Simulación del equipo clarificador.....</i>	<i>13</i>



1.3.6.1.	Simulación de la sedimentación .....	13
1.3.6.2.	Simulación de la Filtración .....	14
1.3.6.3.	Simulación de Coagulación y Floculación .....	15
1.3.6.4.	Simulación de la Clarificación .....	18
1.3.6.5.	Obtención de Alcohol mediante Destilación .....	20
<b>1.4.</b>	<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....</b>	<b>23</b>
 <b>CAPÍTULO II</b>		
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.</b>	<b>GENERAL .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.</b>	<b>ESPECÍFICOS .....</b>	<b>24</b>
 <b>CAPÍTULO III</b>		
<b>3.</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.</b>	<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.</b>	<b>INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1.</b>	<b><i>Hipótesis</i> .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2.</b>	<b><i>Proceso de extracción de la materia prima</i> .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.3.</b>	<b><i>Caracterización bromatológica, física, química y microbiológica del Tzawar Mishki</i>.....</b>	<b>28</b>
3.2.3.1.	Caracterización Bromatológica .....	28
3.2.3.2.	Caracterización Física .....	29
3.2.3.3.	Caracterización Química.....	40
3.2.3.4.	Análisis Microbiológicos .....	44

3.2.3.5.	Análisis General del Tzawar Mishki de parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en laboratorio de Alimentos. ....	46
<b>3.2.4.</b>	<b><i>Obtención de datos experimentales.</i></b> .....	<b>46</b>
3.2.4.1.	Operación de Sedimentación.....	47
3.2.4.1.1.	<i>Determinación de la velocidad de sedimentación gravitatoria.</i> .....	47
3.2.4.2.	Operación de Filtración.....	49
3.2.4.2.1.	<i>Criterios principales para en el equipo de filtración</i> .....	49
3.2.4.2.2.	<i>Selección de materiales filtrantes</i> .....	50
3.2.4.2.3.	<i>Selección de equipos para la filtración y clarificación del TM</i> .....	50
3.2.4.2.4.	<i>Determinación de caudal, área, volumen y velocidad de filtración</i> .....	50
3.2.4.3.	Caudal y velocidad total del equipo clarificador .....	69
<b>3.2.5.</b>	<b><i>Diseño y construcción del equipo clarificador para Tzawar Mishki</i></b> .....	<b>69</b>
3.2.5.1.	Construcción del equipo clarificador de acuerdo a las ASTM A36 (A312), ASTM D 2035-13, CODEX STAN 247-2005. ....	71
<b>3.2.6.</b>	<b><i>Validación del equipo clarificador</i></b> .....	<b>73</b>
<b>3.3.</b>	<b>PROCESO DE PRODUCCIÓN.</b> .....	<b>75</b>
<b>3.4.</b>	<b>REQUERIMIENTOS DE TECNOLOGÍA, EQUIPOS Y MAQUINARIA</b> .....	<b>78</b>
<b>3.5.</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO DEL PROYECTO</b> .....	<b>79</b>
<b>3.6.</b>	<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.</b> .....	<b>86</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>87</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>92</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pp
<b>Tabla 1-1:</b> Ubicación Geográfica de la cabuya en la Parroquia Salasaka .....	4
<b>Tabla 2-1:</b> Datos experimentales del Tzawar Mishki .....	6
<b>Tabla 3-1:</b> Tiempo de cosecha del Tzawar Mishki en los 90 días .....	7
<b>Tabla 4-1:</b> Análisis Bromatológico del Tzawar Mishki .....	8
<b>Tabla 5-1:</b> Análisis Físico y Bromatológico .....	11
<b>Tabla 6-1:</b> Análisis y determinación Química de minerales .....	11
<b>Tabla 7-1:</b> Análisis Microbiológicos principales del tzawar mishki .....	12
<b>Tabla 8-1:</b> Aspectos Nutricionales Principales .....	13
<b>Tabla 9-1:</b> Cantidad de sólidos retenidos en los filtros .....	15
<b>Tabla 10-1:</b> Factores influyentes en la coagulación .....	16
<b>Tabla 11-1:</b> Floculantes naturales utilizados en la bebida .....	17
<b>Tabla 12-1:</b> Propiedades físicas de los alcoholes para la destilación. ....	21
<b>Tabla 13-1:</b> Cantidad de obtención del etanol en una muestra representativa .....	23
<b>Tabla 1-3:</b> Determinación Bromatológica del Tzawar Mishki .....	28
<b>Tabla 2-3:</b> Valoración sensorial del Tzawar Mishki en materia prima original. ....	28
<b>Tabla 3-3:</b> Caracterización Física de la materia prima .....	29
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados en variación de pH del Tzawar Mishki con el tiempo .....	30
<b>Tabla 5-3:</b> Corrección de lecturas del refractómetro para sacarosa a 20+/- 0.5 °C. ....	36
<b>Tabla 6-3:</b> Análisis generales realizados en el laboratorio de alimentos (LACONAL) .....	46
<b>Tabla 7-3:</b> Dimensionamiento del equipo. ....	69
<b>Tabla 8-3:</b> Medidas del dimensionamiento .....	71
<b>Tabla 9-3:</b> Análisis físico, químico, microbiológico y bromatológico final de TM. ....	74
<b>Tabla 10-3:</b> Requerimiento de equipos y materiales para la construcción del clarificador. ....	78
<b>Tabla 11-3:</b> Requerimiento de materiales de laboratorio para ensayos preliminares. ....	79
<b>Tabla 12-3:</b> Presupuesto total para la construcción del equipo .....	79
<b>Tabla 13-3:</b> Análisis financiero estimado para la ejecución del proyecto .....	80
<b>Tabla 14-3:</b> Proyección de ventas de la bebida clarificada .....	81
<b>Tabla 15-3:</b> Datos de dimensionamiento para la construcción del equipo. ....	82
<b>Tabla 16-3:</b> Caracterización final de parámetros principales en la bebida clarificada .....	82
<b>Tabla 17-3:</b> Datos finales del equipo clarificador en funcionamiento .....	82
<b>Tabla 18-3:</b> Datos del proceso de destilación simple .....	83

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pp
<b>Gráfico 1-1:</b> a) Separación de terrenos, b) Protección de laderas y caminos .....	4
<b>Gráfico 2-1:</b> Plantas de cabuya con chaguarquero.....	5
<b>Gráfico 3-1:</b> Bebida de Tzawar Mishki .....	6
<b>Gráfico 4-1:</b> Tendencia durante la cosecha del Tzawar Mishki en los 90 días .....	7
<b>Gráfico 5-1:</b> Frecuencia de la composición proximal del Tzawar Mishki en 100 g de muestra .....	9
<b>Gráfico 6-1:</b> Sedimentación libre por gravedad.....	13
<b>Gráfico 7-1:</b> a) Filtración por gravedad, b) Residuos en algodón, c) Filtración forzada o al vacío.....	14
<b>Gráfico 8-1:</b> a) Tzawar Mishki más albumina de huevo, b) tzawar Mishki más moringa, tuna, almidón de yuca.....	17
<b>Gráfico 9-1:</b> Simulación de la clarificación.....	19
<b>Gráfico 10-1:</b> Simulación de la destilación .....	22
<b>Gráfico 1-3:</b> Ubicación Geográfica de la parroquia Salasaka.....	25
<b>Gráfico 2-3:</b> Ubicación Geográfica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .....	26
<b>Gráfico 3-3:</b> Variación de pH con respecto al tiempo (Rango de 4 horas). .....	30
<b>Gráfico 4-3:</b> a) Carcasa con filtro, b) Filtros de Carbón Activado, c) Estructura interna. ....	52
<b>Gráfico 5-3:</b> a) Acero inoxidable, b) Instalación de los filtros, c) Filtro armado de acero inoxidable.....	56
<b>Gráfico 6-3:</b> a) Carcasa con filtro, b) Filtro cerámico de tierra de diatomeas, c) Filtro con impurezas. ....	63
<b>Gráfico 7-3:</b> Filtro de intercambio catiónico (Zeolita activada). .....	67

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

	Pp
<b>Diagrama 1-1:</b> Proceso inicial para la obtención de la materia prima .....	3
<b>Diagrama 1-3:</b> Extracción de la materia prima para el proceso de clarificación.....	27
<b>Diagrama 2-3:</b> Diagrama del proceso de construcción del equipo clarificador. ....	71
<b>Diagrama 3-3:</b> Proceso de clarificación para la bebida de Tzawar Mishki.....	75

## ÍNDICE DE ECUACIONES

	Pp
<b>Ecuación. 1-3:</b> Calculo de humedad porcentual .....	31
<b>Ecuación. 2-3:</b> Calculo de ceniza porcentual.....	31
<b>Ecuación. 3-3:</b> Calculo de sólidos totales o extracto seco.....	32
<b>Ecuación. 4-3:</b> Calculo de sólidos totales volátiles .....	32
<b>Ecuación. 5-3:</b> Calculo de sólidos suspendidos totales .....	33
<b>Ecuación. 6-3:</b> Calculo de sólidos suspendidos totales en soluciones coloidales.....	34
<b>Ecuación. 7-3:</b> Calculo de sólidos suspendidos totales volátiles en filtración y calcinación..	34
<b>Ecuación. 8-3:</b> Calculo de sólidos volatiles en papel filtro .....	34
<b>Ecuación. 9-3:</b> Calculo de sólidos disueltos totales .....	35
<b>Ecuación. 10-3:</b> Determinación de la densidad de la bebida.....	37
<b>Ecuación. 11-3:</b> Determinación de radio de la canica .....	38
<b>Ecuación. 12-3:</b> Determinación de la velocidad de desplazamiento .....	39
<b>Ecuación. 13-3:</b> Determinación de la viscosidad del liquido (bebida de tzawar mishki) .....	39
<b>Ecuación. 14-3:</b> Determinación del porcentaje de acidez de tzawar mishki .....	41
<b>Ecuación. 15-3:</b> Determinación del porcentaje de dureza del tzawar mishki .....	42
<b>Ecuación. 16-3:</b> Determinación de la fuerza de gavedad de los sólidos .....	47
<b>Ecuación. 17-3:</b> Determinación de la fuerza de flotación de los sólidos.....	48
<b>Ecuación. 18-3:</b> Determinación de la velocidad de sediemntación .....	48
<b>Ecuación. 19-3:</b> Determinación del caudal inicial del liquido .....	51
<b>Ecuación. 20-3:</b> Determinación de flujo.....	51
<b>Ecuación. 21-3:</b> Determinación de caudal en el filtro de carbón activado .....	54
<b>Ecuación. 22-3:</b> Determinación de área del filtro interno de carbón activado .....	54
<b>Ecuación. 23-3:</b> Determinación de velicidad de filtración en el carbón activado .....	54
<b>Ecuación. 24-3:</b> Determinación del área total ocupado en el recipiente de carbón activado...54	
<b>Ecuación. 25-3:</b> Determinación del volumen total ocupado en el carbón activado.....	55
<b>Ecuación. 26-3:</b> Calculo de porosidad del carbón activado .....	55
<b>Ecuación. 27-3:</b> Calculo de área circular del tapon roscable en acoplamiento al cilindro .....	59
<b>Ecuación. 28-3:</b> Calculo general de porosidad en todos los filtros .....	59
<b>Ecuación. 29-3:</b> Calculo del área total del cilindro de acero inoxidable .....	60
<b>Ecuación. 30-3:</b> Calculo de volumen ocupado en el cilindro de acero inoxidable .....	60
<b>Ecuación. 31-3:</b> Calculo del volumen ocupado en el filtro cerámico .....	66
<b>Ecuación. 32-3:</b> Calculo del caudal final del equipo clarificador .....	69
<b>Ecuación. 33-3:</b> Calculo de la velocidad final de clarificación.....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pp
<b>ANEXO A:</b> DISEÑO GENERAL DEL EQUIPO CLARIFICADOR .....	93
<b>ANEXO B:</b> PLANO GENERAL DEL EQUIPO CLARIFICADOR PARA EL TZAWAR MISHKI.....	94
<b>ANEXO C:</b> DISEÑO DE CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO .....	95
<b>ANEXO D:</b> CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL TUBO DE ACERO INOXIDABLE CON FILTRO DE DESBASTE.....	96
<b>ANEXO E:</b> CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL FILTRO CERÁMICO DE TIERRA DE DIATOMEAS .....	97
<b>ANEXO F:</b> CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL FILTRO DE INTERCAMBIO CATIONICO (ZEOLITA).....	98
<b>ANEXO G:</b> UTILIZACION DE LA CABUYA Y EXTRACCIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	99
<b>ANEXO H:</b> ANÁLISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LA MATERIA PRIMA Y CLARIFICADA .....	100
<b>ANEXO I:</b> ANALISI MICROBIOLÓGICOS DE LA MATERIA PRIMA. ....	101
<b>ANEXO J:</b> ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA CLARIFICADA FINAL ...	102
<b>ANEXO K:</b> ANALISIS DE PARÁMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS GENERAL DE LA MATERIA PRIMA.....	103
<b>ANEXO L:</b> NORMA GENERAL DE CLARIFICANTES Y COAGULANTES ALIMENTICIOS .....	104
<b>ANEXO M:</b> NORMA GENERAL ASTM PARA ACERO INOXIDABLE .....	107

### ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>% H:</b> Porcentaje de humedad (%)	<b>Wca:</b> Peso de ceniza del algodón (g)
<b>Wcp:</b> Peso de la capsula de porcelana (g)	<b>Wcf:</b> Peso de ceniza del papel filtro (g)
<b>Wml:</b> Peso de la muestra líquida (peso húmedo) (g)	<b>WTca:</b> Peso total de la ceniza contenido en el algodón (g)
<b>Wms:</b> Peso de la muestra seca (g)	<b>WTcf:</b> Peso total de la ceniza contenido en el papel filtro (g)
<b>Ws:</b> Peso seco (g)	<b>% ST:</b> Porcentaje de extracto seco o Sólidos Totales (%)
<b>W(c + cp):</b> Peso de ceniza + peso de la capsula (g)	<b>%SVT:</b> Porcentaje de Sólidos Solubles Totales (%)
<b>Wc:</b> Peso ceniza (g)	<b>%SST:</b> Porcentaje de Sólidos Suspendidos Totales (%)
<b>% Ceniza:</b> Porcentaje de ceniza (%)	<b>%SVT:</b> Porcentaje de Sólidos Volátiles Totales (%)
<b>V:</b> Volumen (mL)	<b>%SDT:</b> Porcentaje de Sólidos Disueltos Totales (%)
<b>Wha:</b> Peso húmedo de algodón (g)	<b>Wsa:</b> Peso seco de algodón (g)
<b>Wsa:</b> Peso seco de algodón (g)	<b>°Brix<sub>R</sub>:</b> Grados Brix real
<b>Wf:</b> Peso filtro vacío (g)	<b>T:</b> Temperatura (°C)
<b>Whf:</b> Peso húmedo de papel filtro (g)	<b>%SS:</b> Porcentaje de Sólidos Solubles (%)
<b>Wsf:</b> Peso seco de papel filtro (g)	<b>δ<sub>B</sub>:</b> Densidad líquida de la bebida (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Wra:</b> Peso de los residuos en el algodón (g)	<b>Wp:</b> Peso del picnómetro (g)
<b>Wrf:</b> Peso de los residuos en el filtro (g)	
<b>Wa(cp + c):</b> Peso de algodón (capsula + ceniza) (g)	
<b>Wf(cp + c):</b> Peso de papel filtro (capsula + ceniza) (g)	



<b>W<sub>pm</sub></b> : Peso del picnómetro con muestra (g)	<b>m<sub>s</sub></b> : Masa de los sólidos (g)
<b>μ<sub>l</sub></b> : Viscosidad líquida de la bebida (cP)	<b>g</b> : Gravedad (m/s <sup>2</sup> )
<b>W<sub>b</sub></b> : Peso de la probeta (g)	<b>F<sub>f</sub></b> : Fuerza de flotación (N)
<b>W(b + m)</b> : Peso de la probeta + muestra TM (g)	<b>δ<sub>s</sub></b> : Densidad de los sólidos (kg/m <sup>3</sup> )
<b>W<sub>l</sub></b> : Peso del líquido (g)	<b>D<sub>s</sub></b> : Diámetro de la partícula sólida (cm)
<b>W<sub>c</sub></b> : Peso de la canica (g)	<b>v<sub>t</sub></b> : Velocidad terminal de sedimentación (m/s)
<b>∅<sub>c</sub></b> : Diámetro de la canica (cm)	<b>Q</b> : Caudal de filtración (m <sup>3</sup> /s)
<b>X<sub>l</sub></b> : Distancia del líquido en la probeta (cm)	<b>J</b> : Flujo o Velocidad de filtración (m/s)
<b>X<sub>d</sub></b> : Distancia de desplazamiento (cm)	<b>A</b> : Área de filtro (m <sup>2</sup> )
<b>t</b> : Tiempo (s)	<b>V<sub>i</sub></b> : Volumen inicial (mL)
<b>V<sub>d</sub></b> : Volumen de desplazamiento (mL)	<b>V<sub>f</sub></b> : Volumen final (mL)
<b>r<sub>c</sub></b> : Radio de la canica (cm)	<b>d<sub>f</sub></b> : Diámetro del filtro (cm)
<b>v<sub>c</sub></b> : Velocidad de la canica (m/s)	<b>e</b> : Porosidad (um)
<b>V<sub>s</sub></b> : Volumen de solución gastado en la titulación (mL)	<b>V<sub>p</sub></b> : Volumen de poros (m <sup>3</sup> )
<b>N</b> : Normalidad de la solución NaOH (#Eqq/L)	<b>V<sub>t</sub></b> : Volumen total de poros (m <sup>3</sup> )
<b>M<sub>eqAc.M</sub></b> : Equivalente de Ac. Málico (g/Eq.sol)	<b>∅<sub>ex</sub></b> : Diámetro externo del filtro (cm)
<b>V<sub>m</sub></b> : Volumen de la muestra (mL)	<b>∅<sub>in</sub></b> : Diámetro interno del filtro (cm)
<b>PM</b> : Peso molecular (g)	<b>h</b> : Longitud del filtro (cm)
<b>F<sub>g</sub></b> : Fuerza de gravedad (N)	<b>R</b> : Radio externo (m)
	<b>R'</b> : Radio interno (m)
	<b>Q<sub>T</sub></b> : Caudal total de clarificación (L/h)
	<b>V<sub>T</sub></b> : Volumen total de clarificación (L)

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de construir un clarificador para la obtención de una bebida clarificada a partir del Tzawar Mishki (*Agua miel*), mismo que se extrae del penco de cabuya (*Agave*) proveniente de la provincia de Tungurahua, Cantón Pelileo (Parroquia Salasaka) y se lleva a los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias para analizar los aspectos físicos (humedad, pH, viscosidad, cantidad de sólidos), químicos (calcio, potasio, fosforo, hierro), bromatológicos (color, olor, sabor), microbiológicos (ausencia o presencia de microorganismos) y nutricionales con referencia a las normas alimenticias del Ecuador. Según los ensayos se determinaron que existe una gran cantidad de sólidos causantes de su turbidez, así como también un alto contenido de bacterias (Coliformes totales, mohos, levaduras, Escherichia-coli) presentando riesgo de la bebida para consumir. Luego de los análisis se realizó una simulación del proceso empleando operaciones de sedimentación, filtración, clarificación para determinar variables en el dimensionamiento del equipo. La simulación nos proporciona datos como volumen, caudal, área, tiempo de filtración y filtros adecuados con distinta porosidad a base de carbón activado, pastas de celulosa, tierra de diatomeas, zeolita. Haciendo énfasis en estos componentes filtrantes se obtiene una bebida con características organolépticas similares que cumpla con los parámetros establecidos para posteriormente previo a la fermentación (oxidación de los azúcares) obtener alcohol. Después de haber reducido en lo posible la mayor cantidad de sólidos y aspectos microbiológicos se indica que el equipo funciona de manera adecuada (eficiencia), obteniendo una bebida clarificada la misma se realiza análisis de laboratorios, dando como resultado que se encuentra dentro de los parámetros en base a la normativa con cual se determina que es apto para consumo humano. Además el equipo se puede emplear para clarificar otras bebidas que tengan características similares en cuanto a su turbidez.

**Palabras claves:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <TECNOLOGÍA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES>, <TZAWAR MISHKI [*Agua miel*]>, <CLARIFICACIÓN DE BEBIDAS>, <CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA>, <FILTRACIÓN DE SÓLIDOS>, <TURBIDEZ>, <VARIABLES DE PROCESO>

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out with the purpose of constructing a clarifier to obtain a clarified drink from the Tzawar Mishki (Honey water), which is extracted from the Cabuya penque (Agave) from the province of Tungurahua, Pelileo Canton ( Parish of Salasaka) and is taken to the laboratories of the Polytechnic School of Chimborazo Faculty of Sciences to analyze the physical aspects (humidity, pH, viscosity, quantity of solids), chemicals (calcium, potassium, phosphorus, iron), bromatological (color, flavor), microbiological (absence or presence of micro organisms) and nutritional with reference to the food standards of Ecuador. According to the tests it was determined that there is a large amount of solids that cause its turbidity, as well as a high content of bacteria (total Coliforms, molds, yeasts, Escherichia-coli) presenting risk of the drink to consumed. After the analysis, a simulation of the process was performed using sedimentation, filtration, and clarification operations to determine variables in the equipment dimensioning. The simulation gives us data such as volume, flow, area, filtration time and suitable filters with different porosity based on activated carbon, cellulose pastes, diatomaceous earth, zeolite. Emphasizing these filtering components, a drink with similar organoleptic characteristics is obtained that complies whit the parameters established for subsequent fermentation (oxidation of the sugars) to obtain alcohol. After reducing the maximum amount of solids and microbiological aspects, it is indicated that the equipment works properly (efficiency), obtaining a clarified drink in which laboratory analysis is performed, resulting in parameters based on the normative with which it is determined that it is fit for human consumption. In addition, the equipment can be used to clarify other beverages having similar characteristics as to their turbidity.

**KEYWORDS:** <ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, <INDUSTRIAL PROCESS TECHNOLOGY>, <TZAWAR MISHKI (Honey water)>, <CLARIFICATION OF BEVERAGES>, <PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION>, <SOLID FILTERING>, <TURBIDITY> PROCESS VARIABLES>

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como finalidad el de obtener una bebida clarificada que se obtiene del penco de cabuya conocido como Tzawar Mishki proveniente de una cultura ancestral del pueblo Salasaka, mediante investigaciones de varios autores sobre este líquido milenario que es utilizado desde la antigüedad principalmente por sus propiedades nutricionales y curativas se realiza análisis de parámetros fundamentales para mejorar las características bromatológicas (aspecto visible).

Para realizar este proyecto y cumplir en lo posible se plantea objetivos primordiales para diseñar y construir un equipo que nos permita clarificar esta bebida, para lo cual en primera instancia se realiza análisis físico-químico, microbiológico y nutricionales para verificar si está dentro de la normativa con ello conoceremos si es idóneo para el consumidor sin ningún perjuicio, así se obtiene parámetros de influencia como: color amarillo turbio alto, olor a cabuya, sabor muy dulce, es utilizado como tónico digestivo, para inflamación en los riñones e hígado y diurético.

Contiene minerales importantes (Ca, Fe, K, P), carbohidratos, azúcares (sacarosa) y aspectos microbiológicos como Coliformes totales, E-coli, mohos y levaduras, con esto nos damos cuenta que el mayor problema presentado son los aspectos microbiológicos, para lo cual emplearemos equipos y materiales para bajar en lo posible la mayor cantidad de sólidos y la carga microbiana.

En base a los datos que se obtiene se plantea la simulación de la clarificación para obtener los datos experimentales que nos permita conocer el tipo de filtro a utilizar y para esto se emplea procesos de sedimentación, filtración y clarificación e identificar las variables para el diseño. Después de obtener las variables se procede a diseñar y construir el equipo clarificador basándonos en la Norma general ASTM A36 y A312 para acero inoxidable (materiales y equipos), y la Norma general Alimenticia CODEX STAN 247-2005 para el uso de coagulantes y floculantes.

Este proceso se realizó clarificando el Tzawar Mishki con las mismas características organolépticas para el libre consumo y posteriormente obtener alcohol por procesos naturales de fermentación o a nivel industrial mediante la destilación. Además de obtener alcohol se da un punto adicional para obtener otros sub productos como el pulque, miel y combinar con otros alimentos que en si serán beneficiosos como alimenticio y medicinales. También para las personas que se dedican a este negocio lo puedan ofertar sin ningún problema ya sea dentro y fuera de la ciudad, como no también a nivel internacional.

## **CAPÍTULO I**

### **1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Identificación del problema**

Desde tiempos ancestrales y hasta la actualidad en la Provincia de Tungurahua Cantón Pelileo parroquia Salasaka conocido como cuna de los indígenas (SALASAKA, 2011, p.1) consumen el tzawar mishki libremente sin haber llevado a cabo un tratamiento que pueda mejorar las características organolépticas. A través de la cultura o tradición este pueblo ha usado como bebida solo por sus propiedades nutricionales y medicinales.

El problema principal que se ha presentado es desde la parte inicial, es decir las personas que se dedican a recolectar artesanalmente el Tzawar Mishki lo extraen directamente del centro de la cabuya, pero sin ninguna adecuación o medidas de higiene, todo esto puede llevar a que este líquido pueda contaminarse fácilmente. Además contiene sólidos no disueltos, impurezas sólidas y carga microbiana que al ser consumido puede afectar a la salud del ser humano.

Según las características físicas, químicas y microbiológicas determinadas por pocos autores y por ensayos sencillos por nuestra autoría nos enfocaremos en investigar cuales son las fuentes principales de contaminación para posteriormente resolver y corregir de manera adecuada.

#### **1.2. Justificación del proyecto**

Es importante señalar que este trabajo investigativo será de útil para las personas extractoras y comercializadoras, ya que mediante la información proporcionada acerca de las características físicas-químicas, microbiológicas y nutricionales pondrán en práctica todos los procedimientos para una buena manufactura, así como también servirá para futuras generaciones quienes se dediquen a la producción del Tzawar Mishki. Además nos encontramos en una zona donde existe la disponibilidad de extraer la materia prima en proporciones adecuadas.

Como Ingenieros Químicos queremos dar a conocer que esta bebida sea la materia prima para la elaboración de diferentes productos así como la obtención de alcohol y de manera adecuada queremos aportar a esta parroquia para que la tradición y su cultura no se pierdan y tenga su continuidad tanto en la extracción y siembra de la cabuya. También que este sea como base principal para fomentar empleos de trabajo para el sustento diario y una mejor economía pero aplicando las buenas prácticas ambientales.

### **1.3. Línea base del Proyecto**

En la actualidad los miembros de la comunidad Salasaka recogen el Tzawar Mishki de manera artesanal sin ningún control para su inocuidad por lo que la salud de las personas que consumen se ve afectada; razón principal por la que se ha propuesto realizar un equipo clarificador ya que es un tema nuevo e innovador para la sociedad en general debido a que esta bebida ya es conocida desde la antigüedad por los indígenas y por la información existente y provenientes principalmente de un País tequilero (México) por su obtención del tequila a partir del agave podemos obtener algunos parámetros para nuestro diseño.

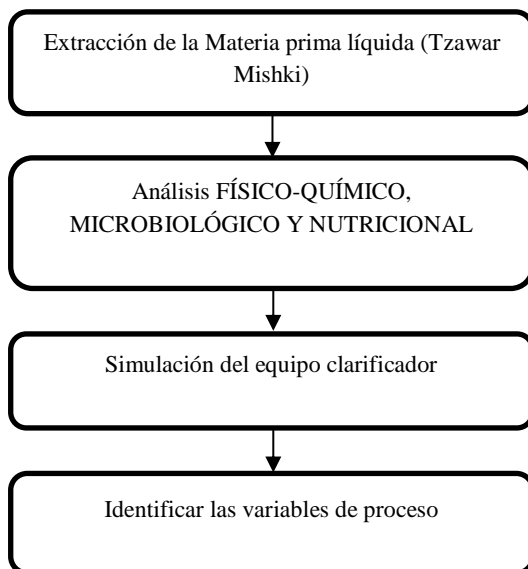
#### ***1.3.1. Metodología***

Para la obtención de la materia prima se realiza una investigación acerca de la extracción con personas conocedoras del Tzawar Mishki siguiendo diferentes métodos importantes como: Método Inductivo que se empieza desde la hipótesis planteada, antecedentes generales, y el problema presentado. Después de la recolección de la materia prima se lleva a la caracterización tanto físico, químico, microbiológica, bromatológico y nutricional.

Mediante las caracterizaciones se obtiene los parámetros principales donde nos indica que la bebida tiene contaminación microbiológica y una alta turbidez, pero mediante la utilización de equipos e instrumentos adecuados reduciremos los parámetros más influyentes que afectan al producto inicial. Para ello se basara en varias normas utilizadas en cada laboratorio debido a que no tenemos una técnica específica para esta bebida.

Para nuestro estudio técnico denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDAD DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL” realizamos también estudios minuciosos sobre la cabuya, Tzawar Mishki, su producción y su recolección a nivel general para su comercialización. En el siguiente diagrama

detallamos los principales procedimientos para obtener la materia prima (Tzawar Mishki), para diseñar y construir nuestro clarificador.



**Diagrama 1-1:** Proceso inicial para la obtención de la materia prima

**Realizado por.** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

### ***1.3.2. Aspectos Fundamentales sobre la Cabuya (Agave)***

La cabuya o Agave Americana L conocido científicamente (CUEVA E, 1999, p. 80) a nivel nacional desde tiempos remotos lo podemos encontrar en nuestro país a lo largo del callejón interandino de la región sierra. La cabuya es muy beneficioso para el ser humano (higiene personal como champú), artesanía (sogas, sacos, fundas) alimento de animales (ganado, cerdos, bovinos), cercos defensivos, separación de linderos y para formar barreras que protegen laderas, caminos o bordes (ver gráfico 1-1) de canales favoreciendo la estabilización del terreno (AYORA D., 2013, p. 20).

En el aspecto ambiental se utiliza para evitar la erosión gracias a que sus raíces se compactan a lo largo del terreno y en la extensión de estas raíces se propagan pequeños bulbillos o hijuelos que luego son replantadas en otra parte para su crecimiento posterior.



**Gráfico 1-1:** a) Separación de terrenos, b) Protección de laderas y caminos

**Fuente:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 1-1:** Ubicación Geográfica de la cabuya en la Parroquia Salasaka

<b>Cantón</b>	Pelileo
<b>Provincia</b>	Tungurahua
<b>Ubicación</b>	A 13 Km de Ambato y 5 Km de Pelileo
<b>Superficie</b>	1415 ha
<b>Comunidades</b>	21
<b>Altitud</b>	2200 m.s.n.m
<b>Temperatura (12 -24°C)</b>	Resiste temperaturas bajas y altas
<b>Humedad (60-90%)</b>	De acuerdo a su gran contenido de agua soporta los climas secos durante el verano.
<b>Tierra</b>	Es cultivable en tierras arenosas, limosas y cangahua o pedregosa.

**Fuente:** SALASAKA-RUNAKUNA., 2009 (Ubicación Geografica)

**Realizado por.** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Esta planta está formado de varias hojas de color verde azulado o grisáceo y estas a su vez dan la formación del cogollo, cada hoja mide aproximadamente 1.50 a 2.00 m de largo, 20 a 30 cm de ancho, a los costados de las hojas tienen espinas de 2 cm, en la parte superior tiene una espina de 4 a 5 cm y un color blanco en la base principal de la hoja pero varía de acuerdo a su desarrollo en diferentes climas y terrenos.

La cabuya cuando llega a su etapa final (7 años de crecimiento y 5 de maduración) (CARRASCO, 2015, p. 20) empieza la floración con el apareamiento del chaguarquero desde el cogollo o corazón que alcanza una altura de 12 m, desde los 6 m empieza su floración con el brote de ramas de 50 cm (ver fotografía 2-1) donde se forma los pétalos de color amarillo-verdoso y la formación de semillas de 4 mm, una vez que las semillas estén secas se siembran para obtener nuevas plantas, todo esto depende de la calidad de la planta.





**Gráfico 2-1:** Plantas de cabuya con chaguarquero

**Fuente:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Datos investigativos nos ayudan a conocer más al fondo sobre la planta mencionada ya que gracias a ello podemos referenciar y poner en detalle para que la población conozca algunos parámetros y sus componentes ya que en gran parte tiene mucha humedad, potasio, magnesio, calcio y fosforo que son muy benéficos para los animales en su alimentación, Además de acuerdo a los datos los carbohidratos aporta una gran energía (glucosa) cuando sea consumido.

### ***1.3.3. El Tzawar Mishki desde su Antigüedad***

El Tzawar Mishki conocido desde la antigüedad como un líquido milenario y también por algunos autores como: Upi de cabuya, caldo de cabuya, dulce de cabuya, agua miel (México), es una bebida que se obtiene de la parte baja del agave (ver fotografía 3-1) tiene aspecto líquido, con olor característico, sabor muy dulce, con colores que varían de acuerdo a la planta (blanco opalescente, blanco tenue, amarillo claro, amarillo café).

De acuerdo a los relatos por personas conocedoras solo es aprovechada y explotada por sus propiedades organolépticas, nutricionales (BAUTISTA N, 2008, p. 47) difundida a nivel general es decir al igual que otros productos existentes en el mercado no tiene un registro sanitario para que sea comercializado libremente.



**Gráfico 3-1:** Bebida de Tzawar Mishki

**Fuente:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

El Tzawar Mishki por ser una bebida con propiedades físicas, químicas y nutricionales es usado en la elaboración de bebidas fermentadas (fácilmente fermentable e inestable a su conservación), bebidas alcohólicas (tequila, mezcal), miel de acuerdo a la gran cantidad de sacarosa contenida en ella.

Para extraer esta bebida se realiza un agujero en su cogollo siguiendo los procedimientos adecuados (artesanalmente) con la ayuda de las personas expertas o conocedoras, materiales adecuados y bien esterilizados para que no exista contaminación.

Pensando en el bienestar de las personas que consumen esta bebida realizaremos una clarificación del Tzawar Mishki para posteriormente poder ofertar a las personas que se dedican a este negocio y a su vez a sus consumidores. En la provincia de Tungurahua y Cotopaxi existen personas que ofertan esta bebida en frascos pequeños envasados manualmente. En la siguiente tabla detallamos valores estimados de la extracción de la bebida y su precio de venta.

**Tabla 2-1:** Datos experimentales del Tzawar Mishki

Producto-Bebida	Extracción MP	Cantidad (mL/día)	Precio (500mL/1\$)
	Mañana	1000	2,00
<b>1 planta grande</b>	Tarde	1500	3,00
	Semana	17500	35,00
	Mes	150000	300,00
<b>TOTAL</b>	<b>90 días (parcial)</b>	<b>225000</b>	<b>450,00</b>

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

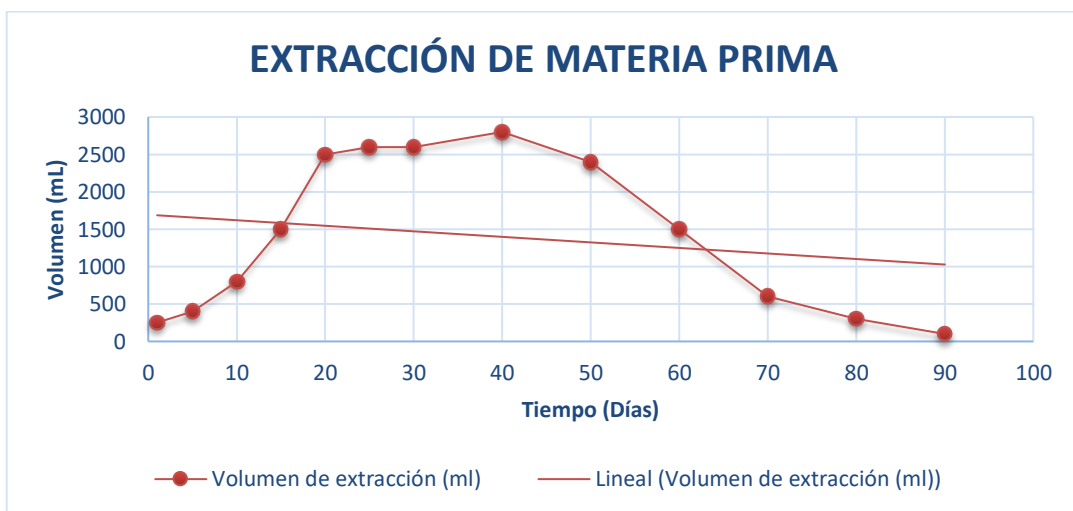
**Observación:** Dependiendo de la planta ya sea pequeña o grande los valores no son exactos ya que la extracción varía desde el primer día de cosecha, pero después de la primera semana la

cosecha de 2500 mL diariamente es constante casi hasta los 60 días (planta grande) y después de estos días transcurridos la bebida va disminuyendo porque la planta se va secando. En el siguiente cuadro como en su diagrama detallamos como se va dando la cosecha en los 90 días.

**Tabla 3-1:** Tiempo de cosecha del Tzawar Mishki en los 90 días

Tiempo de cosecha (Días)	Volumen de extracción (mL)
1	250
5	400
10	800
15	1500
20	2500
25	2600
30	2600
40	2800
50	2400
60	1500
70	600
80	300
90	100

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017



**Gráfico 4-1:** Tendencia durante la cosecha del Tzawar Mishki en los 90 días

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Cada 2500 mL se vende a 5\$ y si las personas se dedican a este negocio tienen una ganancia de 35\$ semanales, 150\$ mensual. Como podemos observar en el Gráfico 4-1 el volumen de cosecha va variando dependiendo de los días, es decir tenemos al inicio menor extracción, llegamos a los 15 días se incrementa y permanece casi constante y desde el segundo mes esto va disminuyendo hasta llegar a la etapa final de la planta (la planta muere por sequedad).

Por varias épocas ha sido implementado para endulzar sus comidas (jugos, horchatas), mediante su cocción obtenían dulce lo guardaban para usar como azúcar, suplemento alimenticio y medicinal. Esta bebida se fundamenta porque es rico en aminoácidos (lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina, arginina), y azúcares (fructosa), contiene 5,30g de extracto no nitrogenado en 100g de Tzawar Mishki [1].

Los análisis bromatológicos son aquellos que nos ayuda a determinar la naturaleza de los alimentos, composición química, su comportamiento a diversos factores físicos. Por tanto, se puede definir como la ciencia que se centra en el estudio de los alimentos desde todos los puntos de vista posibles, teniendo en cuenta todos los factores de producción, manipulación, elaboración, conservación, distribución, comercialización y consumo (BELLO, 2000, p. 23).

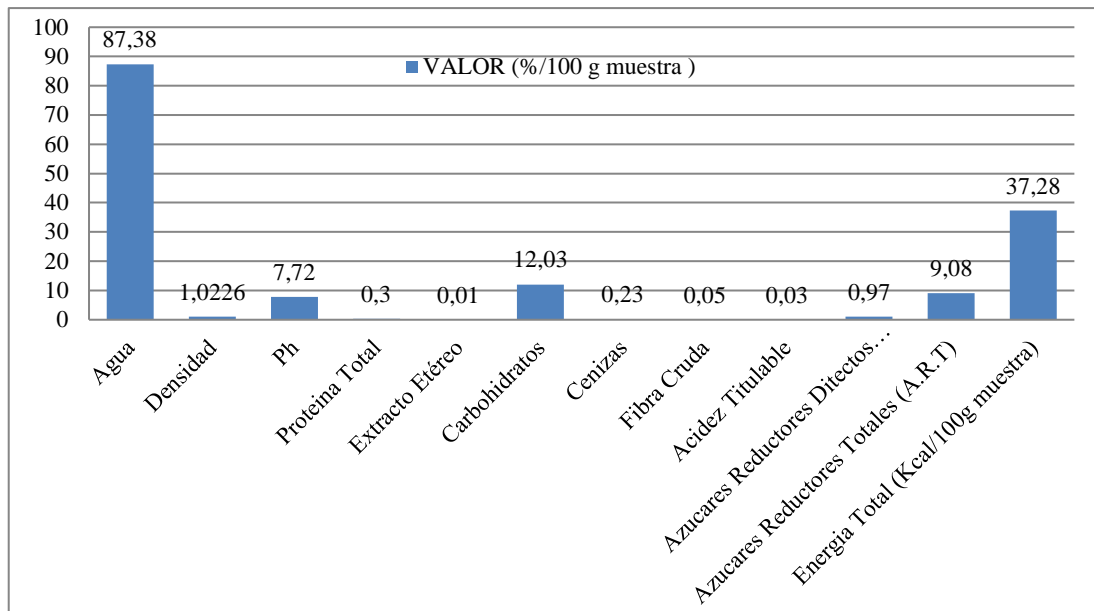
**Tabla 4-1:** Análisis Bromatológico del Tzawar Mishki

PARAMETROS	VALOR
Agua	87,38 %
Densidad	1,0226 g
pH	7,72
Proteína Total	0,3 %
Extracto Etéreo	0,01 %
Carbohidratos	12,03 %
Cenizas	0,23
Fibra Cruda	0,05
Acidez Titulable	0,03
Azúcares Reductores Directos (A.R.D)	0,97
Azúcares Reductores Totales (A.R.T)	9,08
Energía Total (Kcal/100g muestra)	37,28

Fuente: BAUTISTA, N, 2008. (Estudio Químico Bromatológico de Agua miel de Agave Americana L.(Maguey), p 46)

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

<sup>1</sup> Inkanatura World Peru Export, 2008. (PERU.Composición Química del Agua miel)  
<http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>



**Gráfico 5-1:** Frecuencia de la composición proximal del Tzawar Mishki en 100 g de muestra

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

De acuerdo a determinaciones por Bautista N nos damos cuenta que la bebida tiene alta humedad, carbohidratos bajo, medio de energía pero al ser ingeridos en nuestro organismo influye mayoritariamente ya que según expertos por cada gramo de proteína que se ingiere aporta 4 kilocalorías y los carbohidratos es nuestro combustible principal para el funcionamiento de nuestro cuerpo humano.

Así también existe datos de ensayos que se determinaron sobre el contenido de minerales (% mg) tales como Fósforo (4,20 %), Hierro (0,06 %), Sodio (5,92 %), Potasio (14,56 %), Calcio (9,72 %), Zinc (0,07 %), Cobre (0,03 %) y la concentración de vitamina C que tiene (14,28 mg %) (BAUTISTA N, 2008, p. 49).

#### **1.3.4. Extracción de la Materia prima líquida (Tzawar Mishki)**

Para realizar la extracción de la bebida primeramente debemos recibir una inducción previa acerca del tema por las personas expertas y extractores antiguos artesanales, debemos tener herramientas y materiales adecuados de polietileno que estén bien esterilizadas para evitar cualquier contaminación, seguidamente lo colocamos en bancos de hielo para trasportar hacia a los laboratorios y realizar los respectivos análisis.

### ***1.3.5. Análisis Físico-Químico, Microbiológico y Nutricional***

De acuerdo a los ensayos físicos, químicos, microbiológicos y nutricionales realizados en los laboratorios nos hemos dado cuenta que es una bebida muy inestable y no podemos tener en reposo por mucho tiempo debido a que contiene mohos y levaduras naturales que ayudan a su fermentación dentro de pocas horas, también enzimas que atacan sus propios componentes, el fructosil transferasa que cataliza la degradación de Oligofruetosacaridos que contiene la bebida (MARTÍNES del Campo, 1999, p. 91).

Para mantener la estabilidad del Tzawar Mishki debemos tener en consideración la forma de obtención empezando del uso de materiales, la manipulación y el acondicionamiento del pocillo ya que si no se da la debida protección puede existir contaminación con el aire, polvo, basuras, roedores e incluso con microorganismos del ambiente.

#### ***1.3.5.1. Análisis Físico-Químico y Bromatológico***

Hay que diferenciar entre un análisis físico-químico y bromatológico ya que cada uno cumple una función distinta pero son complementarias entre sí, un análisis físico determina características principales de los alimentos (punto de fusión, ebullición, punto de congelación, espectroscopia IR, color, olor, su aspecto, densidad, pH, sólidos solubles, materia seca, pruebas de sellado, pruebas de sedimentación, su degradación, etc.) sin el cambio de su estructura.

Un análisis químico es aquella que mediante una serie de reacciones químicas su estructura química cambia (dureza, acidez, proteínas, azúcares, contenido de grasa, pruebas de alcohol y también de minerales como Na, K, Ca, Fe, Mg, P) a nuestra simple vista (cambio de color) (PACHECO MORENO, 2007, p. 9-27).

Mediante ensayos físicos o químicos podemos determinar el pH, acidez, SDT, SST, viscosidad, fibra, proteína, grasa, humedad, carbohidratos, etc., utilizado un fotómetro que mide la intensidad de la luz que incide en un cuerpo (color, salinidad, conductividad), un multiparámetro (pH, SST, SDT) que determina parámetros importantes en líquidos, y materiales sencillos para bajar su turbidez. Los análisis bromatológicos se encargan del estudio de los alimentos cualitativa y cuantitativamente y saber si es apto para el consumo humano.

**Tabla 5-1:** Análisis Físico y Bromatológico

<b>DETERMINACIÓN FÍSICA</b>	<b>ASPECTO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>COLOR</b>	Muestra Fresca = Amarillo turbio o ámbar Muestra reposada = Blanco opalescente	3665Pt-Co
<b>OLOR</b>	Característico a cabuya	
<b>SABOR</b>	Dulce a Cabuya	
<b>ASPECTO</b>	Líquido	
<b>pH</b>	Ligeramente Acido	6,54
<b>TEMPERATURA</b>	Ambiente	16,5 °C
<b>SDT (multiparámetro)</b>		1,39g/L
<b>SST (multiparámetro)</b>		498mg/L
<b>Turbidez</b>	Aséptico	359 NTU
<b>CONDUCTIVIDAD</b>		2,66ms/cm
<b>SAL</b>	Salubre	1,4ups
<b>HUMEDAD</b>		86,64%
<b>EXTRACTO SECO</b>		13,36%
<b>CENIZA</b>		0,96%
<b>VISCOSIDAD</b>		355,8cP
<b>DENSIDAD</b>		1,1076g/mL
<b>°BRIX</b>		9,85°B

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017 (Laboratorio de alimentos-ESPOCH)

#### 1.3.5.1.1. Análisis químicos de minerales.

Para la determinación utilizamos el método gravimétrico que no es más que una técnica analítica que permite calcular mediante relaciones estequiométricas la cantidad de analito utilizada en la muestra a ensayar.

**Tabla 6-1:** Análisis y determinación Química de minerales

<b>Determinación química</b>	<b>Rango</b>	<b>Unidad</b>
<b>DUREZA</b>	Alta	248 mg/L
<b>ACIDEZ</b>	Bajo	1,072 mg/L
<b>CALCIO</b>	Alto	44,8 mg/L
<b>MAGNESIO</b>	Alto	33,05 mg/L
<b>HIERRO</b>	Bajo	0,72 mg/L

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017 (Laboratorio de aguas-ESPOCH)

De acuerdo a los datos obtenidos podemos ver que la dureza de esta bebida es de 248 mg/L debido a que contiene alta concentración de carbonatos y poniendo en referencia con el agua está en un rango de 150-300 mg/L es decir es una bebida muy dura (muestra al segundo día) que ayuda a la formación de espuma mediante el progreso de fermentación.

#### 1.3.5.1.2. Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico son procedimientos analíticos que se debe realizar en todas las bebidas para determinar la presencia de microorganismos patógenos como los estafilococos, la E-coli, la salmonella, los coliformes, mohos y levaduras. Todo esto tiene el propósito de verificar el riesgo que presentara la bebida después de su consumo y saber cuáles fueron las fuentes de contaminación. Este análisis se lleva a cabo por medio de elaboración de cultivos.

**Tabla 7-1:** Análisis Microbiológicos principales del Tzawar Mishki

Determinación microbiológica	Método	Resultado
COLIFORMES TOTALES	NTE INEN 1529-7	7,9X10 <sup>3</sup> UFC/g
COLIFORMES FECALES	NTE INEN 1529-6	-
ESCHERICHA COLI	NTE INEN 1529-8	1,0x10 <sup>2</sup> UFC/g
MOHOS Y LEVADURAS	NTE INEN 1529-10	1,7x10 <sup>6</sup> UFC/g

Fuente: **DRA. Gina A., 2017** (Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y alimentos)

Como podemos observar en la tabla anterior existe un grado alto de coliformes totales de 7900 UFC/g (Unidades de formación de colonias sobre gramo), estos son causantes de la fermentación y producen en su gran mayoría ácido y gas, 100 de bacteria Escherichia Coli estas causan infecciones en el intestino después de su consumo, mohos y levaduras 17000000 estas son beneficiosas (rápida fermentación para obtención de alcohol) como malas porque son causantes de la descomposición de los alimentos y en especial en las bebidas.

#### 1.3.5.2. Propiedades Nutricionales

La bebida tradicional es utilizado principalmente por sus cualidades medicinales y nutricionales como:



**Tabla 8-1:** Aspectos Nutricionales Principales

Bebida	Aspecto Nutricional	Dosis
<b>TZAWAR MISHKI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es un tónico digestivo, Inflación de riñones e hígado, Diurético, Ideal para personas con problemas de alcoholismo por su riqueza en sales minerales.</li><li>• Aumentar la secreción de jugos biliares descongestionando el hígado.</li><li>• Antisépticas y cicatrizantes en heridas internas de la boca, garganta.</li><li>• Según los argumentos verídicos cura la artritis, várices, el frío en los huesos porque ayuda a fijar el calcio, para la leche después del parto.</li></ul>	Tomar 3 tazas diarias del líquido, acompañado de una dieta blanda.

**Fuente:** TELEGRAFO. 2014., MISHKIHUARMY. 2011 (Tzawar Mishki, la bebida andina que sobrevivió a la colonización)

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

### ***1.3.6. Simulación del equipo clarificador***

Para realizar la simulación debemos conocer algunos fundamentos e implementar algunos pasos para obtener una bebida sin el color inicial. Esta bebida al extraer directamente del penco contiene impurezas que deben ser separados para realizar la clarificación, entonces realizamos ensayos sencillos que se ajusten a procesos de sedimentación, floculación, filtración, clarificación y su obtención de alcohol.

#### ***1.3.6.1. Simulación de la sedimentación***

La sedimentación es una operación física o mecánica por el cual las partículas más densas o pesadas que el agua, que se encuentran en suspensión en un líquido, son removidas por la acción de la gravedad (PÉREZ F, 2005).



**Gráfico 6-1:** Sedimentación libre por gravedad

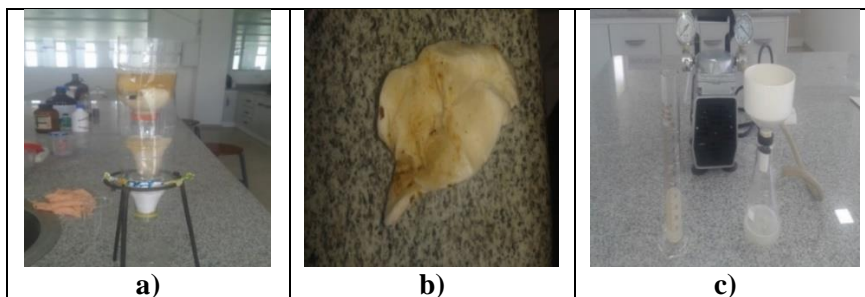
**Fuente:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Como se puede observar en el gráfico anterior los sólidos contenidos en la bebida se han sedimentado en la parte inferior del recipiente después de un tiempo de reposo adecuado (30 min) por acción de la gravedad. Pero los sólidos más finos (sólidos en suspensión) no se sedimentan por completo debido a que existen fuerzas de interacción entre las partículas es decir, cuando tenemos suspensiones de tipo coloidal para eliminar y bajar su turbidez debemos implementar floculantes adecuados ya que con la sedimentación natural no es posible.

### 1.3.6.2. Simulación de la Filtración

La filtración es una Operación Unitaria que separa los sólidos que se encuentran en suspensión en el seno de un líquido, esto se trata de un proceso físico mediante el cual un elemento (bebida) es colocado en un recipiente que contiene un filtro o tamiz que ayuda a la separación de partículas sólidas, quedando retenidos en el filtro formándose una torta dependiendo de la porosidad y de la granulometría (BRITO, 2001, p. 24).

Este depende de la fuerza gravitacional y la fuerza impulsora que ayuda a que el líquido pase a través del filtro y la podemos efectuar de dos maneras, la filtración libre o gravitacional se realiza a través de una única fuerza impulsora llamada gravedad y la filtración al vacío se efectúa mediante una fuerza impulsora llamada presión atmosférica (bomba de succión), esta presión ayuda a que el líquido atraviese el filtro y este método es el más rápido permitiendo la filtración de aquellas suspensiones que mediante la fuerza de gravedad no se puede realizar [2].



**Gráfico 7-1:** a) Filtración por gravedad, b) Residuos en algodón, c) Filtración forzada o al vacío.

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Para poder determinar la cantidad de sólidos retenidos se utiliza papel filtro, algodón, lona, y micromembrana (fibra de vidrio) y así poder diferenciar si existe un cambio del color inicial.

<sup>2</sup> **DEFINICIONES ABC, 2007.** (Procesos de Filtración)  
[http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/filtracio\\_grav.htm](http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/filtracio_grav.htm)

El color amarillo opalescente cambia después de pasar por los filtros dando un color blanco opalescente, este color ha tenido cambio debido a que las impurezas y los sólidos disueltos en la bebida son retenidos en los filtros utilizados.

**Tabla 9-1:** Cantidad de sólidos retenidos en los filtros

Volumen de TM	Filtros	Peso seco	Peso seco + muestra	Cantidad de solidos retenidos
100 mL	Algodón	5,58 g	7,16 g	1,58 g
	Lona (tela)	0,65 g	0,85	0,20 g
	Papel filtro	0,64 g	0,72 g	0,08 g
	Membrana de Vidrio	0,60 g	0,78 g	0,18 g

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Según los datos obtenidos en la tabla 9-1 estos filtros retuvieron los sólidos en mayor cantidad 1,58 g en algodón, 0,20 g la lona, 0,18 g en la membrana de vidrio, 0,08 g en papel filtro en 100 mL de Tzawar Mishki y con estos datos ya sabemos que filtro se va a utilizar en el equipo.

### 1.3.6.3. Simulación de Coagulación y Floculación

La coagulación y floculación son procesos físicos químicos que ayudan a purificar un líquido, es decir los sólidos suspendidos, las partículas coloidales (menos de 1 um) y sustancias disueltas menos de varios nanómetros no son sedimentados naturalmente y por lo tanto se necesita la acción de un coagulante natural (orgánico), cabe recalcar que no podemos utilizar un coagulante inorgánico porque se alteran las condiciones organolépticas iniciales (ALTAIS, 2013).

El método básico de la coagulación es importante porque desestabiliza o remueve las partículas coloidales y suspendidas por neutralización de sus cargas dando lugar a la formación de un flóculo en 80 o 90%, de acuerdo a la Norma ASTM D2035-13 nos abarca un procedimiento general para la evaluación de un tratamiento para reducir los sólidos en suspensión coloidal y la materia no renovable.

Esta norma evalúa el color, turbidez y dureza pero no pretende resolver problemas de seguridad (resultados óptimos), pero en nuestro caso no podemos emplear estos coagulantes porque es una bebida alimenticia y al usar podríamos bajar su turbidez pero su aspecto bromatológico y organoléptico cambiarían, después de los ensayos de laboratorio nos damos cuenta que nuestra

bebida es muy valiosa y difícil de conservar debido a que contiene *alto contenido de azúcar, calcio, fósforo, carbohidratos (energía), taninos*.

La floculación se encarga de unir los flóculos desestabilizados o ya formados para aumentar el volumen y peso, logrando que las partículas diminutas enturbadoras que se encuentran en suspensión sean atraídas entre sí mediante una agitación para luego llevar a una filtración.

**Tabla 10-1:** Factores influyentes en la coagulación

Coagulación	Floculación
- El pH	- Coagulación perfecta
- Gradiente de velocidad (agitación)	- Gradiente de velocidad (agitación)
- Cantidad de coagulante	- Temperatura del agua
- El tiempo	- Características del agua
	- Tipo de floculantes (minerales, orgánicos, etc.)

**Fuente:** ALTAIS ELEESSIA PARC., 2013 (Método de la Coagulación y Floculación)

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Los coagulantes naturales son aditivos que derivan de semillas de hojas, corteza o savia, raíces y de frutas que ayudan a eliminar partículas que se encuentran en suspensión en bebidas tales como el vino, cerveza, bebidas refrescantes y aceites vegetales (ECURED, Conocimiento con todos y para todos, 2010).

Para nuestro ensayo sobre la clarificación y filtración se utiliza clarificantes como:

- ❖ **Albumina de huevo:** Se obtiene de la clara de huevo desecada y se usa fundamentalmente para los vinos tintos y los blancos de Jerez.
- ❖ **Almidón de yuca:** Es un arbusto perenne y son buenos en el proceso de coagulación-floculación en lixiviados.
- ❖ **Moringa:** Esta planta (semillas) es usado coagulante natural en la clarificación de aguas, remoción de bacterias y su purificación.
- ❖ **Penco de tuna (savia):** Conocido como *Cactus lefaria*, es usado ampliamente como sustituyente de  $Al_2(SO_4)_3$  en el proceso de clarificación del agua.

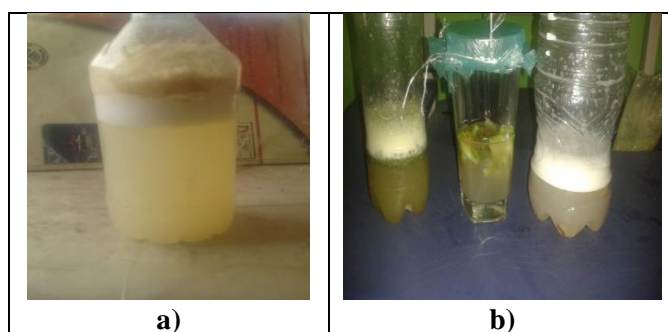
- ❖ **Gelatina:** Es una sustancias que se obtienen del cuero y huesos de los animales, se usa para clarificar zumo de manzana, vinos rosados y tintos (bebidas ricas en taninos).
- ❖ **Caseína:** Tiene gran poder decolorante, precipita rápidamente bajo el efecto de la acidez, con muy fuertes dosis permite una eliminación bastante completa de los taninos y otros poli fenoles.

Para la floculación se coloca la muestra en recipientes cristalinos tal cual como se realiza la prueba de jarras y a estas muestras colocamos floculantes naturales. Para su mezclado realizamos una agitación, dejamos en reposo y observamos en que tiempo tuvo un cambio. Con los coagulantes utilizados no se pudo observar un cambio continuo debido a que en este proceso influye en gran parte el gradiente de velocidad (unión de partículas) y su pH (retiro de coloides) por lo cual se necesita un tiempo largo de reposo.

**Tabla 11-1:** Floculantes naturales utilizados en la bebida

BEBIDA TM (mL)	FLOCULANTE	CANTIDAD	TIEMPO DE CAMBIO
100	Albumina de huevo	1 huevo (30 g)	12 h
100	Almidón de yuca	30 g	18 h
100	Hojas de Moringa	30 g	Ninguno
100	Penco de tuna	30 g	24 h
100	Gelatina	30 g	Ninguna
100	Caseína	30 g	8 h

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017



**Gráfico 8-1:** a) Muestra con albumina de huevo, b) muestra con moringa, tuna, almidón de yuca

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Para nuestro equipo clarificador no podemos emplear estos floculantes porque al dejar en reposo empieza su proceso oxidativo y degradativo es decir al estar en un recipiente hermético sin oxígeno (anaeróbico) da lugar un compuesto orgánico con acidez y nuestro propósito es el de obtener una bebida clarificada con todos los principios organolépticos en menor tiempo.

#### *1.3.6.4. Simulación de la Clarificación*

Después de realizar los procesos anteriores de: sedimentación, filtración, coagulación-floculación, realizamos el proceso de la clarificación.

**Clarificación:** La clarificación es un proceso utilizado a nivel industrial en tratamiento de aguas, obtención de vinos y bebidas en general para eliminar los sólidos suspendidos, sólidos finamente divididos, color y materiales coloidales contenidas en un líquido (COGOLLO F, 2010, p. 19).

Nuestro clarificador separara los sólidos más finos en suspensión obteniendo una bebida con baja turbidez previo a esto se debe separar las partículas sólidas (UBEDA, 1992, p. 19) como arena, tierra y material diverso, que están adheridos o mezclados durante su recolección.

Ahora nuestro principal problema es el de mantener la estabilización y la limpieza (Turbiedad) y esto se obtiene por la acción de los Clarificantes apropiados, pero esto se puede conseguir gracias a la implementación de dos procesos como son la filtración y clarificación, es decir para asegurar la estabilidad de nuestra bebida la filtración debe ser precedida de una clarificación (mientras se dé la filtración el efecto de la clarificación debe irse dando al pasar por los filtros).

Este fenómeno de clarificación provoca una sensible disminución del índice de colmatación, aumenta el rendimiento de los filtros y reduce el coste de la filtración. La clarificación mejora las características organolépticas actuando selectivamente sobre los factores iniciales (FEDUCHY M, 1995) de acuerdo a los filtros utilizados.

Para poder proceder con la clarificación debemos en primera instancia determinar su turbidez inicial y de acuerdo a ello sabremos con exactitud qué filtros clarificadores se va a utilizar.

**Turbidez:** Según varias definiciones podemos decir que la turbiedad la medimos en (NTU) y es el impedimento de reflexión de luz que presentan los sólidos insolubles en suspensión través del

líquido, esto es debido a que existe presencia de coloides, son difíciles de decantar, filtrar ya que la turbidez nos da una noción de apariencia al agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de nuestro tratamiento [3].

De acuerdo al ensayo realizado en el laboratorio nuestro Tzawar Mishki tiene una turbidez de 359 NTU. Esto se lo realizó con un parámetro de medición de 0-2000 (ISO 7027 1999) con la ayuda de un turbidímetro dando referencia al agua que para su consumo debe tener un valor de 5 NTU como máximo, pero no podemos referenciar con el agua porque nuestra bebida clarificada no es transparente completamente, entonces trataremos de bajar su turbidez al máximo para prevenir posteriores enturbiamientos por sustancias que no han sido eliminadas.

De acuerdo al objetivo planteado haremos referencia a la Norma general estándar del Codex alimentarius (CODEX STAN 247-2005) para el uso de Clarificantes, Coadyuvantes de filtración, Floculantes y esta es adecuada para zumo (jugo) de fruta y se entiende por zumo al líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de plantas en buen estado, entonces para nuestra clarificación utilizaremos filtros fáciles de armar, lavar y cambiar, estos filtros serán impregnados en carbón activado y tierras diatomeas.



**Gráfico 9-1:** Simulación de la clarificación

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Como podemos ver en el gráfico 9-1, la separación se produce al permitir que los sólidos más finos se queden impregnados en los filtros clarificadores ubicados dentro del equipo (McCABE., 2002, p. 1070-1088). Aquí la clarificación es ejercida por acción de una bomba de impulso (pulsátil) que ayudara a pasar el líquido por los filtros, al pasar la muestra fresca sin

---

<sup>3</sup> VELANDIA B, JENNIFER, 2013. (Turbiedad del Agua)  
<http://turbiedaddelagua.blogspot.com/p/contexto.html>

ningún tratamiento tiene una eficiencia de 90% pero después de un tiempo prolongado no más de 12 horas empieza su enturbecimiento.

El enturbecimiento se debe a la existencia de partículas sólidas coloidales naturales provenientes de las hojas de cabuya. Existen dos clases de coloides llamados hidrofóbicos (adversos al agua) e hidrofílicos (afines al agua), estos se basan en la atracción que existe en la superficie de la partícula por el agua.

Pero algunos son estables indefinidamente y otros no, pero Termodinámicamente los sistemas coloidales estables son llamados reversibles y los no estables son llamados irreversibles (VAZQUEZ, 1994, p.35) y nuestra bebida natural tiene coloides reversibles (se vuelve turbio) y se encuentran siempre cargados negativamente, y estas cargas debemos contrarrestar con cargas positivas con los Clarificantes adecuados o con un filtro de intercambio catiónico.

- ❖ **Origen biológico:** Presencia de microorganismos (levaduras o bacterias), insectos (moscas, mariposas), animales (roedores, lagartijas).
- ❖ **Origen Químico:** Presencia de fungicidas durante el cultivo de productos.
- ❖ **Origen Físico-Químico:** Contaminación con polvos (tierra) y aguas de lluvia.
- ❖ **Otros factores:** Mala forestación y cosecha.

El clarificador a diseñarse deben cumplir algunos beneficios primordiales tales como: Corto tiempo de retención y menor destrucción de sacarosa que ayudara a la fermentación, perdida de color natural, mayor rendimiento de la capacidad, capital de menor costo (materia prima), menor coste de mantenimiento, fácil limpieza y la posibilidad de hacerlo en forma regular.

#### *1.3.6.5. Obtención de Alcohol mediante Destilación*

**Destilación:** Es una de las operaciones unitarias más importantes de la Industria Química que consiste en separar los componentes de una mezcla líquida mediante la ayuda del calor (vaporización), para que los componentes más volátiles pasen a estado gaseoso o en forma de vapor y este sea transformado en líquido mediante condensación (OCÓN, 1972, p. 280-290).



Para nuestra destilación lo que debemos realizar en primer lugar es la fermentación alcohólica natural y luego aplicar una destilación simple a nivel de laboratorio para poder determinar si es factible la obtención de alcohol etílico y algunas características principales.

**Tabla 12-1:** Propiedades físicas de los alcoholes para la destilación.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ALCOHOLES					
NOMBRE	FORMULA	P.f. (°C)	P.e. (°C)	Densidad relativa a 20 °C	Solubilidad g/100 g de H <sub>2</sub> O
Metílico	CH <sub>3</sub> OH	-97	64,5	0,793	0
Etílico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	-115	78,3	0,789	0
n-Propílico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	-126	97	0,804	0
n-Butílico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	-90	118	0,81	7,9

Fuente: MORRISON., BOYD., 1990. (Química Orgánica, propiedades físicas de los Alcoholes)

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Alcohol etílico:** Es conocido como el alcohol de las bebidas alcohólicas, se obtiene por fermentación de azúcares contenida en una variedad de vegetales (cabuya) y su posterior tratamiento (se destile o no). En primera instancia se obtiene alcohol etílico mezclado con agua y luego se concentra esta mezcla por destilación fraccionada a una temperatura de 78,3 °C cualquiera que sea la eficiencia del destilador (MORRISON R, 1990, p. 630).

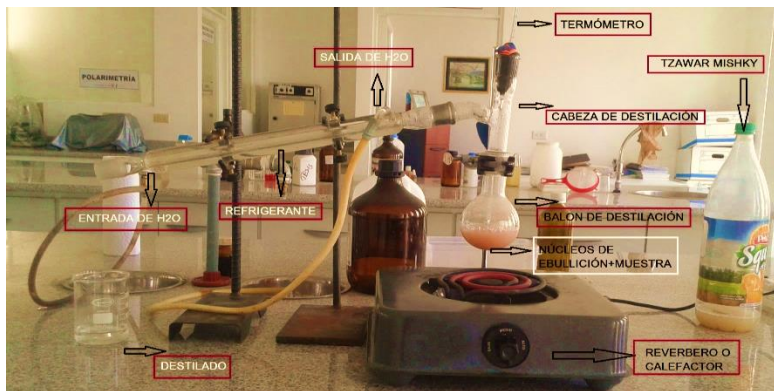
**Fermentación alcohólica:** Para la obtención de alcohol se utilizan reacciones de fermentación como vía metabólica para obtener energía y materia indispensable para su desarrollo y su posterior destilación (BRITO, 2016), debido al gran contenido de azúcar que tiene esta bebida la fermentación se da rápidamente. Cabe recalcar que para obtener alcohol se necesita gran cantidad de materia prima y en nuestro caso es un poco escaso.

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación de forma incompleta, es un proceso anaeróbico (si presencia de oxígeno) transformando las moléculas complejas en simples y dando como producto final un compuesto orgánico con desprendimiento de gas.

Louis Pasteur fue en el encargado de descubrir este proceso y se refirió al proceso de la vida sin aire que era una creencia, pero desmintió esta creencia gracias al microscopio, donde pudo

identificar microorganismos que participaban en los procesos de fermentación, así como también la identificación de dos tipos de levaduras (una producía alcohol, y la otra daba ácido láctico) y estas son las encargadas de dar un sabor agrio a nuestra bebida [4].

En nuestro caso la fermentación del Tzawar Mishki dura un corto tiempo comparando con otros vegetales que dura 36-48 horas, durante las cuales el pH cae desde su neutralización original de 7 hasta por debajo de 4,5 y entre los productos que más se obtiene son los ácidos orgánicos y el etanol.



**Gráfico 10-1:** Simulación de la destilación

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Así para nuestro ensayo como se observa en el gráfico 10-1, aplicaremos la destilación simple teniendo en cuenta los puntos de ebullición, esta operación de la destilación se fundamenta básicamente en:

- ❖ Armar el equipo de destilación con el balón esmerilado (caldera), codo te o cabezal de destilación, tapón con agujero, termómetro (300°C), refrigerante (condensador), mangueras para circular el agua, calefactor o reverbero, recipiente recolector para el destilado.
- ❖ Colocar núcleos de ebullición o antiespumantes en el balón, acoplamos las diferentes piezas y lentamente circulamos agua (entrada de H<sub>2</sub>O) por el refrigerante de destilación.
- ❖ Calentar el balón con un reverbero hasta alcanzar la temperatura de ebullición, si se obtiene un destilado antes de llegar a la temperatura estimada debemos despreciar

<sup>4</sup> MÉNDEZ, A., 2011. La Guía Química. Fermentación.

porque puede contener sustancias peligrosas (metanol que se evapora a los 68 °C), se recoge el destilado cuando llegue a 78.3 °C que es el punto de ebullición del etanol.

- ❖ Mantener la calefacción hasta obtener la mayor cantidad de destilado tomando en cuenta el tiempo de la primera gota que sale, el volumen del destilado, y volumen del residuo.

**Tabla 13-1:** Cantidad de obtención del etanol en una muestra representativa

MUESTRA DE TM (mL)	DETALLES	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	VOLUMEN (mL)
<b>150</b>	Ebullición del liquido	42	15	0
	Primera gota de destilado	68	35	0,5
	Obtención de etanol	78	55	40
	Producto de cola	89	235	105

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Como podemos ver en la tabla 13-1 la cantidad obtenida de etanol fue de 40 mililitros, quedando como producto de cola o residuo de 105 mililitros, con esto podemos decir que las cantidades de destilado y residuo son diferentes, es decir la producción de alcohol es mínima pero el producto de cola que queda en gran cantidad se emplea para elaborar miel.

#### **1.4. Beneficiarios directos e indirectos**

El presente proyecto se desarrollará con la finalidad de beneficiar de forma directa a los pequeños productores o recolectores como también la población aledaña del Cantón Pelileo, los cultivadores pequeños y los vendedores ambulantes.

Los beneficiarios indirectos serían los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH para que puedan realizar prácticas de laboratorio referidos a temas afines a la carrera sobre filtración y clarificación ya que este equipo será instalado en el laboratorio de Procesos Industriales.

Esta bebida también será reconocida por toda la población Ecuatoriana, y otras pequeñas y medianas empresas que a futuro desarrollaran actividades de producción, en la cual consideramos que este proyecto será una alternativa adecuada para la producción de alcohol.

## **CAPÍTULO II**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1. General**

- ❖ Realizar el diseño y construcción de un equipo clarificador para la bebida del Tzawar Mishki a partir de la cabuya en la obtención de un líquido clarificado para producir alcohol.

#### **2.2. Específicos**

- ❖ Caracterizar la materia prima (Tzawar Mishki) mediante un análisis físico-químico, microbiológico y sus propiedades nutricionales.
- ❖ Simular la clarificación de la bebida para obtener los datos experimentales que nos permita conocer el tipo de filtro a utilizarse en el equipo.
- ❖ Identificar las variables de proceso para el dimensionamiento del equipo clarificador.
- ❖ Realizar el diseño de ingeniería que permita construir un clarificador para el Tzawar Mishki de acuerdo a la Norma ASTM A36/A 36M.
- ❖ Clarificar el jugo con la adición de un coagulante o floculante para que los sólidos más finos en suspensión se separen del Tzawar Mishki y obtener un líquido transparente de acuerdo a la Norma CODEX STAN 247-2005 y Norma ASTM D2035-13.
- ❖ Validar el equipo y el diseño de ingeniería a través de la caracterización final del jugo clarificado así como también su rendimiento.

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1. Localización del Proyecto

Para el presente proyecto técnico la materia prima se recolecto en la Provincia de Tungurahua, Cantón Pelileo, Parroquia Salasaca y el diseño así como su construcción del equipo clarificador se ubicara en el laboratorio de Procesos Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

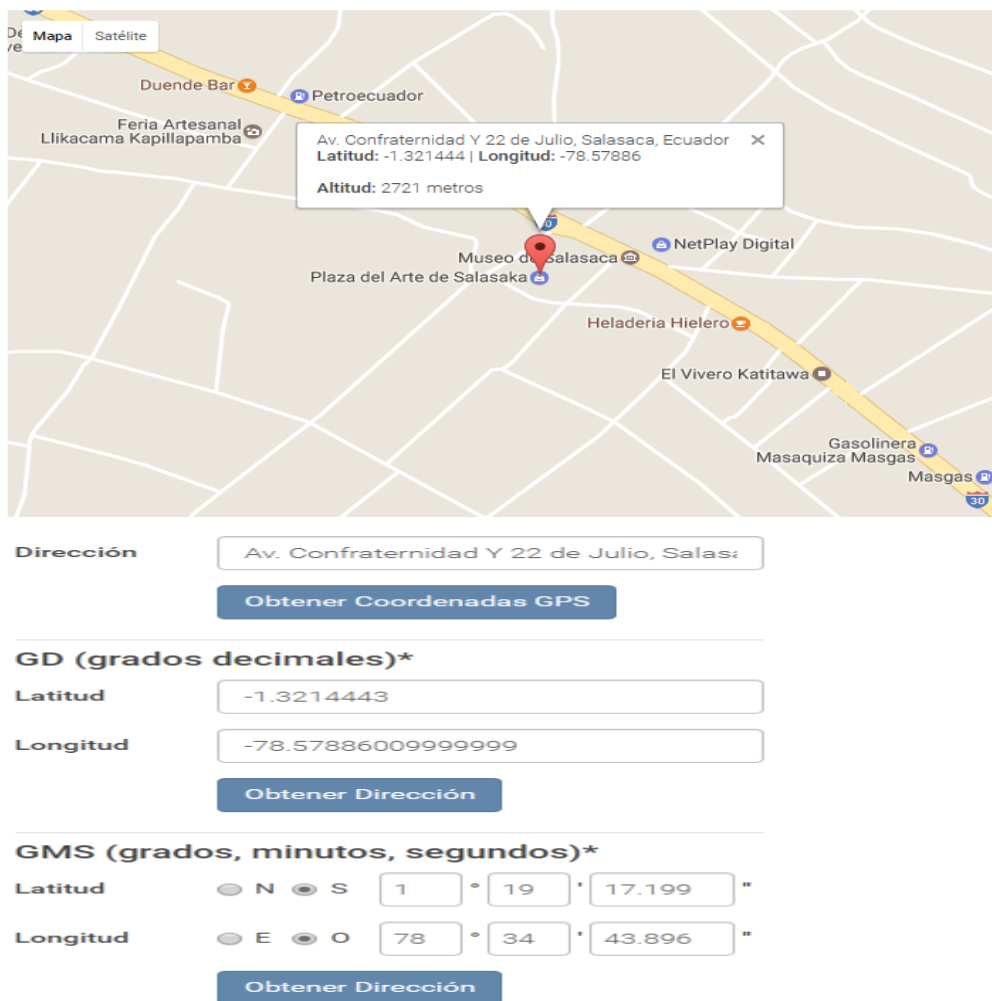
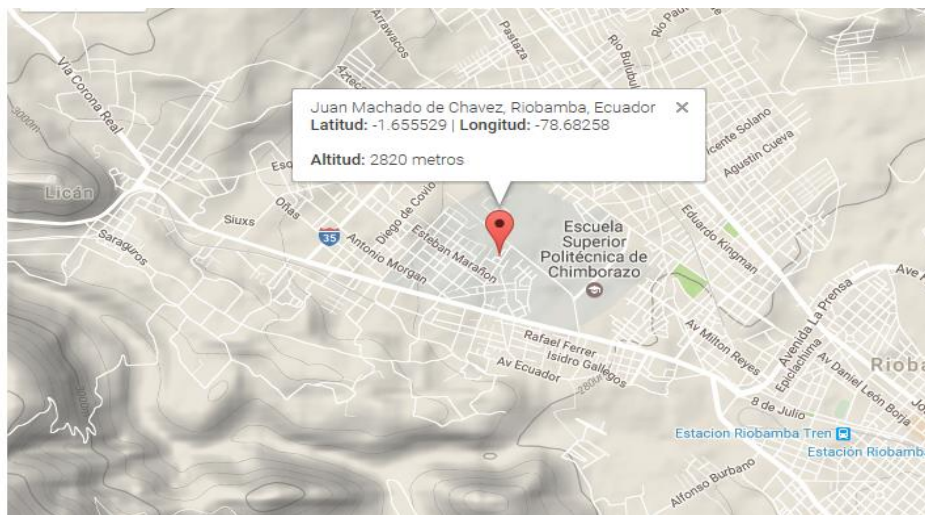


Gráfico 1-3: Ubicación Geográfica de la parroquia Salasaca

Fuente: Google Maps., 2017. (<http://www.coordenadas-gps.com/>)



Obtener Coordenadas GPS

#### GD (grados decimales)\*

Latitud

Longitud

Obtener Dirección

#### GMS (grados, minutos, segundos)\*

Latitud  N  S  °  '  "

Longitud  E  O  °  '  "

Obtener Dirección

**Gráfico 2-3:** Ubicación Geográfica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Fuente: Google Maps., 2017. (<http://www.coordenadas-gps.com/>)

## 3.2. Ingeniería del Proyecto

Después de los ensayos preliminares en el capítulo I se pudo determinar algunos parámetros importantes como son la turbidez, viscosidad, dureza, densidad, pH, las cuales nos ayudan a seleccionar y calcular el tipo de filtro a utilizarse en nuestro planteando la siguiente hipótesis.

### 3.2.1. Hipótesis

Nuestro punto principal es el de obtener una bebida clarificada y de acuerdo a su aspecto opalescente los filtros clarificadores más eficientes según la norma alimenticia CODEX STAN 247-2005 son los de carbón activado y tierra de diatomeas, estos ayudan en gran parte a la

eliminación y retención de metales pesados (Pb, Cd, Hg, Cu, Mn, Al), nitratos, bacterias, virus, flúor, E-Coli, cólera, shigella, salmonela, klebsiella.

### 3.2.2. *Proceso de extracción de la materia prima*



**Diagrama 1-3:** Extracción de la materia prima para el proceso de clarificación

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

### 3.2.3. Caracterización bromatológica, física, química y microbiológica del Tzawar Mishki

Los ensayos físicos, químicos, bromatológicos se realizan en los laboratorios de Química Instrumental, Orgánica, y tratamiento de aguas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Los ensayos microbiológicos se mandaron a realizar en SAQMIC (Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y alimentos), así como también en LACONAL (Laboratorio de control y análisis de alimentos) de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos para poder comprobar con los resultados obtenidos en nuestros ensayos tanto en materia prima y clarificada.

#### 3.2.3.1. Caracterización Bromatológica

**Tabla 1-3:** Determinación Bromatológica del Tzawar Mishki

DETERMINACIÓN	FUNDAMENTO	MÉTODO	ASPECTO
<b>COLOR</b>	Se basa en la cantidad de materia coloreada presente en el líquido.	ICUMSA NMX-FF-110-SFCI-2008 (Fotometría)	Amillo turbio o ámbar
<b>OLOR</b>	Es la determinación de aquellas sustancias que al estar presente en un líquido (material orgánico, esencias) se puede percibir fácilmente	(Sentido del Olfato)	Cabuya
<b>SABOR</b>	Se la determina mediante la presencia de algunos sustancias (sales o minerales) que dan el aspecto salado, dulce, o característico de una planta.	(Sentido del Gusto)	Dulce
<b>ASPECTO</b>	Se la determina mediante el aspecto visual (sólido, líquido, gas)	(Sentido de la Vista)	Líquido

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 2-3:** Valoración sensorial del Tzawar Mishki en materia prima original.

ASPECTO SENSORIAL	VALORACIÓN MUESTRA ORIGINAL
<b>COLOR</b>	Alto
<b>OLOR</b>	Alto
<b>SABOR</b>	Alto

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017



Después de realizar los análisis bromatológicos y sensoriales hemos distinguido tres aspectos principales como el color, olor y sabor verificando que existe una diferencia notoria.

### 3.2.3.2. Caracterización Física

**Tabla 3-3:** Caracterización Física de la materia prima

PARAMETROS	FUNDAMENTO	MÉTODO	NORMA
<b>pH</b>	Medida del potencial de hidrogeno con referencia a la acidez del líquido	Potenciómetro	A.O.A.C 942.15 Ed 20, 2016 / INEN 389
<b>Humedad</b>	Cantidad de agua presente en la muestra expresada en porcentaje	Gravimetría-Secado	
<b>Ceniza</b>	Cantidad de residuos inorgánicos presentes luego de la ignición completa de la materia orgánica.	Gravimetría-Secado	
<b>Sólidos totales</b>	Son aquellos residuos remanentes de la evaporación de los compuestos volátiles existentes en la muestra líquida.	Gravimétrico (Filtración secado)	A.O.A.C 991.151 Ed 20, 2016
<b>Sólidos Volátiles totales</b>	Cantidad de materia orgánica e inorgánica que se volatiliza en la incineración	Gravimétrico ( Filtración secado)	Calculo
<b>Sólidos Suspendidos totales</b>	Materiales que se encuentran en suspensión en el seno de un líquido y que pueden llegar a sedimentarse	Gravimétrico ( Filtración secado)	Calculo
<b>Sólidos Disueltos totales</b>	Partículas finas que se encuentra disueltas en el seno del líquido	Gravimétrico ( Filtración secado)	Calculo
<b>Sólidos solubles (°Brix)</b>	Miden la cantidad de sólidos solubles presentes en el líquido y que son expresados en porcentajes de sacarosa.	Refractómetro	A.O.A.C 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380
<b>Densidad</b>	Es la relación de masa sobre volumen	Gravimetría	NTE INEN 0391:2012 (CONSERVAS VEGETALES JUGOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS), Picnómetro
<b>Viscosidad</b>	Es la adherencia interna causadas por las fuerzas de cohesión entre las moléculas en los líquidos	Gravimetría	Probeta

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

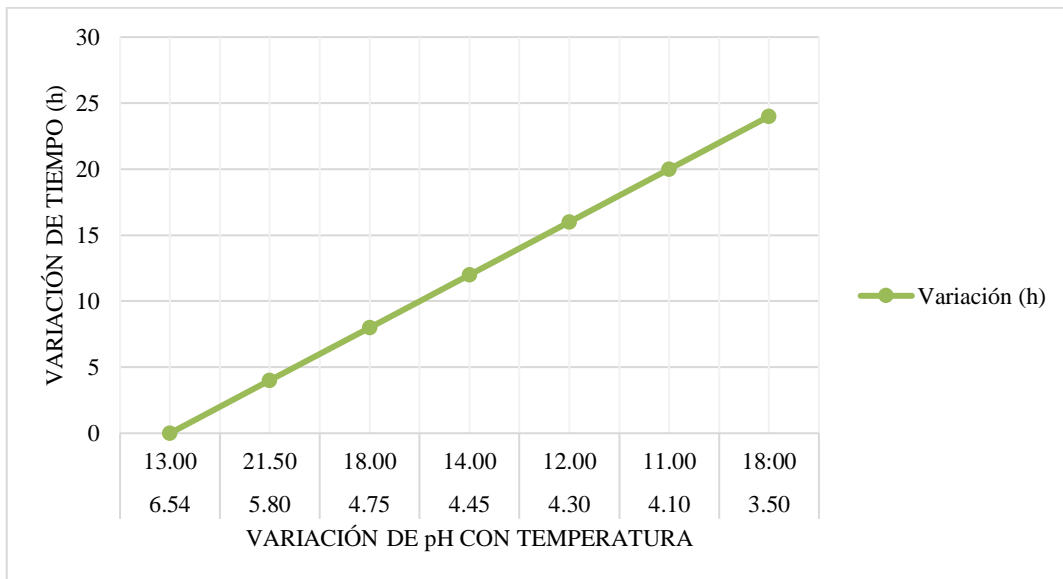
## Cálculos y Resultados

### pH

**Tabla 4-3:** Resultados en variación de pH del Tzawar Mishki con el tiempo

pH	Temperatura (°C)	Variación (h)	Tiempo (h)
6,54	13,00	0	8:00 am
5,80	21,50	4	12:00 pm
4,75	18,00	8	16:00 pm
4,45	14,00	12	20:00 pm
4,30	12,00	16	12:00 am
4,10	11,00	20	4:00 am
3,50	18,00	24	8:00 am

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017



**Gráfico 3-3:** Variación de pH con respecto al tiempo (Rango de 4 horas).

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

### Humedad y ceniza

Datos:

$$W_{cp} = 45,7759 \text{ g}$$

$$W_{ml} = 24,9680 \text{ g}$$

$$W_{ms} = 49,1118 \text{ g}$$

$$W_s = 3,3359 \text{ g}$$

$$W(c+cp) = 46,0166 \text{ g}$$

$$W_c = 0,2407 \text{ g}$$

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso de agua en la muestra}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100 \quad \text{Ecuación. 1-3}$$

$$\% H = \frac{(W_{cp} + W_{ml}) - (W_{cp} + W_{ms})}{W_{ml}} \times 100$$

$$\% H = \frac{(45,7759 - 24,9680) - (45,7759 - 3,3359) \text{ g}}{24,9680 \text{ g}} \times 100$$

$$\% H = \frac{21,6321 \text{ g}}{24,9680 \text{ g}} \times 100$$

$$\% H = 86,64$$

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(\text{Peso capsula} + \text{Peso ceniza}) - (\text{Peso capsula})}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100 \quad \text{Ecuación. 2-3}$$

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(W_{cp} + W_c) - (W_{cp})}{W_{ml}} \times 100$$

$$\% \text{Ceniza} = \frac{(45,7795 + 0,2407) - 45,7795 \text{ g}}{24,9680 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{Ceniza} = \frac{0,2407 \text{ g}}{24,9680 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{Ceniza} = 0,96$$

Donde:

$W_{cp}$ : Peso de la capsula de porcelana (g)

$W_{ml}$ : Peso de la muestra líquida (peso húmedo) (g)

$W_{ms}$ : Peso de la muestra seca (g)

$W_s$ : Peso seco (g)

$W(c+cp)$ : Peso de ceniza + peso de la capsula (g)

$W_c$ : Peso ceniza (g)

### **Sólidos Totales o Extracto seco**

Datos:

$W_{ml} = 24,9680$  g

$W_s = 3,3359$  g

$$\% \text{Extracto seco o ST} = \frac{W_s}{W_{ml}} \times 100 \quad \text{Ecuación. 3-3}$$

$$\% \text{Extracto seco o ST} = \frac{3,3359 \text{ g}}{24,9680 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{Extracto seco o ST} = 13,36$$

### **Sólidos Volátiles Totales (SVT)**

$$\% \text{SVT} = \frac{W_{ms} - W(cp + c)}{W_{ml}} \times 100 \quad \text{Ecuación. 4-3}$$

$$\% \text{SVT} = \frac{49,1118 - 46,0166}{24,9680} \times 100$$

$$\% \text{SVT} = \frac{3,0952}{24,9680} \times 100$$

$$\% \text{SVT} = 12,40$$

### **Sólidos Suspendidos totales (SST)**

$$\% \text{SST} = \frac{W_{hf} - W_{sf}}{V} \times 100$$

$W_{hf}$  = Peso húmedo de filtro utilizado

Wsf = Peso seco de filtro utilizado

Datos:

V = 100 mL

Wa = 5,58 g

Wha = 12,30 g

Wsa = 7,16 g

Wf = 0,64 g

Whf = 1,78 g

Wsf = 0,72 g

Wra = Wsa - Wa = 7,16-5,58 = 1,58 g

Wrf = Wsf - Wf = 1,78-0,64 = 0,08

Wcp = 45,6789 g

Wa(cp + c) = 48,9889 g

Wf(cp + c) = 46,0139 g

Wca = 2,08 g

Wcf = 0,29 g

WTca = W(cp + c) - Wca = 48,9889 - 2,08 = 46,9089g

WTcf = W(cp + c) - Wca = 46,0139 - 0,29 = 45,7239

Algodón:

$$\%SST1 = \frac{W_{ha} - W_{sa}}{V} \times 100 \quad \text{Ecuación. 5-3}$$

$$\%SST1 = \frac{12,30 - 7,16}{100 \text{ mL}} \times 100$$

$$\%SST1 = 5,14$$

Papel filtro:

$$\%SST2 = \frac{W_{hf} - W_{sf}}{V} \times 100 \quad \text{Ecuación. 6-3}$$

$$\%SST2 = \frac{1,78 - 0,72}{100 \text{ mL}} \times 100$$

$$\%SST2 = 1,06$$

$$\%SST = SST1 + SST2 = 5,14 + 1,06 = 6,02$$

### Solidos Suspendidos Volátiles (SSV)

$$\%SSV1 = \frac{W_{cf} - W_{Tc}}{V} \times 100$$

$W_{cf}$  = Peso de ceniza del filtro utilizado

$W_{Tc}$  = Peso total de ceniza

Algodón:

$$\%SSV1 = \frac{W(cp + ra) - W_{Tca}}{V} \times 100 \quad \text{Ecuación. 7-3}$$

$$\%SSV1 = \frac{(45,6789 + 1,58) - 46,9089}{100} \times 100$$

$$\%SSV1 = \frac{47,2589 - 46,9089}{100} \times 100$$

$$\%SSV1 = 0,35$$

Papel filtro:

$$\%SSV2 = \frac{W(cp + rf) - W_{Tcf}}{V} \times 100 \quad \text{Ecuación. 8-3}$$

$$\%SSV2 = \frac{(45,6789 + 0,08) - 45,7239}{100} \times 100$$

$$\%SSV2 = \frac{45,7589 - 45,7239}{100} \times 100$$

$$\%SSV2 = 0,035$$

$$\%SSV = SSV1 + SSV2 = 0,35 + 0,035 = 0,385$$

### **Sólidos Disueltos Totales (SDT)**

$$\%SDT = ST - SST \quad \text{Ecuación. 9-3}$$

$$\%SDT = 13,36 - 6,02 = 7,34$$

Donde:

V: Volumen (mL)

Wha: Peso húmedo de algodón (g)

Wsa: Peso seco de algodón (g)

Wf: Peso del filtro vacío (g)

Whf: Peso húmedo de papel filtro (g)

Wsf: Peso seco de papel filtro (g)

Wra: Peso de los residuos en el algodón (g)

Wrf: Peso de los residuos en el filtro (g)

Wcp: Peso de la capsula de porcelana (g)

Wa(cp + c): Peso de algodón (capsula + ceniza) (g)

Wf(cp + c): Peso de papel filtro (capsula + ceniza) (g)

Wca: Peso de ceniza del algodón (g)

Wcf: Peso de ceniza del papel filtro (g)

WTca: Peso total de la ceniza contenido en el algodón (g)

WTcf: Peso total de la ceniza contenido en el papel filtro (g)

## Grados Brix

**Tabla 5-3:** Corrección de lecturas del refractómetro para sacarosa a 20+/- 0,5 °C.

	Lecturas de la Escala para contenido de sólidos solubles (% m/m)									
Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
	Sustraer del porcentaje de sólidos solubles									
15	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
16	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32
17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24
18	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
	Añadir al porcentaje de sólidos solubles									
21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
23	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
24	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
25	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40

**Fuente:** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, (NTE INEN 380), 1985.. (Conservas Vegetales. Determinación de Sólidos Solubles. Método Refractométrico).

### Calculo de los grados Brix con corrección a la temperatura estimada de la bebida.

Con el valor observado en el refractómetro se ubica en la escala de sólidos solubles más próximo, este valor interpolamos con la temperatura registrada en el equipo, es decir el valor de 9,49 nos ubicamos en la columna de 10 porque es el valor más cercano, bajamos hasta la fila de la temperatura más cercana de 21,1 y según el procedimiento nos indica que si la temperatura es mayor de 20°C sumaremos al valor original, si es menor a 20°C se resta al valor original.

Datos:

$$^{\circ}\text{Brix} = 9,49$$

$$T(^{\circ}\text{C}) = 21,1$$

$$\%SS \text{ a } 21,1^{\circ}\text{C} = 0,36$$

$$^{\circ}\text{Brix}_R = 9,49 + 0,36 = 9,85^{\circ}\text{B}$$



Donde:

$^{\circ}\text{Brix}_R$ : Grados Brix Real

T: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )

%SS: Porcentaje de Sólidos Solubles

Según el porcentaje obtenido el contenido de sólidos solubles (materia seca) en la bebida de Tzawar Mishki es de 9,85 por cada gramo de disolución, es decir nuestra bebida tiene 9,85 g de azúcar disueltos en la misma.

### **Densidad**

Datos:

$$W_p = 13,1258 \text{ g}$$

$$W_{pm} = 24,2359 \text{ g}$$

$$V = 10 \text{ mL}$$

$$\delta_b = \frac{m}{V} \quad \text{Ecuación. 10-3}$$

$$\delta_b = \frac{(W_p - W_{pm})}{V}$$

$$\delta_b = \frac{(24,2359 - 13,1258)\text{g}}{10 \text{ mL}}$$

$$\delta_b = 1,1076 \text{ g/mL}$$

Donde:

$W_p$ : Peso del picnómetro (g)

$W_{pm}$ : Peso del picnómetro con muestra (g)

V: Volumen (mL)

## Viscosidad

Datos:

$$W_b = 231,28 \text{ g}$$

$$W(b + m) = 500,39 \text{ g}$$

$$W_l = W(b + m) - W_b = 500,39 - 231,28 = 269,11 \text{ g}$$

$$V = 250 \text{ mL}$$

$$W_c = 4,63 \text{ g}$$

$$\phi_c = 1,55 \text{ cm}$$

$$X_l = 23,38 \text{ cm}$$

$$X_d = 23,60 \text{ cm}$$

$$t = 0,32 \text{ s}$$

*Densidad del líquido*

$$\delta_b = \frac{m}{v}$$

$$\delta_b = \frac{269,11 \text{ g}}{250 \text{ mL}}$$

$$\delta_b = 1,076 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 1,076 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \times \frac{100 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 1076 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

*Radio de la canica*

$$r_c = \frac{\phi}{2} \quad \text{Ecuación. 11-3}$$

$$r_c = \frac{1,55}{2}$$

$$r_c = 0,775 \text{ cm}$$

*Volumen de desplazamiento*

$$V_d = X_d - X_l = 23,60 - 23,38 = 0,22 \text{ mL}$$

*Densidad de la canica*

$$\delta_c = \frac{4,63 \text{ g}}{0,22 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mL}}{1 \text{ cm}^3} = 0,021 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

*Velocidad de la canica*

$$v_c = \frac{X_l}{t} \quad \text{Ecuación. 12-3}$$

$$v_c = \frac{23,38 \text{ cm}}{0,32 \text{ s}}$$

$$v_c = 73,06 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

*Viscosidad de la bebida*

$$\mu_1 = \frac{2(\delta_c - \delta_l)(g)(r_c)^2}{(9 \times v_c)} \quad \text{Ecuación. 13-3}$$

$$\mu_1 = \frac{2(0,021 - 1,076 \times 10^{-3}) \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (0,775 \text{ cm})^2}{(9 \times 73,06 \frac{\text{cm}}{\text{s}})}$$

$$\mu_1 = \frac{0,234 \frac{\text{kgm}}{\text{cms}^2}}{657,54 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}$$

$$\mu_1 = 3,558 \times 10^{-4} \frac{\text{kgm}}{\text{cm}^2 \text{s}} \times \frac{100 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2}$$

$$\mu_1 = 3,558 \frac{\text{kg}}{\text{m.s}} = \text{poise}$$

$$\mu_1 = 3,558 \text{ poise} \times \frac{100 \text{ cP}}{1 \text{ poise}}$$

$$\mu_1 = 355,8 \text{ cP}$$

Donde:

W<sub>b</sub>: Peso de la probeta (g)

W<sub>(b+m)</sub>: Peso de la probeta + muestra TM (g)

W<sub>l</sub>: Peso del líquido (g)

V: Volumen (mL)

W<sub>c</sub>: Peso de la canica (g)

∅<sub>c</sub>: Diámetro de la canica (cm)

X<sub>l</sub>: Distancia del líquido en la probeta (cm)

X<sub>d</sub>: Distancia de desplazamiento (cm)

t: Tiempo (s)

V<sub>d</sub>: Volumen de desplazamiento (mL)

r<sub>c</sub>: Radio de la canica (cm)

v<sub>c</sub>: Velocidad de la canica (m/s)

### 3.2.3.3. Caracterización Química

#### **ACIDEZ TOTAL**

Es la concentración total de ácidos presentes en un líquido y se la identifica mediante titulación con una solución estándar hasta un cambio de color. Para la determinación haremos referencia con el ácido málico (jugo de manzana) ya que mediante su equivalencia química identificaremos la acidez de nuestra bebida.

**Principio:** Volumetría

**Método:** Acidez titulable (A.O.A.C.2001)

#### **Cálculos**

Datos:

$$V = 25 \text{ mL}$$

$$V_s = 4 \text{ mL de NaOH } 0,1 \text{ N}$$

$$M_{\text{eqAc.M}} = 0,067 \text{ mg/L}$$

$$N = 0,1 \frac{\text{\#Eq-g.soluto}}{\text{L.sol}}$$

$$\text{Acidez} = \frac{V_s \times N \times M_{\text{eq}}}{V} \quad \text{Ecuación. 14-3}$$

$$\text{Acidez} = \frac{4 \text{ mL} \times 0,1 \frac{\text{\#Eq-g.soluto}}{\text{L.sol}} \times 0,067 \frac{\text{g}}{\text{Eq.sol.}}}{25 \text{ mL}}$$

$$\text{Acidez} = 1,072 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$$

$$\text{Acidez} = 1,072 \text{ mg/l}$$

Donde:

$V_s$ : Volumen de solución gastado en la titulación (mL).

$N$ : Normalidad de la solución NaOH.

$M_{\text{eqAc.M}}$ : Equivalente de Ac. Málico (g/Eq.sol).

$V$ : Volumen de la muestra (mL).

## **DUREZA**

Es la concentración de iones calcio y magnesio presentes en el líquido donde es representado como  $\text{CaCO}_3$  en mg/L.

**Principio:** Volumetría

**Método:** NMX-F-517-1992

## Cálculos

Datos:

PM CaCO<sub>3</sub> = 100 g

V<sub>s</sub> = 3,1 ml EDTA 0,02 M

N = 0,02 #Eq/L

V<sub>m</sub> = 25 mL

$$\text{CaCO}_3 = \frac{V_s \times N \times \text{PM}}{V_m} \quad \text{Ecuación. 15-3}$$
$$\text{CaCO}_3 = \frac{3,1 \text{ mL} \times 0,02 \frac{\text{\#Eq-soluto}}{1 \text{ L.sol}} \times 100 \frac{\text{g}}{\text{Eq.sol}}}{25 \text{ mL}}$$

$$\text{CaCO}_3 = 0,248 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$$

$$\text{CaCO}_3 = 248 \text{ mg/L}$$

Donde:

V<sub>s</sub>: Volumen de solución EDTA 0,02M gastado en la titulación (mL)

N: Normalidad de la solución NaOH (#Eq/L)

PM: Peso molecular (g)

V<sub>m</sub>: Volumen de la muestra (mL)

La dureza calculada nos permite comprobar que está dentro de los parámetros permitidos comparando con el jugo de manzana que es de 300 mg/L.

## CALCIO

Son compuestos minerales o iones de calcio que están presentes en diferentes concentraciones en una bebida.

**Principio:** Volumetría

**Método:** NTE INEN 1107 (1984)

### **Cálculos**

Datos:

PM = 40 g

Vs = 1,4 mL EDTA 0.02M

N = 0,02 #Eq/L

Vm = 25 mL

$$Ca = \frac{Vs \times N \times Pm}{Vm}$$

$$Ca = \frac{1,4 \text{ mL} \times 0,02 \frac{\#Eq\text{-soluto}}{1 \text{ L.sol}} \times 40 \frac{\text{g}}{\text{Eq.sol}}}{25 \text{ mL}}$$

$$Ca = 0,0448 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$$

$$Ca = 44,8 \text{ mg/L}$$

Donde:

Vs: Volumen de solución EDTA 0,02M gastado en la titulación (mL)

N: Normalidad de la solución NaOH (#Eq/L)

PM: Peso molecular (g)

Vm: Volumen de la Muestra (mL)

### **MAGNESIO**

Son compuestos minerales o iones de magnesio que están presentes en diferentes concentraciones en una bebida.

**Principio:** Volumetría

**Método:** NMX-F-517-1992

### **Cálculos**

Datos:

PM = 24,3 g

Vs = 1,7 mL de EDTA 0,02 M

N = 0,02 #Eq/L

Vm = 25 mL

$$\mathbf{Mg} = \frac{\mathbf{Vs \times N \times PM}}{\mathbf{Vm}}$$

$$Mg = \frac{1,7 \text{ mL} \times 0,02 \frac{\#Eq\text{-solut}}{1 \text{ L}\cdot\text{sol}} \times 24,3 \frac{\text{g}}{\text{Eq}\cdot\text{sol}}}{25 \text{ mL}} = 0,033 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 33,04 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Donde:

Vs: Volumen de solución EDTA 0,02M gastado en la titulación (mL)

N: Normalidad de la solución NaOH (#Eq/L)

PM: Peso molecular (g)

Vm: Volumen de la Muestra (mL)

#### *3.2.3.4. Análisis Microbiológicos*

### **Parámetros intrínsecos**

Este término se refiere a ciertos componentes que forman parte para el desarrollo de microorganismos tales como: pH, contenido de humedad, potencial de óxido reducción, contenido de nutrientes, componentes antimicrobianos, estructuras biológicas, ya que los



microorganismos crecen mejor en pH más neutros y algunos en pH bajos, así las bacterias son más exigentes que mohos y levaduras (JAMES M. JAY, 2009). En nuestro análisis según diferentes autores y los más principales microorganismos que influyen en la degradación del producto son:

**Coliformes totales:** Son grupos que están conformados por la familia Entero-bacteriaceae: Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, y Klebsiella que ayudan a la fermentación de la lactosa con producción de gas dentro de 48 horas. Lo encontramos en el intestino del hombre, animales, plantas (tallo, raíces y hojas) y suelos. (SARA, 2006)

Son resistentes en diferentes condiciones ambientales ya que soportan la desecación; pero no resisten las condiciones frigoríficas como la pasteurización.

**Escherichia coli:** Pertenece a un grupo de bacterias que se encuentra en el intestino del ser humano y animales de sangre caliente. La presencia de este microorganismo en bebidas y alimento indica que hay contaminación fecal y estas son productoras de toxinas directas o indirecta ocasionando gastritis. Valores altos de esta bacteria indica que existió contaminación.

**Mohos y levaduras:** Son hongos que crecen lentamente que las bacterias en alimentos no ácidos que conservan humedad y en alimentos ácidos crecen rápidamente, presentan una resistencia al calor ya que tienen esporas que producen.

Mediante el análisis microbiológico hemos podido determinar que existe gran cantidad Coliformes, Escherichia-Coli, Mohos y Levaduras, para poder bajar estas bacterias realizamos una pasteurización o calentamiento es decir sometiendo a ebullición 125 °C para así tratar de eliminar en su gran mayoría la bacteria de mayor problema como es la E-Coli.

3.2.3.5. *Análisis General del Tzawar Mishki de parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en laboratorio de Alimentos.*

**Tabla 6-3:** Análisis generales realizados en el laboratorio de alimentos (LACONAL)

Resultados obtenidos de Análisis de Laboratorio LACONAL				
Muestra	Ensayos	Método utilizado	Unidades	Resultados
<b>Bebida de Tzawar Mishki</b>	Proteína	AOAC 991.2 Ed 20, 2016	%(Nx6,25)	0,328
	Humedad	AOAC 991.151 Ed 20, 2016	%	87,6
	Sólidos Totales	AOAC 991.151 Ed 20, 2016	%	12,4
	Sólidos Totales Disueltos	Método Interno	%	0,5
	Sólidos Totales Suspendidos	Método Interno	%	11,9
	Grasa	AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%	0,039
	pH	AOAC 942.15 Ed 20, 2016 / INEN 389	Unidades de pH	5,6
	Sólidos solubles	AOAC 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380	°Brix	12
	Coliformes Totales	PE01-5.4-MB AOAC R.I: 110402. Ed 20, 2016	UFC/mL	2,3x10 <sup>5</sup>
	E-Coli	PE01-5.4-MB AOAC R.I: 110402. Ed 20, 2016	UFC/mL	1,9x10 <sup>2</sup>
	Mohos	PE02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/mL	<10
	Levaduras	PE02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/mL	<10
	Carbohidratos Totales	Cálculo	%	11,3
	Energía	Cálculo	KJ/100 g	195
			Kcal/100 g	47
	Cenizas	AOAC 923.03	%	0,77
	Calcio	APHA 4500-Ca	mg/100 g	2931,57
	Potasio	APHA 3500-K	mg/100 g	11,543
	Fósforo	Pearson	mg/100 g	150,92
	Hierro	AOAC 944.02	mg/100 g	2,565

**Fuete:** LACONAL, 2016. (Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos), Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos,. Ambato-Ecuador.

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**3.2.4. Obtención de datos experimentales.**

En base a la identificación de variables de diseño se iniciaran cálculos de ingeniería para el dimensionamiento de un equipo clarificador en la que podemos mencionar.

### 3.2.4.1. Operación de Sedimentación

#### 3.2.4.1.1. Determinación de la velocidad de sedimentación gravitatoria.

Para saber con qué fuerza se da la sedimentación calcularemos la fuerza impulsora (diferencia de densidades entre ambas fases). Los datos experimentales para esta operación unitaria son: la cantidad de sólidos sedimentados (masa), densidad (partícula y líquido), viscosidad.

**Fuerza de gravedad:** Es el descenso de la partícula sólida por acción de la gravedad.

$$F_g = m \times g \quad \text{Ecuación. 16-3}$$

Datos:

$$m_s = 2,04\text{g} = 2,04 \times 10^{-3}\text{Kg}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$V = 100 \text{ mL}$$

$$F_g = 2,04 \text{ g} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{1\text{Kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$F_g = 0,019 \text{ N}$$

Donde:

$F_g$ : Fuerza de gravedad (N)

$m_s$ : Masa de los sólidos (g)

$g$ : Gravedad ( $\text{m/s}^2$ )

**Fuerza de Flotación:** Definimos a la fuerza de flotación como el peso del fluido desalojado por la partícula sólida, es decir la fuerza con que los sólidos disueltos y suspendidos flotarían.

$$F_f = mg \times \frac{\delta_b}{\delta_s} \quad \text{Ecuación. 17-3}$$

Datos:

$$\delta_b = 1076 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\delta_s = \frac{m}{V} = \frac{2,04 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,0204 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times \frac{\text{Kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{0,001 \text{ m}^3} = 20,4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$F_f = (2,04 \times 10^{-3} \text{ Kg}) \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times \frac{1076 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{20,4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 1,054 \text{ N}$$

Donde:

$F_f$ : Fuerza de flotación (N)

$\delta_b$ : Densidad del líquido (Kg/m<sup>3</sup>)

$\delta_s$ : Densidad de los sólidos (Kg/m<sup>3</sup>)

**Velocidad terminal de sedimentación:** Suponiendo que las partículas descienden en régimen laminar ( $Re \leq 1$ ) aplicaremos la ley de Stokes, y el diámetro de la partícula sólida será (0.1 mm) donde la velocidad de sedimentación libre será:

Datos:

$$D_s = 0,1 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ m}} = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$v_t = \frac{D_s^2 (\delta_b - \delta_s) g}{(18) \mu_1} \quad \text{Ecuación. 18-3}$$

$$v_t = \frac{(1 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \left( 20,4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} - 1076 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{(18) 3,558 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}}$$

$$v_t = 1,61 \times 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Donde:

$D_s$ : Diámetro de la partícula sólida (cm)

$v_t$ : Velocidad terminal de sedimentación (m/s)

#### 3.2.4.2. Operación de Filtración

Para nuestro equipo utilizaremos filtros de presión las cuales están sometidas a presiones superiores a la atmosférica a fin de producir flujos de filtrado a través del sistema, esto se logra bombeando el líquido de alimentación a presión constante como también su velocidad.

Ahora es importante mencionar el tipo de flujo a transportar a través de los filtros es decir si es estacionario o se encuentra en movimiento, si son o no viscosos y de acuerdo a los datos obtenidos nuestro fluido a transportar tiene viscosidad y va a estar en movimiento continuo. Los datos experimentales para esta operación unitaria son: Caudal, presión, porosidad del filtro, velocidad de filtrado, tiempo de filtración, volumen de filtrado.

##### 3.2.4.2.1. Criterios principales para en el equipo de filtración

En nuestro caso hemos decidido utilizar filtros de caja y hoja, las cuales estos filtros (hoja) están montadas verticalmente en un recipiente (caja) y estos serán resistentes a la presión (J. G. BRENNAN, 1980). La filtración es continua hasta alcanzar el espesor o acumulación de los sólidos en la paredes como también nos podemos fijar en la variación de presiones (presión alta) entre los filtros para luego ser lavadas con agua de lavado o remplazar por otros nuevos dependiendo de las incrustaciones y su desgaste.

- ❖ **Volumen de líquido a filtrar:** 10 L de TM
- ❖ **Fuerza de impulso:** Por presión (Bomba pulsátil)
- ❖ **Grado de separación de los sólidos:** Considerando un diámetro de partícula 0,1 mm.
- ❖ **Modo de separación:** Filtrado
- ❖ **Mecanismo de retención:** Adsorción

❖ **Compatibilidad de la bebida:** Uso de filtros alimenticios

❖ **Régimen de trabajo:** Flujo continuo e directo

#### 3.2.4.2.2. *Selección de materiales filtrantes*

Para nuestra selección hemos tomado de base filtros sencillos, fáciles de cambiar, porosidad mínima a la estimada, elevado poder retención de partículas y microorganismos.

#### **Materiales principales**

❖ **Algodón:** Material filtrante suelto.

❖ **Pastas de celulosa:** Placa filtrante de desbaste SA-295 (10  $\mu\text{m}$ ), Placa filtrante clarificante fina SA-895 (5  $\mu\text{m}$ ).

❖ **Lonas filtrantes:** Filtro de pulido (10  $\mu\text{m}$ ), ultrafiltración (5  $\mu\text{m}$ ).

❖ **Fibras sintéticas:** Nylon, polipropileno.

#### 3.2.4.2.3. *Selección de equipos para la filtración y clarificación del TM*

Los filtros adecuados son: Filtro de Carbón Activado (malla 300  $\mu\text{m}$ ), cilindro de acero inoxidable tipo alimenticio 316 con filtros de desbaste y filtro de pulido, filtro clarificador de tierra de diatomeas (2  $\mu\text{m}$ ), filtro de intercambio catiónico de zeolita activada (1  $\text{A}^\circ$ ).

#### 3.2.4.2.4. *Determinación de caudal, área, volumen y velocidad de filtración*

Datos:

$$V_i = 100 \text{ mL}$$

$$V_f = 92,6 \text{ mL}$$

$$t = 3,5 \text{ min}$$

$$d_f = 6,9 \text{ cm}$$

### Caudal inicial de ensayos preliminares

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad \text{Ecuación. 19-3}$$

$$Q = \frac{(100-92,6) \text{ mL}}{3,5 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 3,51 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### Flujo inicial de ensayos preliminares

$$J = \frac{dV}{A dt} \quad \text{Ecuación. 20-3}$$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{6,9 \text{ cm}}{2} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,034 \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = \pi(0,034 \text{ m})^2 = 3,73 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$J = \frac{7,4 \text{ mL}}{3,73 \times 10^{-3} \text{ m}^2 (3,5 \text{ min})} = \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 9,44 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Donde:

Q: Caudal de filtración ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

J: Flujo o Velocidad de filtración ( $\text{m}/\text{s}$ )

A: Área de filtro

$V_i$ : Volumen inicial (mL)

$V_f$ : Volumen final (mL)

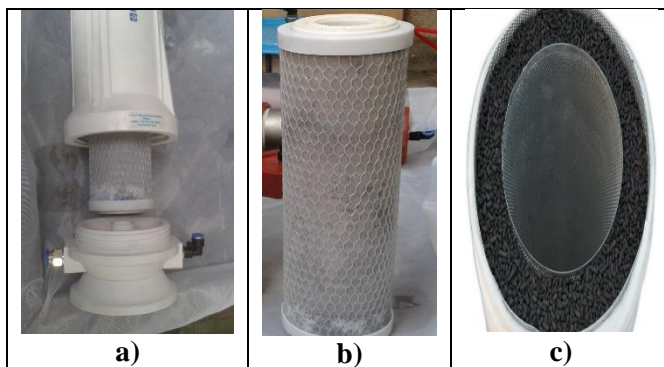
t: Tiempo (s)

$d_f$ : Diámetro del filtro (cm)

De acuerdo a la norma alimenticia (CODEX STAN 247-2005) para el uso de Clarificantes, Coadyuvantes de filtración, Floculantes en Jugos y Zumos utilizaremos un filtro impregnado en carbón activado.

### FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

El carbón es un mineral de origen orgánico constituido básicamente por carbono, estos filtros son una familia de carbones adsorbente (adsorción) altamente cristalinos con una alta microporosidad menor o igual a 0,25 mm (carbón en polvo) y mayores a 0,25 mm (carbón granular), atraen y retienen moléculas de otros compuestos. Esta atracción conocidas como fuerzas de Van Der Waals así estos filtros mientras mayor área superficial disponible tenga un sólido, mejor adsorbente podrá ser (UNIVERSIDAD DE SEVILLA).



**Gráfico 4-3:** a) Carcasa con filtro, b) Filtro de Carbón Activado, c) Estructura interna.

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017.

El carbón activado se ha utilizado ampliamente en: extracción de metales, purificación de agua, medicina (veterinaria, humana), clarificación de jarabes de azúcar, purificación de gases (mascarillas).

Como ya hemos explicado y nos podemos dar cuenta de su gran ventaja en su utilización seleccionaremos un filtro hecho a base de este mineral que es estable, inerte y extremadamente poroso, ya que hoy en día estos filtros comercializan en mayor proporción y son la opción más primordial para eliminar los problemas de mal sabor.

Especificaciones del filtro:

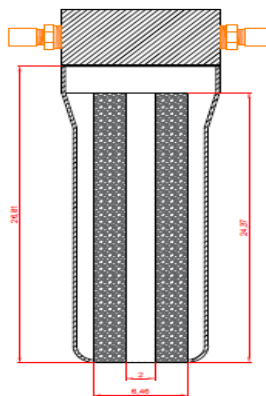
- ❖ **Tipo de Filtro:** Filtro bobinado con Carbón activado granular (CAG) de 300 um.



- ❖ **Instalación:** Dentro de una carcasa de plástico blanco previamente tejido con polipropileno para eliminar los sólidos en suspensión.
- ❖ **Especificación de la carcasa:** Cabezal roscable reforzado en polipropileno color blanco, vaso no transparente color blanco, conexiones de latón  $\frac{3}{4}$  in, posibilidad de adaptar soporte de sujeción, tornillo de purga, temperatura máxima de 50°C, diámetro interno (9,71 cm), diámetro externo (10,1 cm), altura (26,81 cm), espesor (0,4 cm).
- ❖ **Función:** Permiten eliminar compuestos volátiles (sustancias no particuladas en forma de gas), sólidos en suspensión (óxidos o partículas de tierra), metales pesados (Pb, Cd, Hg, Cu, Mn, Al), nitratos, bacterias, virus, flúor, minerales y sales disueltas.
- ❖ **Duración:** 9-12 meses.
- ❖ **Eficiencia de filtración:** 300 um.
- ❖ **Diámetro:** Diámetro interno (5,37 cm), diámetro externo (6,46 cm).
- ❖ **Espesor:** 0,55 cm
- ❖ **Altura:** 26,81 cm

*Calculo de caudal, área, volumen del carbón activado*

### **Cálculos**



## Datos

$$\varnothing_{\text{ex}} = 6,46 \text{ cm}$$

$$\varnothing_{\text{in}} = 5,37 \text{ cm}$$

$$L = 26,31 \text{ cm}$$

$$\text{malla} = 300 \text{ um}$$

Volumen(mL)	Tiempo(min)
69	1
66	1,60
65	1,19

$$\varnothing_{\text{tubería}} = 1 \text{ cm}$$

## Caudal en el carbón activado

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación. 21-3}$$

$$Q = \frac{66,667 \text{ mL}}{1,26 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 8,81 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi r^2 \quad \text{Ecuación. 22-3}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0,005)^2 = 1,96 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{Ecuación. 23-3}$$

$$v = \frac{8,81 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,96 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = 0,044 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$r_{\text{ex}} = \frac{\varnothing}{2} = \frac{6,46}{2} = 3,12 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,032 \text{ m}$$

$$r_{\text{in}} = \frac{\varnothing}{2} = \frac{5,37}{2} = 2,685 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,026 \text{ m}$$

## Área de carbón activado

$$A = 2 \pi R(h + R') \quad \text{Ecuación. 24-3}$$

$$A = 2\pi (0,032 \text{ m})(0,268 + 0,026)$$

$$A = 0,060 \text{ m}^2$$

### Volumen del carbón activado

$$V = \pi R^2 h \quad \text{Ecuación. 25-3}$$

$$V = \pi(0,032)^2 \text{ m}^2 (0,268) \text{ m}$$

$$V = 8,62 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V = 862 \text{ cm}^3$$

### Porosidad de carbón activado

$$V_p = \pi R^2 e \quad \text{Ecuación. 26-3}$$

$$V_p = \pi \times 0,026^2 \text{ m}^2 \times 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V_p = 6,37 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{6,37 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{7,81 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 0,0081 \text{ um}$$

Donde:

e: Porosidad (um)

$V_p$ : Volumen de poros ( $\text{m}^3$ )

$V_t$ : Volumen total de poros ( $\text{m}^3$ )

$\varnothing_{\text{ex}}$ : Diámetro externo del filtro (cm)

$\varnothing_{\text{in}}$ : Diámetro interno del filtro (cm)

h: Longitud del filtro (cm)

R: Radio externo (m)

R': Radio interno (m)

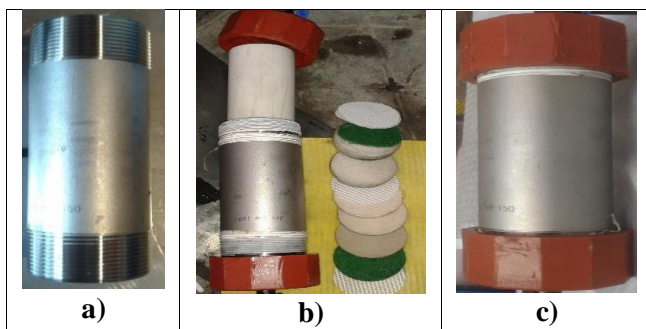
Q: Caudal de filtración (m<sup>3</sup>/s)

A: Área del filtro (m<sup>2</sup>)

### TUBO DE ACERO INOXIDABLE

La selección del acero inoxidable se realizó de acuerdo a la Norma General ASTM A-36 de acero y nos dice que es usado en una amplia variedad de formas (planchas, platinas, tubos, perfiles estructurales, barras, láminas, ángulos).

Esta norma se usa para la construcción del soporte y la mesa donde irá colocado el equipo (STEEL, 2004). Para realizar los tubos filtrantes de acero inoxidable se seleccionara la ASTM A312 y esta nos deduce que es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales así como el metal que más utilizado para fines estructurales porque combina una alta resistencia, tanto en tensión como en compresión, con gran rigidez (módulo de elasticidad elevado), y facilidad de fabricación (EFT ,(Especialistas Técnicos en Fluidos)).



**Gráfico 5-3:** a) Acero inoxidable, b) Instalación de los filtros, c) Filtro armado de acero inoxidable.

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Especificaciones del filtro:

- ❖ **Tipo de tubo:** Tuberías de Acero Inoxidable para Conducción de líquidos 316 (2x6) 150 cedula 40 con tapón roscable en polipropileno color rojo oscuro ( altura 3,24 cm, diámetro interno 0,61 cm, diámetro externo 0,93 cm)

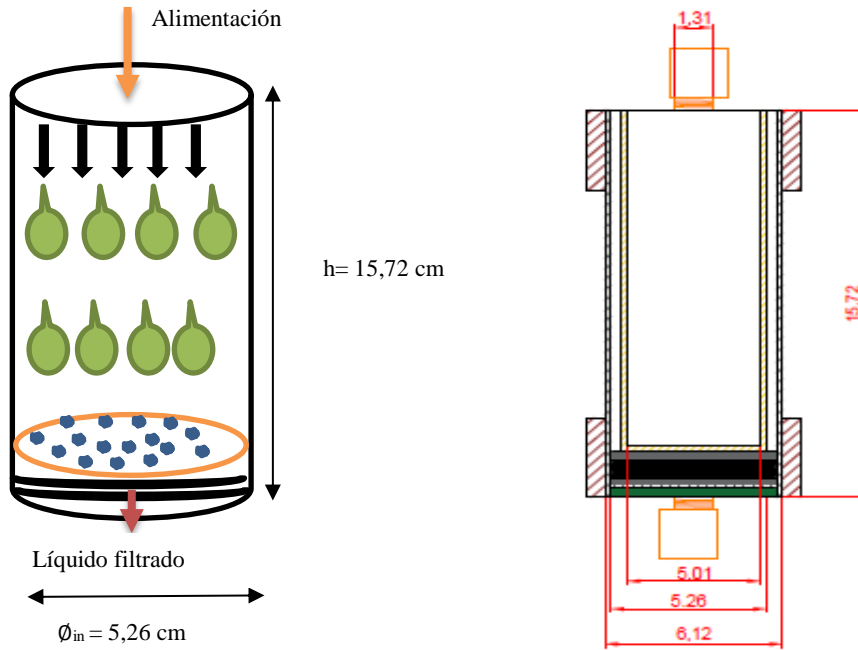
- ❖ **Construcción:** De acuerdo a la Norma ASTM A312 (tubo), Norma ASTM A36 tiene Níquel y Molibdeno, para aumentar la durabilidad y la resistencia a la corrosión.
- ❖ **Instalación:** Dentro del cilindro (tubo) irán colocados filtros de desbaste, pulido en orden de espesor y porosidad, estos a su vez serán excelente factor de higiene, de fácil limpieza, fáciles de recambiar.
- ❖ **Función:** Retener los sólidos existentes en la bebida a filtrar.
- ❖ **Eficiencia de los filtros internos:** Pulido 2  $\mu\text{m}$ , desbaste 5  $\mu\text{m}$ .
- ❖ **Duración:** 1 a 3 meses.
- ❖ **Diámetro:** Diámetro interno (5,26 cm), diámetro externo (6,12 cm).
- ❖ **Espesor:** 0,4 cm
- ❖ **Altura:** 15,72 cm

Este tubo cilíndrico que aloja a los filtros, ira acoplado con tapas roscables tanto en la parte superior e inferior, por la parte superior se alimentara la bebida y está por acción de una bomba pasara por los filtros colocados en el cilindro. Para esto plantearemos un pequeño esquema ya que la filtración se realizara por el proceso de flujo directo y los filtros a utilizar son:

- ❖ Filtro de malla
- ❖ Filtro de algodón
- ❖ Filtro de lona
- ❖ Filtro de desbaste
- ❖ Filtro de pulido

Una de las variables que se identificó y se estima aproximadamente es el área del cilindro para el diseño y dimensionamiento.

Calculo de radio externo, interno, área, volumen del cilindro de acero inoxidable



Datos

$$\varnothing_{ex} = 6,12\text{cm}$$

$$\varnothing_{in} = 5,26\text{ cm}$$

$$L = 15,72\text{ cm}$$

$$e = 0,4\text{ cm}$$

$$\varnothing_{tubería} = 1\text{ cm}$$

Volumen(mL)	Tiempo(min)
66	1
65	1
66	1,32

$$r_{in} = \frac{\varnothing}{2} = \frac{5,26}{2} = 2,63\text{ cm} \times \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} = 0,026\text{ m}$$

$$r_{ex} = \frac{\varnothing}{2} = \frac{6,12}{2} = 3,06\text{ cm} \times \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} = 0,030\text{ m}$$

## Área

$$A = 2\pi R(h + R)$$

$$A = 2\pi (0,030 \text{ m})(0,1572 + 0,026) \text{ m}$$

$$A = 0,035 \text{ m}^2$$

## Área circular del orificio del tapón roscable

$$\varnothing_o = 0,93 \text{ cm}$$

$$A_o = \frac{\pi \varnothing_o^2}{4} \quad \text{Ecuación. 27-3}$$

$$A_o = \frac{\pi (0,93)^2 \text{ cm}^2}{4}$$

$$A_o = 6,7 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Donde:

$A_o$ : Área del orificio

*Calculo de área, volumen total y porosidad de los filtros internos*

## Porosidad

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} \quad \text{Ecuación. 28-3}$$

Datos

$$\varnothing = 5,32 \text{ cm}$$

$$h_{\text{total}} = 3,7 \text{ cm}$$

$$e_{\text{desbaste}} = 10 \text{ um}$$

$$e_{\text{pulido}} = 5 \text{ um}$$

$$e_{\text{lona de pulido}} = 10 \text{ um}$$

$$e_{\text{lona ultra filtración}} = 5 \text{ um}$$

$$e_{\text{algodón}} = 0,51 \text{ cm}$$

$$e_{\text{malla}} = 1 \text{ cm}$$

$$r = \frac{\emptyset}{2} = \frac{5,32}{2} = 2,66 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,026 \text{ m}$$

### Área total ocupada dentro del cilindro

$$A_T = \pi r^2 \quad \text{Ecuación. 29-3}$$

$$A_T = \pi (0,026^2) \text{ m}^2$$

$$A_T = 2,12 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

### Volumen total ocupado dentro del cilindro

$$V_T = \pi r^2 h_{\text{Total}} \quad \text{Ecuación. 30-3}$$

$$V_T = \pi (0,026^2 \text{ m}^2)(0,037 \text{ m})$$

$$V_T = 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

### Porosidad de la malla

$$V_p = \pi R^2 e$$

$$V_p = \pi (0,026)^2 \text{ m}^2 (1 \times 10^{-3}) \text{ m}$$

$$V_p = 2,12 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{2,12 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^3} = 0,02 \text{ um}$$



### Porosidad del algodón

$$V_p = \pi R^2 e$$

$$V_p = \pi (0,026^2) m^2 (5,1 \times 10^{-3}) m$$

$$V_p = 1,08 \times 10^{-5} m^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{1,08 \times 10^{-5} m^3}{7,85 \times 10^{-5} m^3} = 0,13 \text{ um}$$

### Porosidad de la lona

$$V_p = \pi R^2 e$$

$$V_p = \pi (0,026^2) m^2 (1,6 \times 10^{-3}) m$$

$$V_p = 3,39 \times 10^{-6} m^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{3,39 \times 10^{-6} m^3}{7,85 \times 10^{-5} m^3} = 0,04 \text{ um}$$

### Porosidad del desbaste

$$V_p = \pi R^2 e$$

$$V_p = \pi (0,026^2) m^2 (1 \times 10^{-5}) m$$

$$V_p = 2,12 \times 10^{-8} m^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{2,12 \times 10^{-8} m^3}{7,85 \times 10^{-5} m^3} = 0,00027 \text{ um}$$

### Porosidad del pulido

$$V_p = \pi R^2 e$$

$$V_p = \pi (0,026^2) m^2 (5 \times 10^{-6}) m$$

$$V_p = 1,06 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{1,06 \times 10^{-8} \text{ m}^3}{7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^3} = 0,00013 \text{ um}$$

### Caudal y velocidad del filtro de desbaste

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{65,667 \text{ mL}}{1,106 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 9,89 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi (5,10 \times 10^{-3})^2 = 2,04 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{9,89 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{2,04 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = 0,048 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### Caudal y velocidad del filtro de pulido

Datos

Volumen(mL)	Tiempo(min)
56	1,09
55	1,15
54	1,14

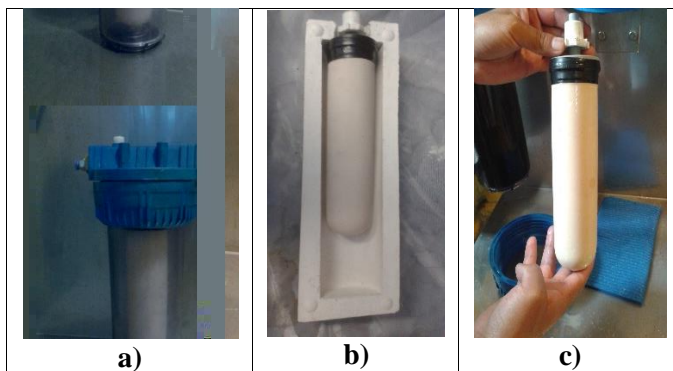
$$Q = \frac{V}{t} = \frac{55 \text{ mL}}{1,127 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 8,13 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi (5,10 \times 10^{-3})^2 = 2,04 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{8,13 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{2,04 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = 0,039 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## FILTRO CERAMICO CON TIERRA DE DIATOMEAS

Después de haber retenido los sólidos y sedimentos en los filtros de desbaste y pulido hemos seleccionado este filtro clarificador de acuerdo a la norma CODEX STAN 247-2005 impregnado con tierra de diatomeas. Estos filtros de cerámica son conocidos como purificadores, tienen un costo bajo y su mantenimiento es sencillo, retienen materia en suspensión, como sedimentos, no es tóxico y es respetuoso con el medio ambiente, capaz de filtrar tamaño de poro de menos de 1  $\mu\text{m}$  como diminutos microbios, óxido, coloides orgánicos, patógenos microorganismos.



**Gráfico 6-3:** a) Carcasa con filtro, b) Filtro cerámico de tierra de diatomeas, c) Filtro con impurezas.

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

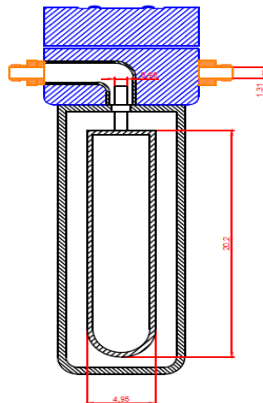
Especificaciones del filtro:

- ❖ **Tipo de Filtro:** Ultrafiltración de Cerámica con tierras de diatomeas de 0,2  $\mu\text{m}$ .
- ❖ **Instalación:** Dentro de una carcasa de plástico transparente.
- ❖ **Función:** Retiene sedimentos y sólidos suspendidos, inhibe el crecimiento y reduce las bacterias dañinas por tasa de más del 99,99%: E-Coli, cólera, shigella, salmonela, klebsiella.
- ❖ **Color:** Blanco.
- ❖ **Diámetro:** Diámetro interno (3,92 cm), diámetro externo (5 cm).

- ❖ **Espesor:** 0,54 cm.
- ❖ **Altura:** 20,02 cm.
- ❖ **Duración:** 4-8 meses.
- ❖ **Eficiencia de filtración:** 0,1 a 0,5 um.
- ❖ **Especificación de la carcasa:** Cabezal y tuerca en polipropileno reforzado color azul, vaso en S.A.N transparente, conexiones de latón ¾ in, posibilidad de adaptar soporte de sujeción, presión máxima de trabajo 6 bar, torillo de purga, temperatura máxima de 40°C, diámetro interno (8,16 cm), diámetro externo (8,9 cm), altura (23,97 cm), espesor (0,39 cm).

## Cálculos

*Calculo del área, volumen, porosidad y caudal del filtro cerámico*



Datos

$$\varnothing_{\text{ex}} = 5 \text{ cm}$$

$$\varnothing_{\text{in}} = 3,92 \text{ cm}$$

$$L = 20,02 \text{ cm}$$

$$e = 0,54 \text{ cm}$$

$$r_{\text{ex}} = \frac{\varnothing}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,025 \text{ m}$$

$$r_{in} = \frac{\emptyset}{2} = \frac{3,92}{2} = 1,96 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,019 \text{ m}$$

### Área

$$A = 2\pi R(h + R')$$

$$A = 2\pi (0,025 \text{ m})(0,200 + 0,019 \text{ m})$$

$$A = 0,034 \text{ m}^2$$

### Volumen que ocupa el filtro cerámico

$$V = \pi R^2 h$$

$$V = \pi (0,019^2) \text{ m}^2 (0,200) \text{ m}$$

$$V = 2,26 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

### Porosidad

$$V_p = \pi R^2 e$$

$$V_p = \pi (0,019^2) \text{ m}^2 (2 \times 10^{-6}) \text{ m}$$

$$V_p = 2,26 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$e = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}} = \frac{2,26 \times 10^{-9} \text{ m}^3}{2,26 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 0,00001 \text{ um}$$

### Volumen de la carcasa

$$V_T = \pi R^2 h$$

$$V_T = \pi (0,0408^2) \text{ m}^2 (0,239) \text{ m}$$

$$V_T = 1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

### Volumen total ocupado del líquido en el filtro

$$V_f = V_T - V_{fc} \quad \text{Ecuación. 31-3}$$

$$V_f = 1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3 - 2,26 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_f = 1,01 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Donde:

$V_f$ : Volumen final

$V_T$ : Volumen total

$V_{fc}$ : Volumen del filtro cerámico

### Caudal

$$A = \frac{1}{4} \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi (2,1 \times 10^{-3})^2 = 3,46 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{50 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 4,13 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### Velocidad

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4,13 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3,46 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### FILTRO DE INTERCAMBIO CATIONICO (ZEOLITA)

La selección de este filtro fue por la presencia de coloides hidrofílicos reversibles cargados negativamente, y estas cargas contrarrestaremos con un filtro de intercambio iónico (zeolitas).

Las zeolitas son minerales porosos de origen volcánica y al deshidratarse la estructura forma redes tridimensionales constituyendo tetraedros de silicio, aluminio dispuestos ordenadamente y unidos por átomos de oxígeno, que son el esqueleto de su estructura cristalina cuyo diámetro de poro va desde 3 a 10 Å y a través de esta porosidad ayudan a retener pequeños

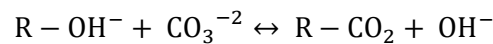
microorganismos como los virus, absorción de gases y vapores, por sus propiedades especiales actúan como un tamiz molecular, intercambiador iónico (RODRIGUEZ, 1087).

Las zeolitas activadas intercambian iones de  $\text{Na}^+$  por cationes  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  eliminando así la dureza del líquido como se puede observar en la siguiente reacción conocida como ablandamiento.



R: Radical del mineral

También intercambia iones básicos como los  $\text{OH}^-$  por radicales negativos como  $\text{CO}_3$ , aquí se eliminan principalmente la alcalinidad.



Así también pueden realizar intercambio iónico con iones con carga  $1^+$  (Na, K o Cl),  $2^+$  (Ca, Mg), poliatómicos ( $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ), ácidos orgánicos ( $\text{COO}^-$ ).



**Gráfico 7-3:** Filtro de intercambio catiónico (Zeolita activada).

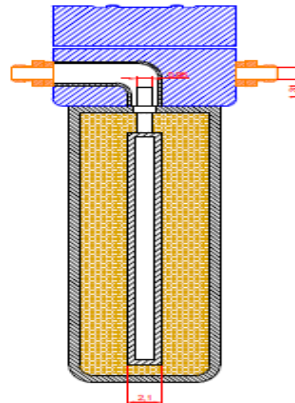
**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Especificaciones del filtro:

- ❖ **Tipo de Filtro:** Filtro de intercambio catiónico con zeolita activada.
- ❖ **Instalación:** Dentro de una carcasa de plástico transparente se coloca las zeolitas.
- ❖ **Función:** Permiten intercambiar iones cargados negativamente, actúa como filtrador y purificador.

- ❖ **Color:** Café amarillento.
- ❖ **Especificación de la carcasa:** Cabezal y tuerca en polipropileno reforzado de color azul, vaso en S.A.N. transparente, conexiones de latón 3/4 in, posibilidad de adaptar soporte de sujeción, tornillo de purga, presión máxima de trabajo 6 bar, temperatura máxima de 40°C, diámetro interno (8,16 cm), diámetro externo (8,9 cm), altura (23,97 cm), espesor (0,39 cm).
- ❖ **Diámetro de la zeolita:** 3 A°
- ❖ **Duración:** Dependiendo de su pérdida de color.
- ❖ **Eficiencia de filtración:** 1um.

### Cálculos



### Datos

$$V = 1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$A = 3,46 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$t = 80 \text{ min}$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{80 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 2,58 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2,58 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3,46 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 0,07 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



### 3.2.4.3. Caudal y velocidad total del equipo clarificador

#### Caudal

$$Q_T = \frac{\sum Q}{\#filtros} = \frac{Q_{CA} + Q_D + Q_P + Q_C + Q_Z}{5} \quad \text{Ecuación. 32-3}$$

$$Q_T = \frac{(8,81 \times 10^{-7} + 9,89 \times 10^{-7} + 8,13 \times 10^{-7} + 4,13 \times 10^{-7} + 2,58 \times 10^{-7}) \frac{m^3}{s}}{5}$$

$$Q_T = 6,70 \times 10^{-7} \frac{m^3}{s}$$

$$V_T = \frac{\sum v}{\#filtros} \quad \text{Ecuación. 33-3}$$

$$V_T = \frac{(0,040 + 0,048 + 0,039 + 0,11 + 0,07) \frac{m}{s}}{5}$$

$$V_T = 0,061 \frac{m}{s}$$

### 3.2.5. Diseño y construcción del equipo clarificador para Tzawar Mishki.

Al realizar los cálculos necesarios de ingeniería se obtuvo datos importantes como el volumen, caudal, velocidad de filtración, tiempo de filtración, área, presión. Después de estos datos se realiza el diseño tal como se ve en los ANEXOS A-F.

**Tabla 7-3:** Dimensionamiento del equipo.

REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO			
Equipos	Descripción	Valor	Unidad
<b>Especificación del Recipiente</b>			
<b>Recipiente</b>	Volumen	10	L
	Altura	25	cm
	Diámetro in	19,5	cm
	Diámetro ex	20	cm
	Espesor	0,25	cm
	Acero inoxidable ASTM 312		
<b>Filtro de carbón activado</b>			
<b>Carcasa</b>	Cabezal roscable color blanco		

	Diámetro interno	9,71	cm
	Diámetro externo	10,1	cm
	Altura	26,81	cm
	Espesor	0,4	cm
<b>Cartucho bobinado de carbón activado granular</b>	Eficiencia de filtración	300	um
	Diámetro interno	5,37	cm
	Diámetro externo	6,46	cm
	Altura	24,37	cm
	Espesor	0,55	cm
<b>Filtros</b>			
<b>Filtro de malla</b>	Diámetro	5,32	cm
	Espesor	0,1	cm
<b>Filtro de algodón</b>	Diámetro	5,32	cm
	Espesor	0,51	cm
<b>Filtro de lona</b>	Diámetro	5,32	cm
	Espesor	0,16	cm
<b>Filtro de desbaste</b>	Diámetro	5,32	cm
	Espesor	10	um
<b>Filtro de Pulido</b>	Diámetro	5,32	cm
	Espesor	5	um
<b>Filtro de desbaste y pulido</b>			
	Acero inoxidable tipo 316	Cedula 40	
	Altura	15,72	cm
	Diámetro interno	5,26	cm
	Diámetro externo	6,12	cm
	Espesor	0,4	cm
<b>Filtro cerámico con tierra de diatomeas</b>			
<b>Ultrafiltración cerámica</b>	Color blanco		
	Diámetro interno	3,92	cm
	Diámetro externo	5	cm
	Altura	20,2	cm
	Espesor	0,54	cm
<b>Carcasa</b>	Medidas tierra diatomea y filtro catiónico con zeolita		
	Cabezal y tuerca roscable azul		
	Vaso en S.A.N transparente		
	Diámetro interno	8,16	cm
	Diámetro externo	8,9	cm
	Altura	23,97	cm
	Espesor	0,39	cm
<b>Filtro de intercambio catiónico y zeolita activada</b>			
<b>Zeolita activada</b>	Diámetro	3	A°
	Eficiencia de filtración	1	um

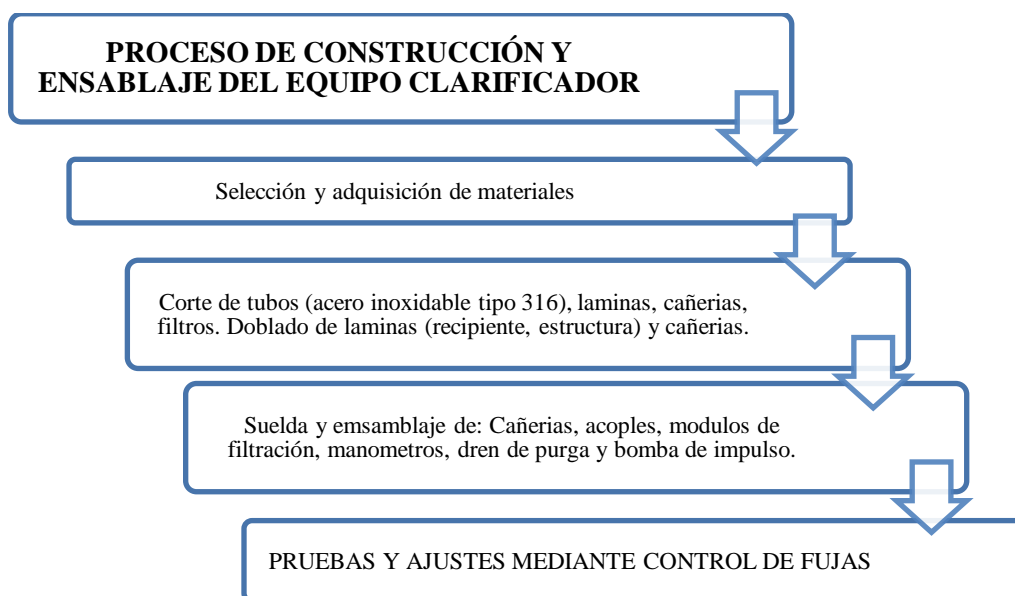
Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 8-3:** Medidas del dimensionamiento.

MEDIDAS DEL EQUIPO				
	Descripción	Longitud (cm)	Øin (cm)	Øex (cm)
<b>Soporte</b>	Mesa acero inoxidable	97,7	304 x 2 mm	
<b>Línea 1</b>	Tubería cobre	10,1	0,50	0,64
<b>Línea 2</b>	Tubería cobre	23,4	0,50	0,64
<b>Línea 3</b>	Tubería cobre	12,55	0,64	0,97
<b>Línea 4</b>	Tubería cobre	19,68	0,64	0,97
<b>Línea 5</b>	Tubería cobre	12,55	0,64	0,97
<b>Línea 6</b>	Tubería cobre	19,67	0,64	0,97
<b>Línea 7</b>	Polipropileno	15	0,42	0,62
<b>Línea 8</b>	Polipropileno	10	0,42	0,62
<b>Accesorio</b>	Codo			0,375
	T-cobre			0,375

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017.

*3.2.5.1. Construcción del equipo clarificador de acuerdo a las ASTM A36 (A312), ASTM D 2035-13, CODEX STAN 247-2005.*



**Diagrama 2-3:** Diagrama del proceso de construcción del equipo clarificador.

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

Después del diseño y los cálculos pertinentes de ingeniería se procede a construir, se asume un caudal de  $6,50 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$  (2,34 L/h) para lo cual utilizaremos una bomba que alimente 2 L/h y lo más primordial a controlar en nuestro equipo es la Presión, con la medida de presión lo que vamos a controlar es la eficiencia de los filtros, es decir si no ejerce presión los filtros no estarán reteniendo los sólidos, y si existe una alta presión los filtros estarán de recambiarlos (colmatación de sólidos).

**Materiales:** El material utilizado es: tubo de acero inoxidable 316, planchas de acero inoxidable 304 fácil de manipular, acoples y accesorios de bronce, tuberías de cobre de ¼ pulg, tuberías de polietileno de ¼ pulg, manómetros, llave de paso (purga), filtros de algodón (fibra textil vegetal de la planta del algodón), placa filtrante de desbaste (hecho a partir de papel prensado), filtros de pulido (hecho de pastas de celulosa), lonas filtrantes (hecho a partir de polipropileno, poliéster y nylon). Estos filtros serán dimensionados de acuerdo al diámetro interno del cilindro, para su corte se utiliza una matriz para su corte con la ayuda de una prensa hidráulica.

#### ❖ **Recipiente de acero inoxidable**

El tubo de acero inoxidable es elaborado con las normas establecidas para utilizar como tubo filtrante, realizamos la toma de medidas, sujetamos con una mordaza y cortamos con una sierra circular (tomando medidas de seguridad), damos los acabados con una lima metálica y para la elaboración de las rosca se utiliza una tarraja para acero de acuerdo al diámetro del tubo.

El recipiente (depósito de la bebida), soporte y la mesa también se elabora con láminas de acero inoxidable, para ello se compra las láminas de 2 mm 304 y se toma las medidas respectivas para luego con la ayuda de una mesa se corta con una cizalla de banco (cizalla de corte libre) y se procede a doblar con una dobladora de chapa plana.

#### ❖ **Bomba impulsor**

La bomba a utilizar es una bomba dosificadora electromagnética serie KCL 632 (Grado de protección: IP65, ajuste de velocidad: de 0-100%, caudal constante mediante potenciómetro 2 L/h, presión de 7 bar, ideal para espacios muy reducidos, válvula de pie, válvula de inyección y tubo de aspiración e impulsión, alimentación: 90-230 V 50-60Hz, membrana en PTFE, cabezal en PVC) mediante un juego de válvulas de retención invertidas y membranas de impulsión (cabezal) aspiran el producto a dosificar, el cual a través de un pistón permite el movimiento de la membrana y produce la aspiración e impulsión del producto.

### ❖ **Carbón activado**

Este filtro se lo adquiere o se lo construye dependiendo de las características del líquido a filtrar. Todos los accesorios se lo compra y se lo arma con los acoples respectivos.

### ❖ **Filtro cerámico con tierra diatomeas**

Se selecciona este filtro cerámico impregnado con tierra diatomeas, se lo puede comprar como también elaborar con un molde mezclando arcilla blanca caolín con tierra de diatomeas (pasta homogénea) se lo coloca dentro del molde y dejamos en reposo para que el agua se retire por los poros, se lleva a secar para su compactación, después de haber secado se coloca y se ajusta con los accesorios para utilizar como filtro clarificador.

### ❖ **Filtro de intercambiador catiónico (zeolita)**

Dentro de un recipiente de polipropileno se coloca zeolita activada con adaptación de una tubería para la salida del líquido.

#### **3.2.6. Validación del equipo clarificador.**

Para la validación y saber si el equipo tiene su buen rendimiento se calcula el caudal (1,87 L/s), velocidad final (0,040 m/s), sólidos retenidos (cada filtro) finales, empleando ecuaciones anteriores de análisis. También se realiza el análisis final de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos.

#### **Eficiencia del equipo**

$$E = \frac{V_s}{V_e} * 100\%$$

$$E = \frac{9 \text{ L}}{10 \text{ L}} * 100\%$$

$$E = 90 \%$$

Donde:

E: Eficiencia %

$V_s$ : Volumen de salida (L)

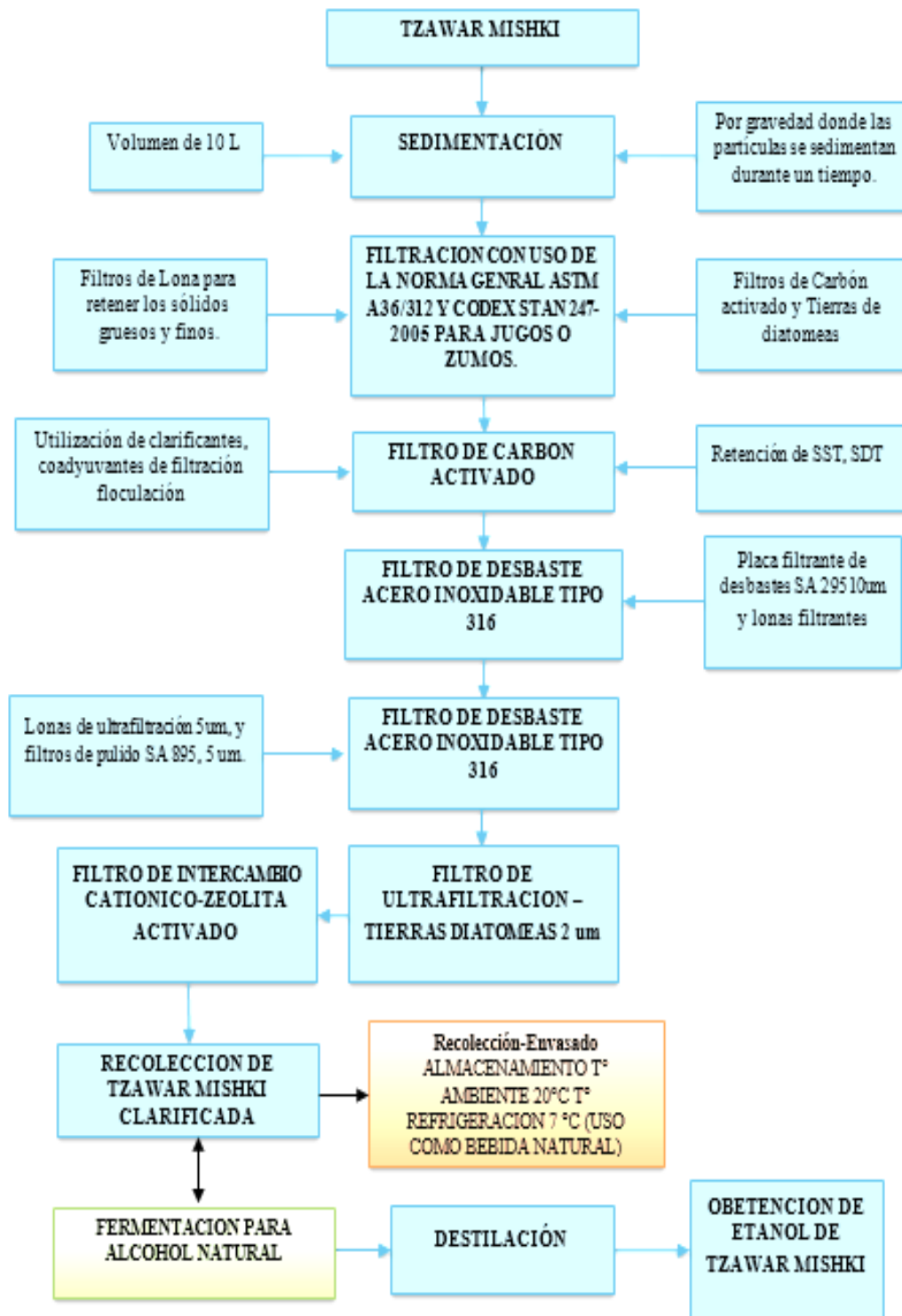
$V_e$ : Volumen de entrada (L)

**Tabla 9-3:** Análisis físico, químico, microbiológico y bromatológico final de TM.

<b>Resultados obtenidos de Análisis de Laboratorio</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Ensayos</b>	<b>Método utilizado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
<b>Bebida de Tzawar Mishki</b>	Color	ICUMSA NMX-FF-110-SFCI-208 (Fotometría)	Pt-Co	1230
	Olor	Sensorial		Medio
	Sabor	Sensorial		Medio
	Turbidez	ISO 7027	NTU	68
	Humedad	Gravimétrico (estufa)	%	95,92
	Ceniza	Gravimétrico (estufa)	%	0,30
	Proteína	AOAC 991.2 Ed 20, 2016	%(Nx6,25)	0,28
	ST o extracto seco	Gravimétrico (filtración-secado)	%	4,08
	SST	Gravimétrico (filtración-secado)	%	1,32
	SSV	Gravimétrico (filtración-secado)	%	0,17
	SVT	Gravimétrico (filtración-secado)	%	3,91
	SDT	Gravimétrico (filtración-secado)	%	2,76
	Densidad	Gravimétrico	g/mL	1,050
	Viscosidad	Gravimétrico	cP	185
	Acidez	Volumétrico	mg/L	0,21
	Grasa	AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%	0,01
	pH	AOAC 942.15 Ed 20, 2016 / INEN 389	Unidades de Ph	4,01
	Sólidos solubles	AOAC 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380	°Brix	4,91
	Carbohidratos Totales	Cálculo	%	8,13
	Energía	Cálculo	KJ/100 g	124
			Kcal/100 g	30
	Dureza	NMX-F517-1992	mg/L	155
	Calcio	NTE INEN 1107 1984	mg/L	25,60
	Potasio	APHA 3500-K	mg/100 g	8,43
	Fósforo	Pearson	mg/100 g	141,54
	Hierro	AOAC 944.02	mg/100 g	1,80
	COLIFORMES TOTALES	NTE INEN 1529-7	UFC/g	1,8x10 <sup>3</sup>
	ESCHERICHA COLI	NTE INEN 1529-8	UFC/g	5
	MOHOS Y LEVADURAS	NTE INEN 1529-19	UFC/g	4000

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017. (Laboratorio de aguas, instrumental, operaciones unitarias, alimentos)

### 3.3. Proceso de Producción.



**Diagrama 3-3:** Proceso de clarificación para la bebida de Tzawar Mishki.

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

## ❖ **SEDIMENTACIÓN**

En esta etapa, después de extraer la materia prima se deja en reposo durante unos 30 minutos para que los sólidos gruesos y finos se depositen en el recipiente por acción de la gravedad. Estos sólidos sedimentados se llevan a filtración mediante lonas o telas finas que ayuden a separar la mayor cantidad de impurezas contenidos en la bebida, después de esto se lleva a una estufa para secar los sólidos retenidos y con ello se determina la cantidad de sólidos en determinado volumen así también su velocidad de sedimentación.

## ❖ **FILTRACIÓN**

La técnica consiste en pasar la bebida sobre estos filtros que permita el paso del líquido pero que retenga las partículas sólidas y para lograr esto se necesita una presión de impulso la cual será ejercida por la bomba dosificadora.

Primero pasara por un filtro de carbón activado de acuerdo a la norma CODEX STAN 247-2005 literal 5 tratara de retener contaminantes orgánicos, incluyendo los que dan sabor, olor y color. Entre los principales grupos de contaminantes están los plaguicidas, detergentes, hidrocarburos, grasas y aceites disueltos, demás eliminar el cloro libre.

Después de la etapa del carbón activado pasara por los filtros de desbaste y pulido, para lo cual estos filtros hemos seleccionado y colocado dentro del filtro de acuerdo a su porosidad (de menor a mayor) en el siguiente orden:

**Filtro 1 De desbaste:** Nylon, Algodón, Lona, Desbaste

**Filtro 2 De pulido:** Nylon, Algodón, Lona, pulido

En esta etapa se realiza la separación de los sólidos más finos o conocidos como sólidos suspendidos y disueltos.

## ❖ **ULTRAFILTRACIÓN Y CLARIFICACIÓN**

Para la clarificación según la norma Codex alimentarius STAN 247-2005 literal 5 utilizamos un filtro de cerámica impregnado con tierras de diatomeas. Este filtro cerámico está conformado de un material poroso que ayuda a la filtración y clarificación además de contener la tierra de diatomeas que es un excelente clarificador para la cerveza, vino, zumos de fruta, y aceites



vegetales se filtran a niveles de micras a décimas de micras gracias a los microporos que actúan como tamices microscópicos

**Nota:** Después de filtrar por el carbón activado, filtros de desbaste, pulido y tierra de diatomeas se lleva cada filtro a una estufa para secar y determinar qué cantidad de sólidos retuvieron y se verifica la cantidad exacta de sólidos en determinado volumen así también su eficiencia.

Y para la finalización de nuestra clarificación hemos utilizado un filtro de intercambio catiónico de zeolita, este filtro realiza intercambio iónico con los minerales existentes en la bebida la cual después de pasar por este filtro nuestra bebida queda estabilizada y su fermentación es prolongada.

#### ❖ RECOLECCIÓN Y ENVASADO

Se recolecta la bebida clarificada en recipientes limpios y esterilizados para luego llevarlos a almacenar a una temperatura ambiente (20 °C), o a una temperatura de refrigeración (7 °C) para prolongar su conservación sin adición de conservantes.

#### ❖ FERMENTACIÓN

Después de su fermentación esta bebida se la puede consumir como alcohol natural, también si se desea obtener una bebida con mayor grado alcohólico se lleva a un destilador, cabe recalcar que para obtener el etanol se debe dejar en fermentación el líquido clarificado durante 4 a 7 semanas.

#### ❖ DESTILACIÓN

Adicional a los procesos anteriores la bebida obtenida llevaremos a destilar para obtener alcohol pero siempre y cuando se haya fermentado la bebida clarificada. Entonces mediante la destilación separaremos los componentes más volátiles e individuales, ahora también no hace falta su destilación debido a que la bebida fermentada se lo puede considerar como alcohol con bajo grado alcohólico.

### 3.4. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

Los materiales para la construcción del equipo se enlistan en la siguiente tabla:

**Tabla 10-3:** Requerimiento de equipos y materiales para la construcción del clarificador.

SISTEMA/ELEMENTOS	TECNOLOGÍA/EQUIPO/MAQUINARIA
<b>Soporte</b>	Equipo de suelda autógena
	Taladro
	Equipo de suelda eléctrica
	Corte de chapa y tubos cuadrados
<b>Mesa de acero inoxidable 304x2mm</b>	Dobladoras de chapa plana
	Equipo de suelda autógena
	Amoladoras
<b>Pulido y ensamble de la mesa</b>	Equipo de suelda autógena
	Taladro perestal
<b>Suelda de cañería</b>	Cortadora de disco
<b>Filtros de acero inoxidable tipo 316</b>	Torno roscado de cilindrado
	Brocas
	Cortadora de disco
<b>Taladros de varios orificios</b>	Taladro pedestal
	Llaves
	Brocas
	Desarmadores
<b>Corte de filtro de lonas</b>	Matriz de corte y prensa hidráulica
<b>Ensamble del equipo y ajustes</b>	Sisalla
	Machuelos
	Desarmadores
	Llaves

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 11-3:** Requerimiento de materiales de laboratorio para ensayos preliminares.

Equipo	Número	Función
<b>Termómetro</b>	1	Temperatura
<b>Densímetro</b>	1	Densidad
<b>pH metro</b>	1	Acidez
<b>Viscosímetro</b>	1	Viscosidad
<b>Probeta</b>	1	Volumen
<b>Vasos de precipitación</b>	3	Volumen
<b>Balanza analítica</b>	1	Peso

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

### 3.5. Análisis de Costo/Beneficio del Proyecto

El equipo clarificador se beneficia económicamente, social y cultural a los pequeños productores y los artesanos que se dedican a comercializar el Tzawar Mishki, ya que pueden dar un valor agregado con la bebida clarificada y tratada (mejor apreciación).

Es innovador ya que se puede industrializar aplicando los diferentes procesos de producción alimenticia como la clarificación, filtración aprovechando la materia prima en las zonas que conocen este producto, aporta un gran beneficio porque ayuda a solucionar los distintos ámbitos que se presenta en procesos de producción alimenticia.

**Tabla 12-3:** Presupuesto total para la construcción del equipo

<b>GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL CLARIFICADOR DE TZAWAR MISHKI</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>
<b>ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>Recipiente para Tzawar Mishki</b>		
Contenedor de acero inoxidable 10 litros	1	100,00
Contenedor transparente 4 litros	1	2,00
Malla de filtración	1	20,00
<b>SOPORTE DEL EQUIPO</b>		
Mesa de acero inoxidable	1	250,00
<b>COMPONENTES PARA LA FILTRCIÓN</b>		

Carbón activado	1	100,00
Filtro de desbaste acero inoxidable tipo 316	1	120,00
Filtro de pulido acero inoxidable tipo 316	1	120,00
Lonas de ultrafiltración 5um	2	10,00
Lonas de pulido 10um	2	10,00
Filtros SA-295 10um	2	10,00
Filtros SA-895 5um	2	10,00
Manómetros analógicos 0-180 psi	3	60,00
<b>ACCESORIOS PARA ARMAR EL EQUIPO</b>		
Acoples roscados bronce 3/8	10	80,00
Codos cobre soldable 3/8	7	14,00
T- cobre soldables 3/8	3	10,00
Bushing bronce 1/2-1/4	4	20,00
Llave de paso bronce ¼	1	10,00
Metros de cañería cobre 3/8	2	12,00
Rollo de cinta adhesiva doble cara	1	12,00
Varillas para suelda de plata al 10%	4	10,00
<b>COMPONENTES PARA LA CLARIFICACIÓN</b>		
Filtro de ultrafiltración - tierras diatomeas 2um	1	160,00
Filtro de intercambio catiónico-zeolita activada	1	160,00
<b>FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>		
Bomba 15 Watts	1	650,00
Cable eléctrico	2	10,00
<b>CONSTRUCCIÓN TOTAL DEL EQUIPO</b>		
<b>Mano de obra</b>		540,00
<b>GASTO DE ANÁLISIS</b>		266,54
<b>COSTO DE RECOLECCIÓN EN MATERIA PRIMA</b>		270,90
<b>Total</b>		<b>3036,54</b>

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 13-3:** Análisis financiero estimado para la ejecución del proyecto

<b>ANALISIS FINANCIERO ESTIMADO</b>				
<b>Considerando una extracción de MP de 3 plantas durante los 90 días</b>				
Extracción	Cantidad de plantas de Cabuya	Volumen (L)	Costo de la Planta de Cabuya (\$)	Costo de MP (\$)
Diario	3	2,5	13	39
Semanal	3	12,5		
Mensual	3	50		
Anual	9	600		117
<b>Total</b>				<b>156</b>
<b>INSUMOS</b>				
	Cantidad	Costo(\$)	Costo total (\$)	

Envases	1200	0,1	120	
Agua Destilada	336	1	336	
Sub total			456	
<b>COSTO FIJOS</b>				
Rubro	Unidad	Precio	Costo/mes	Costo /anual
Mano de Obra(2 personas)			200	2400
Cambio de Filtros				
Filtro de carbón activado(2 veces)	1	160		320
Filtro de lona, desbaste, pulido(4 veces)	8	5		160
Filtro de tierra de diatomeas(2 veces)	1	160		320
Filtro de zeolita(2 veces)	1	100		200
Sub Total				3400
Total				3973
<b>COSTO DE VENTA DE LA BEBIDA CLARIFICADA</b>				
Bebida Clarificada	Volumen (L)/4 Plantas	Costo de Bebida(\$)/Litro	costo Diario (\$)	
Diario	10	2,3	23	
Semanal	50	2,3	115	
Mensual	200	2,3	460	
Anual	2400	2,3	5520	
Total			5520	
<b>UTILIDAD</b>				
	Costo de Directo	Costo indirecto		
Inversión	3973	5520		
<b>Sub Total</b>		<b>1547</b>		

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 14-3:** Proyección de ventas de la bebida clarificada

FLUJO DE CAJA						
RUBRO	Costo Equipo (\$)	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	Año
Proyección	2500	1547	1547	1547	1547	1547
<b>Total</b>						7735
<b>Sub Total</b>						5235
<b>Utilidad Neta</b>						<b>1047</b>

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

El pilar fundamental de este análisis financiero está contemplado en la información que proporcionaremos a las personas productoras de esta bebida quienes con el tiempo quieran invertir y obtener un capital que pueda sustentar en su vida diaria.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 15-3:** Datos de dimensionamiento para la construcción del equipo.

DATOS DE DIMENSIONAMIENTO				
Materiales del equipo	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen ocupado (m <sup>3</sup> )	Porosidad	Caudal de filtración (m <sup>3</sup> /s)
Carbón activado (300um)	1,96x10 <sup>-5</sup>	7,81x10 <sup>-4</sup>	0,0081	8,81x10 <sup>-7</sup>
Filtro de desbaste (5um)	2,04x10 <sup>-5</sup>	7,85x10 <sup>-5</sup>	0,00013	9,89x10 <sup>-7</sup>
Filtro de pulido (2um)	2,04x10 <sup>-5</sup>	7,85x10 <sup>-5</sup>	0,00013	8,13x10 <sup>-7</sup>
Filtro cerámico (0,2um)	0,034	2,26x10 <sup>-4</sup>	0,00001	4,13x10 <sup>-7</sup>
Filtro intercambiador catiónico (1A°)	3,46x10 <sup>-6</sup>	2,26x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-7</sup>	2,58x10 <sup>-7</sup>
Tubería de cobre lisa (d=0,64 cm)	1,84x10 <sup>-5</sup>			
Bomba dosificadora pulsátil (7 bar)				

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 16-3:** Caracterización final de parámetros principales en la bebida clarificada

DATOS FINALES DE LA BEBIDA CLARIFICADA									
ST (%)	SST (%)	SDT (%)	ρ (g/mL)	μ (cP)	pH	Turbi dez	Coliformes T (UFC/g)	E-coli (UFC/g)	Mohos/levaduras (UFC/g)
4,08	1,32	2,76	1,05	185	4,01	68	1800	5	4000

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 17-3:** Datos finales del equipo clarificador en funcionamiento

DATOS FINALES DEL EQUIPO CLARIFICADOR					
Q (L/h)	Vf (m/s)	T (°C)	P (Psi)	V (L)	Re (%)
1,87	0,040	18	80-100	8,5 de 10	90

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

**Tabla 18-3:** Datos del proceso de destilación simple

<b>MUESTRA DE TM (mL)</b>	<b>DETALLES</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>VOLUMEN (mL)</b>
<b>150</b>	Ebullición del líquido	42	15	0
	Primera gota de destilado	68	35	0,5
	Obtención de etanol	78	55	40
	Producto de cola	89	235	105

**Realizado por:** ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

❖ Se procede a la toma de materia prima (Tzawar Mishki) proveniente de la cabuya (*agave*) para realizar tratamientos aplicando operaciones de sedimentación, filtración y obtener una bebida clarificada. Los resultados de los ensayos muestran parámetros físicos, químicos y nutricionales beneficiosos para el ser humano por contener minerales, carbohidratos y energía.

❖ La clarificación se da con un caudal de 1,87 L/h a una velocidad de 0,040 m/s esto es debido a la buena porosidad de los filtros utilizados en el equipo clarificador, dando una eficiencia del 90%.

Discusión: La clarificación se da en procesos lentos para la buena remoción de las partículas. Si queremos obtener la bebida en menor tiempo se debe aumentar el caudal final con una bomba de mayor presión pero los sólidos atravesarán los filtros y no se obtendrá una bebida de baja turbidez.

❖ El pH inicial en la muestra original tuvo un valor de 8,9, pero por tener mohos, levaduras se fermenta rápidamente, para estabilizar se debe tener en congelación a 5°C evitando así que se vuelva espeso y viscoso.

Discusión: Para la clarificación no debe pasar de 355 cP, si se tiene una viscosidad alta se formará una película en los filtros provocando taponamiento. Ahora debido a la presencia de microorganismos la bebida se lleva a pasteurización a 125 °C y 15 minutos para eliminar la bacteria E-coli y por monitoreo se pudo reducir el 95%. No se puede eliminar al 100 % porque se necesita mayor tiempo y alta temperatura, esto conlleva a que la bebida se caramelicé y produzca miel, pero se encuentra dentro de los rangos permitidos de acuerdo a la normativa.

- ❖ Para verificar la eficiencia de los filtros se compara valores iniciales y finales de turbidez y los sólidos disueltos totales. Así de 359 se redujo a 68 NTU como también de 13,36% a 4,01% de SDT obteniendo una bebida con mejor visibilidad y con las mismas características organolépticas. La función importante de los filtros es el de absorber todas las impurezas, metales pesados y microorganismos.
- ❖ Para obtener alcohol se debe llevar a fermentación durante 1-2 semanas y luego llevar a destilación, como podemos ver en la tabla 4, a partir de 150 mL se obtiene solo 40 mL al 15% y el resto es producto de residuo, ahora este producto de residuo no se rechaza más bien se obtiene otro producto adicional como la miel. Así a partir de 65 L de bebida previo a su fermentación solo se obtiene 18 L de alcohol al 40 % pero con mayor tiempo de fermentación (hasta tener pH 4).
- ❖ En el estudio financiero se determinó que el precio de venta al público de 1L de Tzawar Mishki clarificada será de 2,30 \$, con este precio se recuperaría la inversión y posteriormente obtener las utilidades después de 2 años; y debido a los valores obtenidos 1047 \$ anuales se considera que el proyecto es rentable y factible para las personas que se dedican a comercializar este producto sobre todo la parroquia Salasaka donde existe la disponibilidad de obtener la materia prima y así rescatar la cultura, tradiciones, turismo ofertando la bebida con mejores condiciones organolépticas.

## **CONCLUSIONES**

- ❖ Mediante la caracterización de la materia prima se determinó una cantidad considerable de la bacteria E-coli (1900 UFC/g) y sólidos coloidales.
- ❖ Se obtuvo datos experimentales iniciales de turbidez 359 NTU, densidad 1,10 g/mL, viscosidad 355,8 cP, dureza 248 mg/L, pH 6,54 para seleccionar los filtros clarificadores.
- ❖ Con la identificación de datos experimentales y variables de proceso se diseñó y se construye el equipo de acuerdo a la Norma ASTM A36/ASTM A312 para acero inoxidable con un caudal máximo de 2 L/h.
- ❖ Se seleccionó los filtros clarificadores con la Norma CODEX STAN 247-2005 y ASTM D2035-13, con ello se redujo la turbidez a 68 NTU.



- ❖ El equipo tiene una eficiencia del 85% a una presión de trabajo de 90-120 psi, un rendimiento del 90% dando como válido porque se eliminó la bacteria E-coli en un 95% y la mayor cantidad de sólidos previo a su pasteurización.
- ❖ Después de la destilación previa la fermentación se obtiene alcohol al 15 % con 78,3 °C a nivel de laboratorio y a nivel industrial al 40% (18 L etanol a partir de 65 L MP).

## **RECOMENDACIÓN**

- ❖ Después de haber obtenido la bebida se debe mantener en condiciones adecuadas a temperatura fría para evitar la fermentación inmediata, o realizar una pasteurización donde la gran cantidad de microorganismos se eliminan, también para proceder con la clarificación se debe dar un mantenimiento cada 3 meses a todo el equipo y principalmente cambiar los filtros que estén en mal estado.
- ❖ El equipo clarificador también se puede utilizar para clarificar otras bebidas que tengan características similares, es decir con bebidas de color amarillo, opalescentes, ámbar con una turbidez no mayor a 300 NTU.
- ❖ Para obtener la materia prima de calidad y en óptimas condiciones organolépticas se debe capacitar a los artesanos sobre cómo cultivar la cabuya (Agave), extracción de la bebida (Tzawar Mishki) y que a futuro este producto sea la base para obtener diferentes subproductos a nivel industrial.
- ❖ Para evitar contaminación con el producto principal se debe tener las medidas preventivas de higiene recolectando en envases esterilizados.
- ❖ Para conocer las propiedades más relevantes del Tzawar Mishki se pone en detalle que se realice un análisis completo de propiedades físicas, químicas, microbiológicas y nutricionales con lo cual se dará un aporte importante a la sociedad en general y a la ciencia del desarrollo educativo.
- ❖ Para realizar un equipo clarificador a mayor escala e industrialmente se debe seleccionar equipos y materiales filtrantes con porosidades mínimas para que la clarificación sea eficiente al final del proceso, para ello se puede tomar los datos existentes en nuestro equipo clarificador como referencias.

### 3.6. Cronograma de ejecución del proyecto.

ACTIVIDAD	TIEMPO																											
	1º mes				2º mes				3º mes				4º mes				5º mes				6º mes							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Caracterización del Tzawar Mishki			■	■																								
Análisis de la muestras					■	■	■																					
Simulación de la clarificación									■	■	■	■																
Diseño y Dimensionamiento del equipo									■	■	■	■																
Construcción del equipo													■	■														
Validar el diseño del equipo															■	■	■	■										
Fermentación y destilación																			■									
Redacción del proyecto final													■	■	■	■	■	■	■	■								
Empastado y presentación del trabajo final																					■	■						
Auditoría académica																							■	■				
Defensa del trabajo																											■	

Realizado por: ALULEMA, Mario., CAIZA, Fredy.2017

## BIBLIOGRAFÍA

1. **AMERINE, A. & OUGH, S.** *Análisis de vinos y mostos*. Zaragoza – España: Acribia, S.A, 1976. p. 18.
2. **BELLO, José,** *Ciencia Bromatológica. Principios Generales de los Alimentos*. Madrid-España: Diaz de Santos S.A., 2000, Vol. I, p. 23.
3. **BREANNAN, J. et al. BUTTERS J. COWELL, N.** *Las Operaciones de la ingeniería de Alimentos*. 2ª ed. Zaragoza-España: Applied Science Publishers Ltd, 1980, pp. 129-138.
4. **BRITO, Hanníbal.** *Texto Básico de Operaciones Unitarias I. Transporte de Fluidos por Bombeo*. Riobamba-Ecuador: Editorial Politécnica de Chimborazo, 2000, p. 2.
5. **BRITO, Hanníbal.** *Texto Básico de Operaciones Unitarias II. Proceso de Filtración*. Quito-Ecuador: Editorial Politécnica de Chimborazo, 2001, p. 24.
6. **BRITO, Hanníbal.** *Texto Básico de Operaciones Unitarias III. Proceso de Secado*. Riobamba-Ecuador: Editorial Politécnica de Chimborazo, 2001, p. 16.
7. **BRITO, Hanníbal.** *Obtención de Alcohol apartir de remolacha. Artículo Científico*. Riobamba-Ecuador: s.n, 2016, p. .
8. **CENGEL, John; & YUNUS, A.** *Mecánica de Fluidos Fundaments y Aplicaciones*. 2ª ed. México: McGraw-Hill S.A. DE C.V, 2012, pp. 10-51.
9. **CUEVA E, VAN DEN V; et al CABRERA O.** *Plantas silvestres comestibles del sur del Ecuador*. [En línea]. Quito: Abya-Yala, 1999. p. 80.  
  
[Consulta: 12 de noviembre 2016].  
  
[http://www.academia.edu/4659362/Plantas\\_silvestres\\_comestibles\\_del\\_sur\\_del\\_Ecuador\\_-\\_Wild\\_edible\\_plants\\_of\\_southern\\_Ecuador](http://www.academia.edu/4659362/Plantas_silvestres_comestibles_del_sur_del_Ecuador_-_Wild_edible_plants_of_southern_Ecuador).
10. **GARY, Christian.** *Química Analítica*. 6ª ed. México: McGraw-Hill S.A, 2009, p. 234.
11. **JAMES M. JAY; et al. DAVID A. GOLDEN.** *Microbiología Moderna de los Alimentos*. 5ª ed. Zaragoza-España: Acribia, 2009, p. 35.

12. **McCABE, Smith; et al. Harriott.** *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Filtración.* 6ª ed. Mexico : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA,S.A. de C.V, 2002, pp. 1070-1088.
13. **OCÓN, J & TOJO, G.** *Problemas de Ingeniería Química. Operaciones Básicas.* 1era. Madrid: Aguilar, 1972. pp. 280-290.
14. **RODRIGUEZ, G. 1087.** *Propiedades Físico-Químicas y Aplicaciones Industriales de la Clinoptilolita Natural. Tesis de Doctorado.* Cuba: Cenic, 1087.
15. **UBEDA, R.** *Técnicas de Filtración en la Industria Enológica. Técnicas de Filtración en la Industria Enológica.* Madrid-España: A. Madrid Vicente, Ediciones, 1992, I, p. 19.
16. **MORRISON, Robert; & BOYD, Robert.** *Química Orgánica.* Propiedades físicas de alcoholes. 5ª ed. México: Addison Wesley Iberoamericana S.A, 1990, pp. 625-630.
17. **ALTAIS, ELESSIA PARC.** *Método de la Coagulación y Floculación.* [En línea] 2013. Francia.  
  
[Consultada: 3 de Diciembre de 2016.]  
  
<http://www.elessia.com/es/explicacion-del-metodo-de-la-coagulacion-floculacion.html>.
18. **AYORA LEÓN, David Gustavo, & QUITO TAPIA, Karol Jeniffer.** *Procesos de Extracción del Mishqui y Elaboración del Chaguarmishqui en Mañarín, Provincia del Azuay. Propuesta de nuevos usos gastronómicos y bebidas.* [En línea] 2013.(**Monografía**) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Carrera de Gastronomía, Cuenca-Ecuador. 2013, p. 20  
  
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016.]  
  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5025/1/Monografia.pdf.pdf>.
19. **BAUTISTA N, GLADYS C, ARIAS A.** *Estudio Químico Bromatológico de Agua miel de Agave Americana L.(Maguey).* [En línea] 2008. Facultad de Farmacia y Bióquímica, Laboratorio de Bromatología, Lima. 2008, p. 47.  
  
[Consulta: 15 de Diciembre de 2017.]  
  
<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/viewFile/4061/4072>.  
ISSN 1561-0861.

20. **CANO RUERA, SARA.** *Métodos de Análisis Microbiológico. ISO, UNE.* [En línea]. Analiza Calidad, 5 de Abril de 2006.

[Consulta: 18 de Diciembre de 2016.]

<http://www.analizacalidad.com/docftp/fi148anmic.pdf>

21. **CARRASCO URUCHIMA, Blanca Emilia.** *Investigación de la cultura gastronómica del Cantón San Pedro de Pelileo.* [En línea] 2015. (Tesis) Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Turismo, Hotelería y Gastronomía, Carrera de Gastronomía, Quito-Ecuador. 2015, p. 20.

[Consulta: 20 de Abril de 2016.]

[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13005/1/58992\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13005/1/58992_1.pdf).

22. **COGOLLO FLÓREZ , Juan Miguel.** “Water clarification using polymerized coagulants”[En línea], 2010, (Medellin) 78(165), pp. 3-4.

[Consulta: 8 de Diciembre de 2016.]

<http://www.bdigital.unal.edu.co/5419/1/juanmiguelcogollo.2011.pdf>.

23. **DEFINICIONES.** *Proceso de Filtración.* [En línea]. 2007.

[Consulta: 2 de Enero de 2017]

[http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/filtracio\\_grav.html](http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/filtracio_grav.html). 2.

24. **ECURED, Conocimiento con todos y para todos.** *Clarificante Alimentario.* [En línea]. 14 de Diciembre de 2010.

[Consulta: 5 de Diciembre de 2016.]

[https://www.ecured.cu/Clarificante\\_alimentario](https://www.ecured.cu/Clarificante_alimentario).

25. **EFT ,(Especialistas Técnicos en Fluidos).** *Tuberías de acero inoxidable para conducción.* [En línea], p. 1.

[Consulta: 20 de Enero de 2016]

<http://www.etfcatalogo.com/productos-tuberias-de-acero-inoxidable-para-conduccion.html>.

26. **FEDUCHY MARIÑO, Enrique.** *Clarificación de Vinos.* [En línea], 1995, (Madrid) 23-55H, pp. 2-5  
[Consulta: 8 de Diciembre de 2016.]  
[http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1955\\_23.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1955_23.pdf).
27. **INKANATURA WORLD PERU EXPORT, SAC.** *Inkanat-peru.composición química del agua miel.* [En línea]. 2008, p. 1.  
[Consulta: 1 de Diciembre de 2016.]  
<http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>.
28. **TUNGURAHUA, LACONAL. 2016.** *Certificado de Análisis de Laboratorio.* Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Ambato : s.n., 2016. Resultados de Análisis Obtenidos del Tzawar Mishki.
29. **MARTÍNES del Campo, M.G.** *Determinación, cuantificación e hidrólisis de inulina en el aguamiel de Agave pulquero.* [En línea] 1999.(Tesis)U.N.A.N, Fac. Química, Mexico, p.91.  
[Consulta: 8 de Diciembre de 2016.]  
<http://www.uanl.mx/publicacioneshtm>.
30. **MÉNDEZ, Ángelez.** *La Guía Química. Fermentación.* [En línea]. 7 de Enero de 2011.  
[Consulta: 8 de Diciembre de 2016]  
<http://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion>.
31. **MISHKYHUARMY.** Chaguarmishky. *Recuperando los sabores olvidados de los Andes.* [En línea]. 31 de Mayo de 2011.  
[Consulta: 28 de Noviembre de 2016]  
<https://mishkyhuarmi.wordpress.com/tag/penco/>.
32. **ECUADOR. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, (NTE INEN 380).** *Conservas Vegetales. Determinación de Sólidos Solubles. Método Refractométrico.* [En línea]. Diciembre de 1985.

- [Consulta: 15 de Diciembre de 2016]
- <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/380.pdf>.
33. **ECUADOR. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, (NTE INEN 0391:2012)** *Canned Vegetables. Fruit and vegetable juices. Determination of the relative density.* [En línea]. 18 de Julio de 2012.
- [Consulta: 15 de Diciembre de 2016]
- <http://www.normalización.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/nte.inen.391.pdf>.
34. **PACHECO, Bulmaro.** Análisis de Alimentos 1. Manual de Practicas. [En línea] Hermosillo, Sonora Mexico C.P 83280. Marco Antonio Navarro, Agosto de 2007.
- [Consulta: 10 de Noviembre de 2016.]
- <http://www.etpcba.com.ar/DocumentosDconsulta/ALIMENTOS-PROCESOS%20Y%20QU%20C%20MICA/Manual%20de%20pr%20cticos%20en%20alimentos.pdf>.
35. **PÉREZ, Luis.** Teoría de sedimentación. [En línea] Agosto de 2005.
- [Consulta: 7 de Diciembre de 2016.]
- [http://www.fi.uba.ar/archivosinstitutos\\_teorias\\_sedimentacion.pdf](http://www.fi.uba.ar/archivosinstitutos_teorias_sedimentacion.pdf).
36. **PELILEO. GOBIENO AUTONOMO DESENTRALIZADO PARROQUIAL SALASAKA.** *Reseña Histórica.* [En línea] 2011.
- [Consulta: 14 de abril de 2016].
- <http://www.elcomercio.com/tendencias/salasaka-tzawarmishki-festival-tradicion-cultura.html>.
37. **PELILEO. SALASAKA-RUNAKUNA.** *Salasaka Runakuna: Ubicación Geográfica.* [En línea]. 29 de Junio de 2009.
- [Consulta: 5 de Diciembre de 2016]
- <http://salasaka-runakuna.blogspot.nl/2009/06/ubicacion-geografica.html?m=1>.
38. **STEEL,** *standard specification for carbon structural.* [En línea]. 1 de Abril de 2004.

[Consulta: 9 de Mayo de 2016].

<http://www.astm.org>.

39. **TUNGURAHUA, TELEGRAFO, EL.** *Tzawar mishki, la bebida andina que sobrevivió a la colonización.* [En línea]. 10 de Agosto de 2014.

[Consulta: 14 de Noviembre de 2016]

<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/tzawar-mishki-la-bebida-andina-que-sobrevivio-a-la-colonizacion>.

40. **UNIVERSIDAD DE SEVILLA, E U POLITÉCNICA.** *Manual de Carbón Activado.* [En línea].

[Consulta: 12 de Febrero de 2017]

<http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>.

41. **VAZQUEZ, O.** *Extraccion de Coagulantes Naturales del Nopal y aplicaion en la Clarificación.* [En línea]. Mayo de 1994.

[Consulta: 8 de Diciembre de 2016].

<http://www.eprints.uanl.mx720711020091188.PDF>.

42. **VELANDIA, J.** *Turbiedad del Agua.* [En línea]. Enero de 2013.

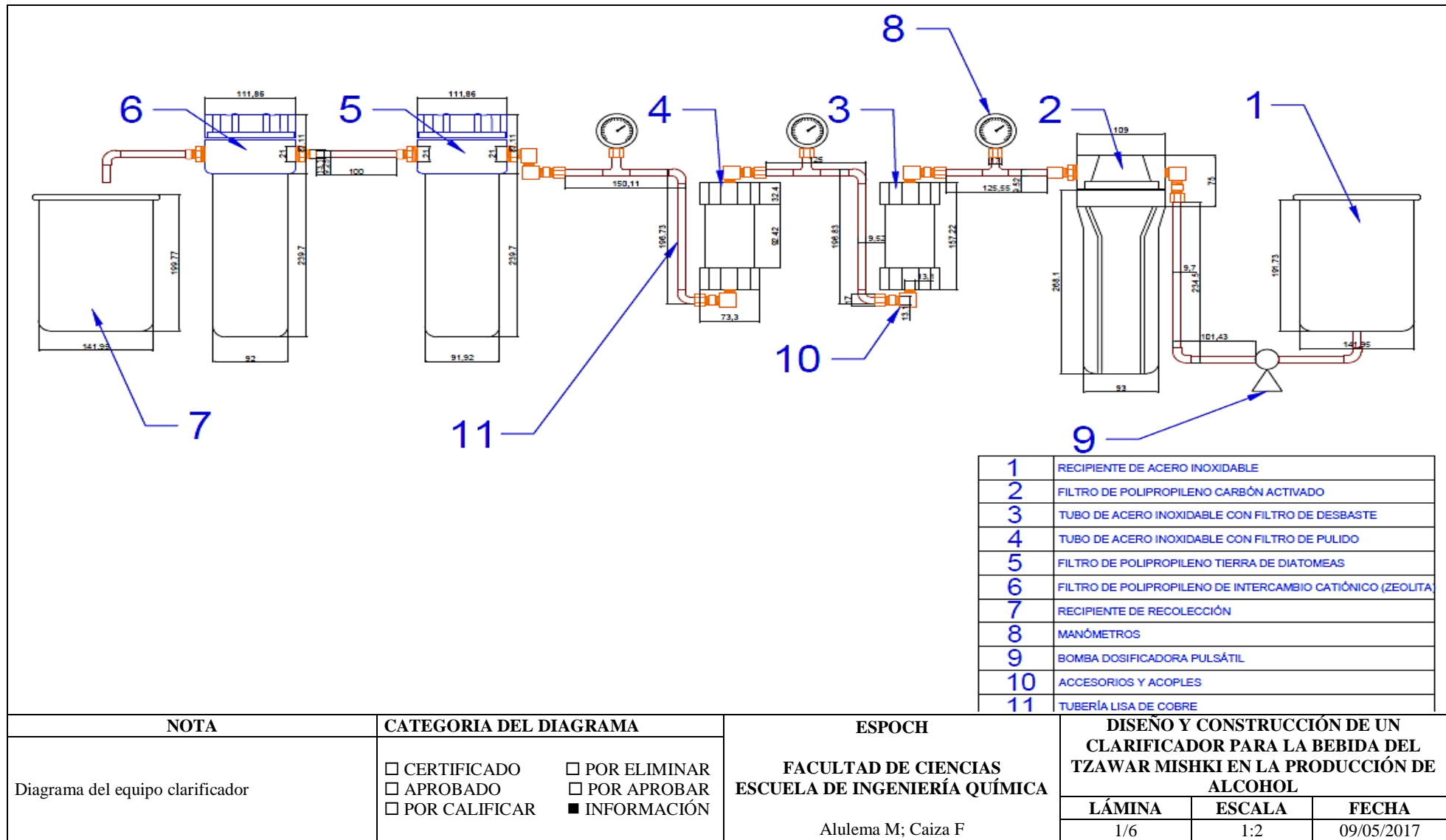
[Consulta: 8 de Diciembre de 2016]

<http://turbiedaddelagua.blogspot.com/p/contexto.html>.

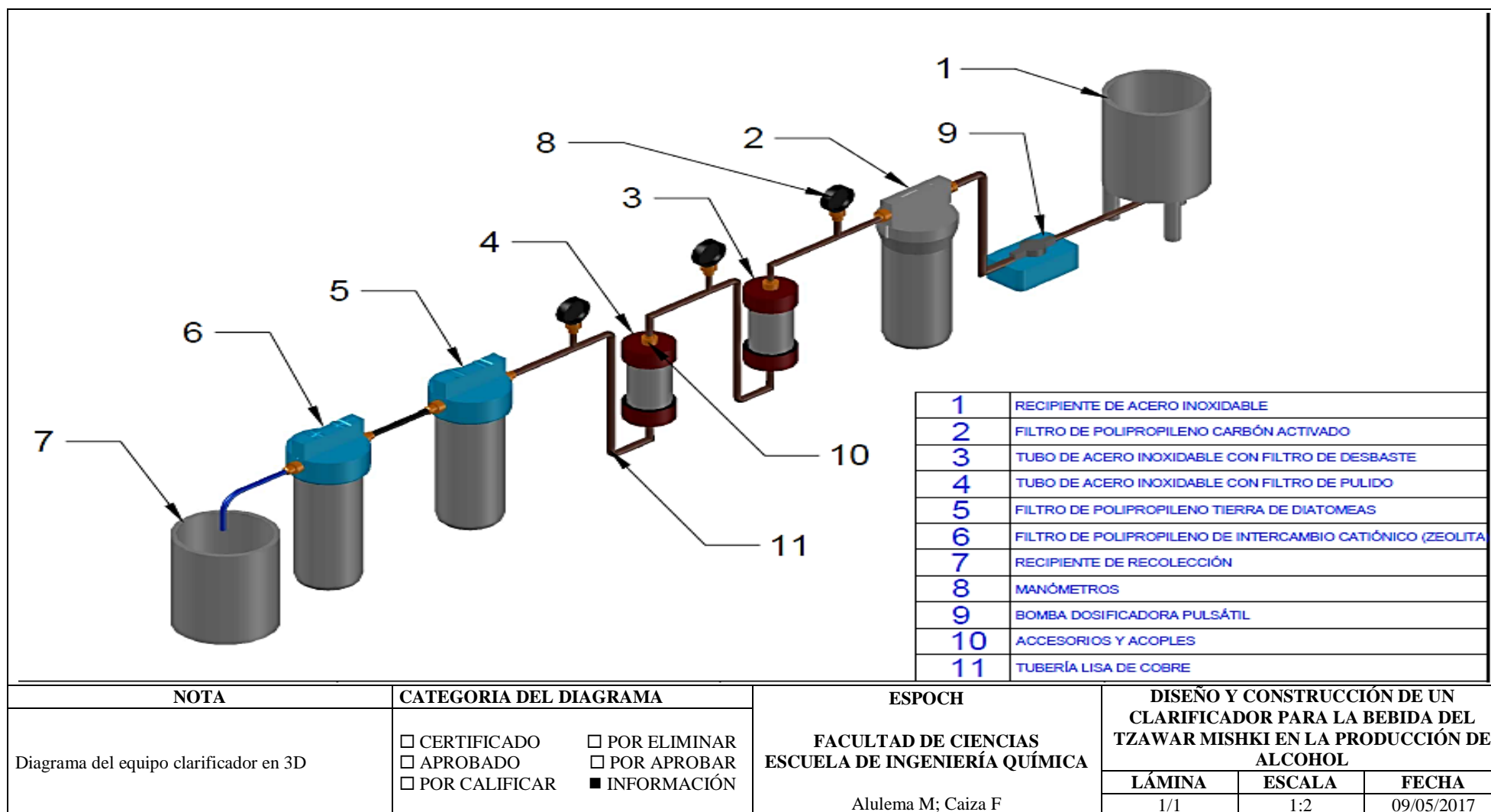
## **ANEXOS**



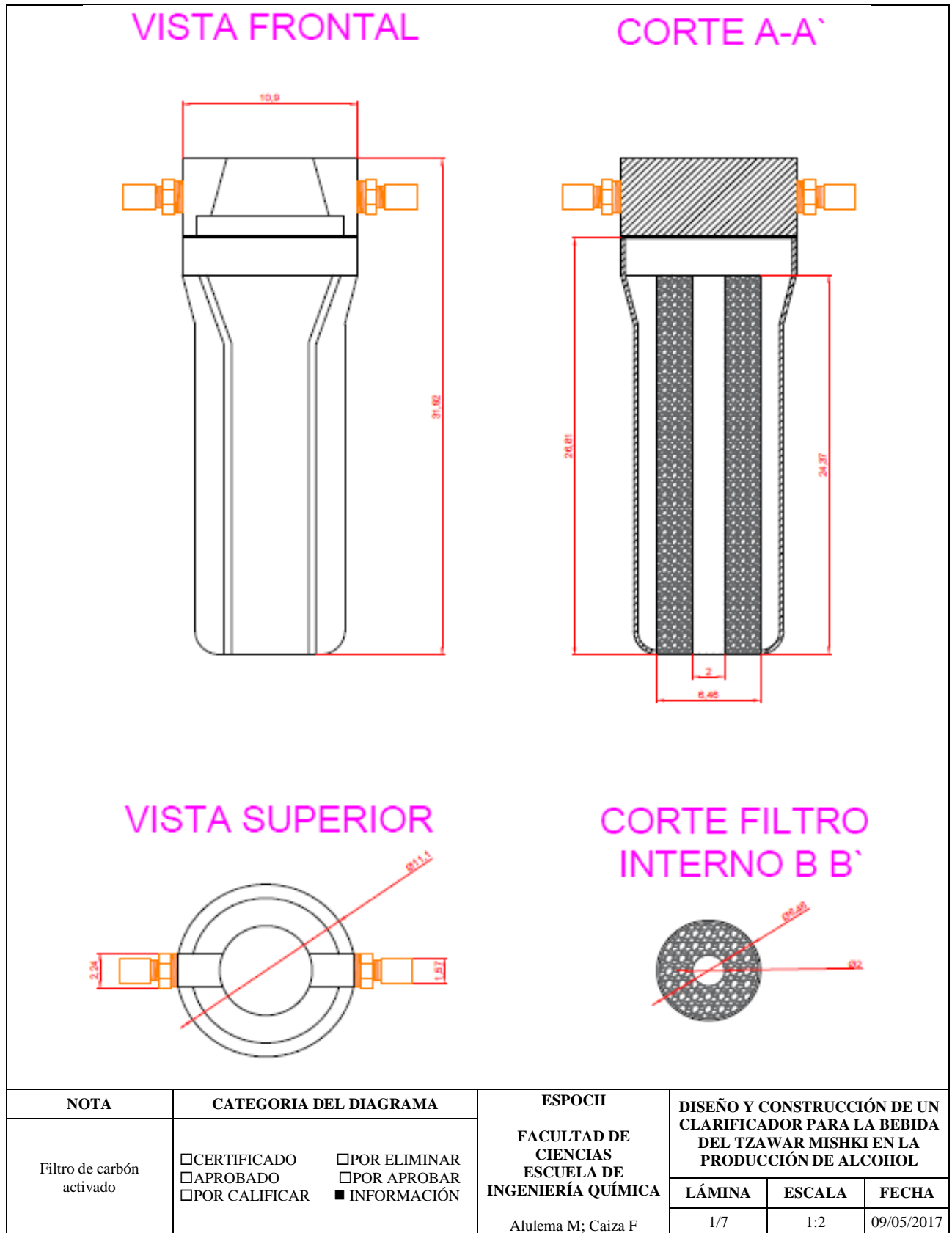
ANEXO A: DISEÑO GENERAL DEL EQUIPO CLARIFICADOR



**ANEXO B: PLANO GENERAL DEL EQUIPO CLARIFICADOR PARA EL TZAWAR MISHKI**

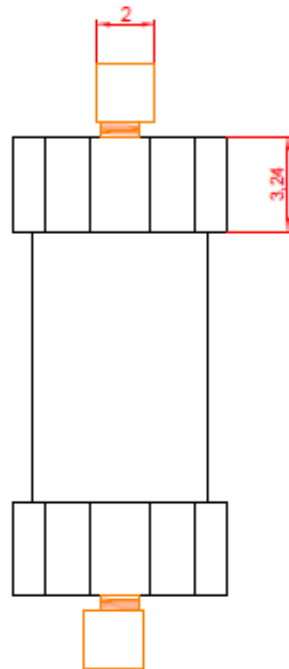


**ANEXO C: DISEÑO DE CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO**

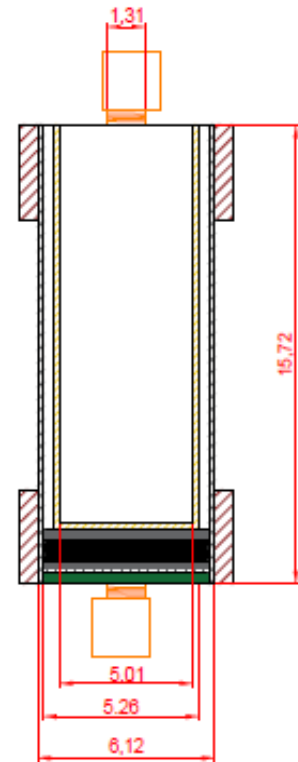


**ANEXO D: CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL TUBO DE ACERO INOXIDABLE CON FILTRO DE DESBASTE**

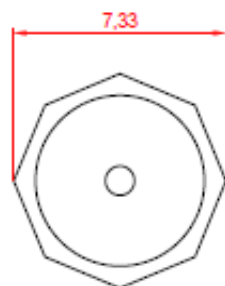
VISTA FRONTAL



CORTE A-A'



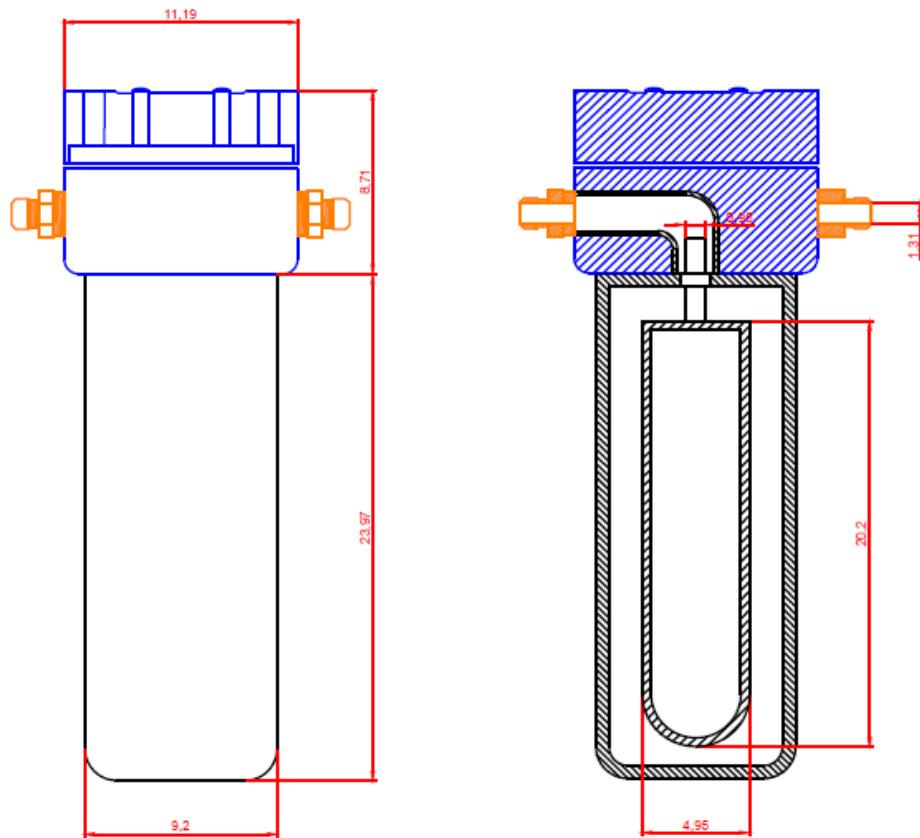
VISTA SUPERIOR



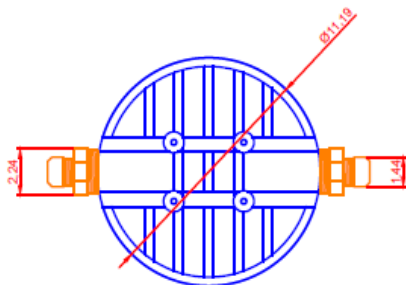
NOTA	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL		
Tubo filtrante de acero inoxidable	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> INFORMACIÓN	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Alulema M; Caiza F	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			2/7	1:2	09/05/2017

**ANEXO E: CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL FILTRO CERÁMICO DE TIERRA DE DIATOMEAS**

## VISTA FRONTAL CORTE A-A'



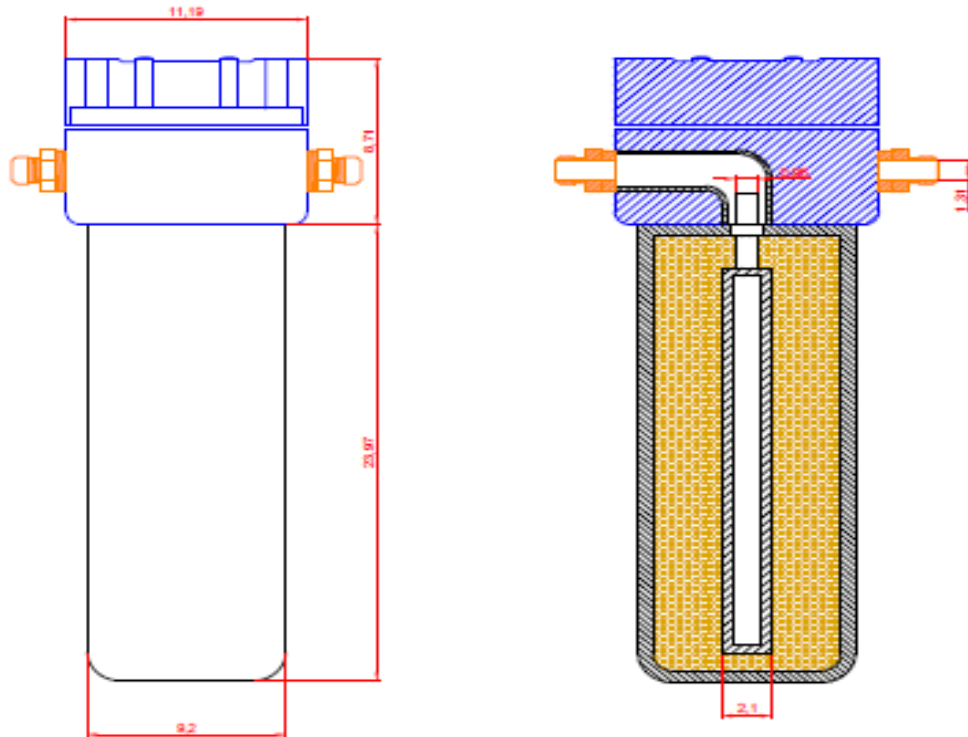
## VISTA SUPERIOR



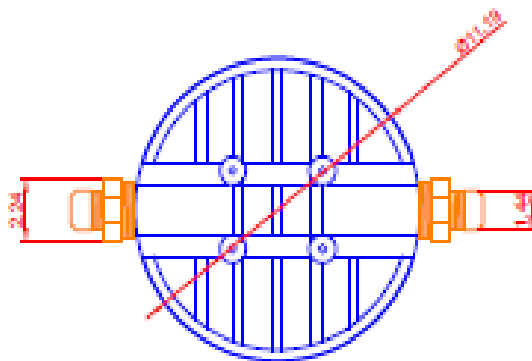
NOTA	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL		
Filtro de Tierra de Diatomeas	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> INFORMACIÓN	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  Alulema M; Caiza F	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			4/7	1:2	09/05/2017

**ANEXO F: CORTES Y VISTAS EXTERNA E INTERNA DEL FILTRO DE INTERCAMBIO CATIONICO (ZEOLITA)**

**VISTA FRONTAL CORTE A-A'**



**VISTA SUPERIOR**



NOTA	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL		
Filtro de zeolita	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> INFORMACIÓN	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	LÁMINA	ESCALA	FECHA
		Alulema M; Caiza F	5/7	1:2	09/05/2017

**ANEXO G: UTILIZACION DE LA CABUYA Y EXTRACCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**



a)

b)



c)



d)

NOTA	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL		
a) Separación de terrenos y caminos. b) Siembra y selección de cabuya madura. c) Cortado de hojas y cogollo. d) Recolección de TM..	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> INFORMACIÓN	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  Alulema M; Caiza F	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			2/6	1:2	09/05/2017



**ANEXO H: ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA Y CLARIFICADA**



e)



f)



g)

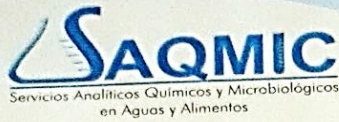


h)

NOTA	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CLARIFICADOR PARA LA BEBIDA DEL TZAWAR MISHKI EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL		
e) Determinación de humedad, pH, °Brix. f) Determinación de viscosidad y densidad. g) Determinación de acidez y dureza. h) Determinación de Ca, Mg.	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> INFORMACIÓN	<b>FACULTAD DE CIENCIAS                      ESCUELA DE INGENIERÍA                      QUÍMICA</b>  Alulema M; Caiza F	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			2/6	1:2	09/05/2017

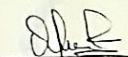



**ANEXO I: ANALISI MICROBIOLÓGICOS DE LA MATERIA PRIMA.**



**EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO 254-16**

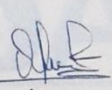

<b>CLIENTE:</b> Sr. Freddy Caiza		
<b>DIRECCIÓN:</b> Ambato		<b>TELÉFONO:</b> 0982749602
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Tzawarmishky		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 15 de noviembre del 2016		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 15 de noviembre del 2016		
<b>EXAMEN FÍSICO</b>		
COLOR: Blanco opalescente		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Homogéneo, libre de material extraño		
<b>PARÁMETROS</b>		
<b>MÉTODO</b>		
<b>RESULTADO</b>		
<i>Coliformes totales UFC/g</i>	NTE INEN 1529-7	7.9 x 10 <sup>3</sup>
<i>Coliformes fecales UFC/g</i>	NTE INEN 1529-6	Ausencia
<i>Eschericha coli UFC/g</i>	NTE INEN 1529-8	1.0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Mohos y levaduras UFC/g</i>	NTE INEN 1529-10	1.7 x 10 <sup>5</sup>
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 15 de noviembre del 2016		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 22 de noviembre del 2016		
<b>RESPONSABLE:</b>		
 		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
 Contáctanos: 0998580374 - 032942322 ó 0984648617  
 Riobamba – Ecuador

**ANEXO J: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA CLARIFICADA FINAL**

**SAQMIC**  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos


**EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS** CÓDIGO 05-17


CLIENTE: Sr. Freddy Caiza		TELÉFONO:
DIRECCIÓN: Ambato		
TIPO DE MUESTRA: Tzawamishki		
FECHA DE RECEPCIÓN: 05 de mayo del 2017		
FECHA DE MUESTREO: 05 de mayo del 2017		
<b>EXAMEN FISICO</b>		
COLOR: café oscuro		
OLOR: Característico a naranja		
ASPECTO: Homogéneo, libre de material extraño		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
<i>Coliformes totales UFC/ml</i>	NORMA INEN 1529-7	1800
<i>Eschericha coli. UFC/ml</i>	NORMA INEN 1529-8	5
<i>Mohos y levaduras UFC/ml</i>	NORMA INEN 1529-10	4000
<b>OBSERVACIONES:</b>		
FECHA DE ANÁLISIS: 05 de mayo del 2017		
FECHA DE ENTREGA: 11 de mayo del 2017		
<b>RESPONSABLES:</b>		
 		
<p><b>Dra. Gina Álvarez R.</b></p> <p>El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.</p>		

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
 Contáctanos: 0998580374 - 032942322 ó 0984648617  
 Riobamba - Ecuador



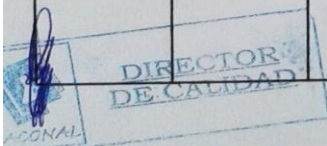
**ANEXO K: ANALISIS DE PARÁMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS GENERAL DE LA MATERIA PRIMA**


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**  
 Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
 Ambato-Ecuador



"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"  
**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**  
**Certificado No:16-363**


Solicitud No: 16-363		R01-5.10 06				
Fecha de recepción: 13 de diciembre de 2016		Pág.: 1 de 2				
Fecha de ejecución de ensayos: 2016-12-14 al 2017-01-05						
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.J./RUC: 1804264214					
Representante: Fredy Geovanny Caiza Pilla	TIF:					
Dirección: Parroquia El Rosario	Celular: 0982749602					
Ciudad: Pelileo	E mail: gtedifer_caiza@live.com					
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Bebida de tzawar mishki	Volúmen: 500 ml					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: botella plástica					
Lote: n/a	No de muestras: una					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 7 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 de diciembre de 2016					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Bebida de tzawar mishki	36316923	Ninguno	*Proteína	AOAC 991.2 Ed 20, 2016	% (Nx6,25)	<b>0,328</b>
			*Humedad	AOAC 920.151 Ed 20, 2016	%	<b>87,6</b>
			*Sólidos Totales	AOAC 920.151 Ed 20, 2016	%	<b>12,4</b>
			*Sólidos Totales disueltos	Método interno	%	<b>0,500</b>
			*Sólidos Totales suspendidos	Método interno	%	<b>11,9</b>
			*Grasa	AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%	<b>0,039</b>
			*pH	AOAC 942.15 Ed 20, 2016 / INEN 389	Unidades de pH	<b>5,60</b>
			*Sólidos solubles	AOAC 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380	°Brix	<b>12</b>
			*Coliformes Totales	PE01-5.4-MB AOAC R.L.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/ml	<b>2,3x10<sup>5</sup></b>
			*E. Coli	PE01-5.4-MB AOAC R.L.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/ml	<b>1,9x10<sup>2</sup></b>
			Mohos	PE02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/ml	<b>&lt; 10</b>
			Levaduras	PE02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/ml	<b>&lt; 10</b>
			*Carbohidratos Totales	Cálculo	%	<b>11,3</b>
			*Energía	Cálculo	kJ/100 g	<b>195</b>
		kcal/100 g	<b>47</b>			
*Cenizas	AOAC 923.03	%	<b>0,77</b>			



Certificado No:16-363 Pág. 2 de 2

Bebida de tzawar mishki	36316923	Ninguno	§*Calcio	APHA 4500-Ca	mg/100 g	<b>2931,57</b>
			§*Potasio	APHA 3500-K	mg/100 g	<b>11,543</b>
			§*Fósforo	Pearson	mg/100 g	<b>150,92</b>
			§*Hierro	AOAC 944.02	mg/100 g	<b>2,565</b>

Conds. Ambientales: 18,6 °C; 46%HR  
 Nota: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
 El análisis de sólidos totales suspendidos fue realizado con una membrana de porosidad de 90 µm.  
 Los análisis subcontratados marcados con §<sup>a</sup> no forman parte del alcance de acreditación de LACONAL y fueron suministrados por el Laboratorio MULTIANALITYCA, que no está acreditado para realizar dichas actividades.

  
**Ing. Gladys Risueño**  
 Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.  
 "La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

**NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS  
(CODEX STAN 247-2005)**

**1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Norma se aplica a todos los productos que se definen en la Sección 2.1 *infra*.

**2. DESCRIPCIÓN**

**2.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

**2.1.1 Zumo (jugo) de fruta**

Por zumo (jugo) de fruta se entiende el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

Algunos zumos (jugos) podrán elaborarse junto con sus pepitas, semillas y pieles, que normalmente no se incorporan al zumo (jugo), aunque serán aceptables algunas partes o componentes de pepitas, semillas y pieles que no puedan eliminarse mediante las buenas prácticas de fabricación (BPF).

Los zumos (jugos) se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los zumos (jugos) de la fruta de que proceden. Podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos<sup>1</sup> de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células<sup>2</sup> obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Un zumo (jugo) de un solo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un zumo (jugo) mixto es el que se obtiene mezclando dos o más zumos (jugos), o zumos (jugos) y purés de diferentes tipos de frutas.

El zumo (jugo) de fruta se obtiene como sigue:

**2.1.1.1 Zumo (jugo) de fruta** exprimido directamente por procedimientos de extracción mecánica.

**2.1.1.2 Zumo (jugo) de fruta a partir de concentrados**, mediante reconstitución del zumo (jugo) concentrado de fruta, tal como se define en la Sección 2.1.2 con agua potable que se ajuste a los criterios descritos en la Sección 3.1.1(c).

<sup>1</sup> Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

<sup>2</sup> En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del zumo (jugo) obtenido del endocarpio.

Esta Norma reemplaza a las normas individuales para zumos (jugos) de frutas y productos afines según se indica a continuación:

Zumos (jugos) de frutas conservados por medios físicos exclusivamente: zumo (jugo) de naranja (CODEX STAN 45-1981), zumo (jugo) de pomelo (CODEX STAN 46-1981), zumo (jugo) de limón (CODEX STAN 47-1981), zumo (jugo) de manzana (CODEX STAN 48-1981), zumo (jugo) de tomate (CODEX STAN 49-1981), zumo (jugo) de uva (CODEX STAN 82-1981), zumo (jugo) de piña (CODEX STAN 85-1981), zumo (jugo) de grosella negra (CODEX STAN 120-1981) y Norma General para zumos (jugos) de frutas no regulados por normas individuales (CODEX STAN 164-1989).

Zumos (jugos) concentrados de frutas conservados por medios físicos exclusivamente: zumo (jugo) concentrado de manzana (CODEX STAN 63-1981), zumo (jugo) concentrado de naranja (CODEX STAN 64-1981), zumo (jugo) concentrado de uva (CODEX STAN 83-1981), zumo (jugo) concentrado y azucarado de uva tipo labrusca (CODEX STAN 84-1981), zumo (jugo) concentrado de grosella negra (CODEX STAN 121-1981) y zumo (jugo) concentrado de piña (CODEX STAN 138-1983).

Zumos (jugos) concentrados de frutas con conservantes destinados a la fabricación: zumo (jugo) concentrado de piña (CODEX STAN 139-1983).

Néctares de frutas conservados por medios físicos exclusivamente: néctares de albaricoque, melocotón y pera (CODEX STAN 44-1981), néctar de guayaba (CODEX STAN 148-1985), néctar no pulposo de grosella negra (CODEX STAN 101-1981), néctares pulposos de algunas frutas pequeñas (CODEX STAN 122-1981), néctares de algunos frutos cítricos (CODEX STAN 134-1981), Norma General para néctares de frutas no regulados por normas individuales (CODEX STAN 161-1989) y productos pulposos líquidos de mango (CODEX STAN 149-1985).

Directrices: Directrices sobre mezclas de zumos (jugos) de frutas (CAC/GL 11-1991) y Directrices sobre mezclas de néctares de frutas (CAC/GL 12-1991).



(e) A reserva de la legislación nacional del país importador, podrá añadirse zumo (jugo) obtenido de *Citrus reticulata* y/o híbridos de *reticulata* al zumo (jugo) de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles de *reticulata* respecto del total de sólidos solubles del zumo (jugo) de naranja.

(f) Podrán añadirse al zumo (jugo) de tomate sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(g) A los efectos de su enriquecimiento, podrán añadirse a los productos definidos en la Sección 2.1 nutrientes esenciales (por ejemplo, vitaminas, minerales). Esa adición deberá ajustarse a los textos de la Comisión del Codex Alimentarius establecidos para este fin.

### 3.2 CRITERIOS DE CALIDAD

Los zumos (jugos) y néctares de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del zumo (jugo) del mismo tipo de fruta de la que proceden.

La fruta no deberá retener más agua como resultado de su lavado, tratamiento con vapor u otras operaciones preparatorias que la que sea tecnológicamente inevitable.

### 3.3 AUTENTICIDAD

Se entiende por autenticidad el mantenimiento en el producto de las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de la fruta o frutas de que proceden.

### 3.4 VERIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN, CALIDAD Y AUTENTICIDAD

Los zumos (jugos) y néctares de frutas deberán someterse a pruebas para determinar su autenticidad, composición y calidad cuando sea pertinente y necesario. Los métodos de análisis utilizados deberán ser los establecidos en la Sección 9 – Métodos de análisis y muestreo.

La verificación de la autenticidad /calidad de una muestra puede ser evaluada por comparación de datos para la muestra, generados usando métodos apropiados incluidos en la norma, con aquéllos producidos para la fruta del mismo tipo y de la misma región, permitiendo variaciones naturales, cambios estacionales y por variaciones ocurridas debido a la elaboración/procesamiento.

## 4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

En los alimentos regulados por la presente Norma podrán emplearse los aditivos alimentarios que figuran en los Cuadros 1 y 2 de la *Norma General para los Aditivos Alimentarios* en las Categorías 14.1.2.1 (Zumos (jugos) de frutas), 14.1.2.3 (Concentrados para zumos (jugos) de frutas), 14.1.3.1 (Néctares de frutas) y 14.1.3.3 (Concentrados para néctares de frutas).

## 5. COADYUVANTES DE ELABORACIÓN - Dosis máxima de uso de acuerdo a las buenas prácticas de fabricación

Función	Sustancia
Antiespumantes	Polidimetilsiloxano <sup>5</sup>
Clarificantes Coadyuvantes de filtración Floculantes	Arcillas adsorbentes (tierras blanqueadoras, naturales o activadas)
	Resinas adsorbentes
	Carbón activado (sólo de origen vegetal)
	Bentonita
	Hidróxido de calcio <sup>6</sup>
	Celulosa
	Quitósán
	Sílice coloidal

<sup>5</sup> 10 mg/l es el límite máximo de residuo del compuesto permitido en el producto final.

<sup>6</sup> Sólo en zumo (jugo) de uva.

Función	Sustancia
	Tierras de diatomeas
	Gelatina (procedente de colágeno de piel)
	Resinas de intercambio iónico (catión y anión)
	Cola de Pescado <sup>7</sup>
	Caolín
	Perlita
	Polivinilpirrolidona
	Cascinato de potasio <sup>7</sup>
	Tartrato de potasio <sup>6</sup>
	Carbonato de calcio precipitado <sup>6</sup>
	Cáscara de arroz
	Silicasol
	Cascinato de sodio <sup>7</sup>
	Dióxido de azufre <sup>6,8</sup>
	Tanino
Preparados enzimáticos <sup>9</sup>	Pectinasas (para la descomposición de la pectina), Proteinasas (para la descomposición de proteínas), Amilasas (para la descomposición del almidón) y Celulasas (uso limitado para facilitar la ruptura de las paredes de las células)
Gas de envasado <sup>10</sup>	Nitrógeno Dióxido de carbono

## 6. CONTAMINANTES

### 6.1 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma deberán cumplir con los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para estos productos.

### 6.2 OTROS CONTAMINANTES

Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma deberán cumplir con los niveles máximos para contaminantes establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para estos productos.

## 7. HIGIENE

7.1 Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del *Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos* (CAC/RCP 1-1969), y otros textos pertinentes del Codex, tales como Códigos de Prácticas y Códigos de Prácticas de Higiene.

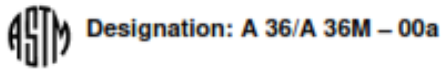
<sup>7</sup> Al utilizar estos coadyuvantes de elaboración deberá tenerse en cuenta su potencial alergénico. Si hubiera cualquier transferencia de estos coadyuvantes de elaboración al producto final, estarán sujetos a la declaración de ingredientes de conformidad con las Secciones 4.2.1.4 y 4.2.4 de la *Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados* (CODEX STAN 1-1985).

<sup>8</sup> 10 mg/l (como SO<sub>2</sub> residual).

<sup>9</sup> Los preparados enzimáticos pueden servir como coadyuvantes de elaboración siempre que no den lugar a una licuefacción total y no repercutan considerablemente en el contenido de celulosa de la fruta elaborada.

<sup>10</sup> Puede utilizarse también, por ejemplo, para conservación.

# ANEXO M: NORMA GENERAL ASTM PARA ACERO INOXIDABLE



## Standard Specification for Carbon Structural Steel<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 36/A 36M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope

1.1 This specification<sup>2</sup> covers carbon steel shapes, plates, and bars of structural quality for use in riveted, bolted, or welded construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 Supplementary requirements are provided for use where additional testing or additional restrictions are required by the purchaser. Such requirements apply only when specified in the purchase order.

1.3 When the steel is to be welded, a welding procedure suitable for the grade of steel and intended use or service is to be utilized. See Appendix X3 of Specification A 6/A 6M for information on weldability.

1.4 For Group 4 and 5 wide flange shapes for use in tension, it is recommended that the purchaser consider specifying supplementary requirements, such as fine austenitic grain size and Charpy V-notch impact testing.

1.5 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system is to be used independently of the other, without combining values in any way.

1.6 The text of this specification contains notes or footnotes, or both, that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

1.7 For plates cut from coiled product, the additional requirements, including additional testing requirements and the reporting of additional test results, of A 6/A 6M apply.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

A 6/A 6M Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling<sup>3</sup>

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys, and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Structural Steel for Bridges, Buildings, Rolling Stock, and Ships.

Current edition approved Sept 10, 2000. Published November 2000. Originally published as A 36 – 60 T. Last previous edition A 36/A 36M – 00.

<sup>2</sup> For ASME Boiler and Pressure Vessel Code Applications, see related Specifications SA-36 in Section II of that Code.

<sup>3</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.04.

A 27/A 27M Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application<sup>4</sup>

A 307 Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 psi Tensile Strength<sup>5</sup>

A 325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints<sup>5</sup>

A 325M Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints [Metric]<sup>5</sup>

A 500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes<sup>6</sup>

A 501 Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing<sup>6</sup>

A 502 Specification for Steel Structural Rivets<sup>5</sup>

A 563 Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts<sup>5</sup>

A 563M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]<sup>5</sup>

A 570/A 570M Specification for Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot-Rolled, Structural Quality<sup>7</sup>

A 668/A 668M Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use<sup>8</sup>

F 568M Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners<sup>5</sup>

### 3. Appurtenant Materials

3.1 When components of a steel structure are identified with this ASTM designation but the product form is not listed in the scope of this specification, the material shall conform to one of the standards listed in Table 1 unless otherwise specified by the purchaser.

### 4. General Requirements for Delivery

4.1 Material furnished under this specification shall conform to the requirements of the current edition of Specification A 6/A 6M, for the ordered material, unless a conflict exists in which case this specification shall prevail.

4.1.1 Coiled product is excluded from qualification to this specification until decoiled, levelled, and cut to length. Plates produced from coil means plates that have been cut to individual lengths from a coiled product and are furnished

<sup>4</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.02.

<sup>5</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 15.05.

<sup>6</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.01.

<sup>7</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.03.

<sup>8</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.05.



**A 36/A 36M**

**TABLE 1 Appurtenant Material Specifications**

Note 1—The specifier should be satisfied of the suitability of these materials for the intended application. Chemical composition and/or mechanical properties may be different than specified in A 36/A 36M.

Material	ASTM Designation
Steel rivets	A 502, Grade 1
Bolts	A 307, Grade A or F 568M, Class 4.6
High-strength bolts	A 325 or A 325M
Steel nuts	A 563 or A 563M
Cast steel	A 27/A 27M, Grade 65–35 [450–240]
Forgings (carbon steel)	A 668, Class D
Hot-rolled sheets and strip	A 570/A 570M, Grade 36
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501
Anchor bolts	F 1554

without heat treatment. The processor decoils, levels, cuts to length, and marks the product. The processor is responsible for performing and certifying all tests, examinations, repairs, inspections or operations not intended to affect the properties of the material. For plates produced from coils, two test results shall be reported for each qualifying coil. See Note 1.

Note 1—Additional requirements regarding plate from coil are described in Specification A 6/A 6M.

**5. Bearing Plates**

5.1 Unless otherwise specified, plates used as bearing plates for bridges shall be subjected to mechanical tests and shall conform to the tensile requirements of Section 8.

5.2 Unless otherwise specified, mechanical tests shall not be required for plates over 1½ in. [40 mm] in thickness used as bearing plates in structures other than bridges, subject to the requirement that they shall contain 0.20 to 0.33 % carbon by heat analysis, that the chemical composition shall conform to the requirements of Table 2 in phosphorus and sulfur content, and that a sufficient discard shall be made to secure sound plates.

**6. Materials and Manufacture**

6.1 The steel for plates and bars over ½ in. [12.5 mm] in thickness and shapes other than Group 1 shall be semi-killed or killed.

**7. Chemical Composition**

7.1 The heat analysis shall conform to the requirements prescribed in Table 2, except as specified in 5.2.

7.2 The steel shall conform on product analysis to the requirements prescribed in Table 2, subject to the product analysis tolerances in Specification A 6/A 6M.

**8. Tension Test**

8.1 The material as represented by the test specimen, except as specified in 5.2 and 8.2, shall conform to the requirements as to the tensile properties prescribed in Table 3.

8.2 Shapes less than 1 in.<sup>2</sup>[645 mm<sup>2</sup>] in cross section and bars, other than flats, less than ½ in. [12.5 mm] in thickness or diameter need not be subjected to tension tests by the manufacturer, provided that the chemical composition used is appropriate for obtaining the tensile properties in Table 3.

**TABLE 2 Chemical Requirements**

Note 1— Where “...” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	Shapes <sup>A</sup>	Plates <sup>B</sup>					Bars			
		To ½ [20], Incl	Over ½ to 1½ [20 to 40], Incl	Over 1½ to 2½ [40 to 65], Incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], Incl	Over 4 [100]	To ½ [20], Incl	Over ½ to 1½ [20 to 40], Incl	Over 1½ to 4 [100], Incl	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max. %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	—	—	0.80–1.20	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	—	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max. %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max. %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min. % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

<sup>A</sup> Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

<sup>B</sup> For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.



# ANEXO N: NORMA ASTM PARA CONTRUCCION DE TUBOS Y LAINAS DE ACERO INOXIDABLE



Designation: A 312/A 312M – 01a

An American National Standard  
Used in USDOE-NE standards

## Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 312/A 312M, the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

### 1. Scope

1.1 This specification<sup>2</sup> covers seamless, straight-seam welded, and heavily cold worked welded austenitic stainless steel pipe intended for high-temperature and general corrosive service.

NOTE 1—When the impact test criterion for a low-temperature service would be 15 ft-lbf [20 J] energy absorption or 15 mils [0.38 mm] lateral expansion, some of the austenitic stainless steel grades covered by this specification are accepted by certain pressure vessel or piping codes without the necessity of making the actual test. For example, Grades TP304, TP304L, and TP347 are accepted by the ASME Pressure Vessel Code, Section VIII Division 1, and by the Chemical Plant and Refinery Piping Code, ANSI B31.3, for service at temperatures as low as  $-425^{\circ}\text{F}$  [ $-250^{\circ}\text{C}$ ] without qualification by impact tests. Other AISI stainless steel grades are usually accepted for service temperatures as low as  $-325^{\circ}\text{F}$  [ $-200^{\circ}\text{C}$ ] without impact testing. Impact testing may, under certain circumstances, be required. For example, materials with chromium or nickel content outside the AISI ranges, and for material with carbon content exceeding 0.10 %, are required to be impact tested under the rules of ASME Section VIII Division 1 when service temperatures are lower than  $-50^{\circ}\text{F}$  [ $-45^{\circ}\text{C}$ ].

1.2 Grades TP304H, TP309H, TP309HCb, TP310H, TP310HCb, TP316H, TP321H, TP347H, and TP348H are modifications of Grades TP304, TP309Cb, TP309S, TP310Cb, TP310S, TP316, TP321, TP347, and TP348, and are intended for high-temperature service.

1.3 Optional supplementary requirements are provided for pipe where a greater degree of testing is desired. These supplementary requirements call for additional tests to be made and, when desired, one or more of these may be specified in the order.

1.4 Table X1.1 lists the standardized dimensions of welded and seamless stainless steel pipe as shown in ANSI B36.19. These dimensions are also applicable to heavily cold worked pipe. Pipe having other dimensions may be furnished provided such pipe complies with all other requirements of this specification.

1.5 Grades TP321 and TP321H have lower strength requirements for pipe manufactured by the seamless process in nominal wall thicknesses greater than  $\frac{3}{8}$  in. [9.5 mm].

1.6 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in nonconformance with the specification. The inch-pound units shall apply unless the "M" designation of this specification is specified in the order.

NOTE 2—The dimensionless designator NPS (nominal pipe size) has been substituted in this standard for such traditional terms as "nominal diameter," "size," and "nominal size."

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

- A 262 Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels<sup>3</sup>
- A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products<sup>3</sup>
- A 450/A 450M Specification for General Requirements for Carbon, Ferritic Alloy, and Austenitic Alloy Steel Tubes<sup>4</sup>
- A 941 Terminology Relating to Steel, Stainless Steel, Related Alloys, and Ferroalloys<sup>4</sup>
- A 999/A 999M Specification for General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe<sup>4</sup>
- E 112 Test Methods for Determining the Average Grain Size<sup>5</sup>
- F 381 Method of Macroetch Testing Steel Bars, Billets, Blooms, and Forgings<sup>5</sup>
- E 527 Practice for Numbering Metals and Alloys (UNS)<sup>4</sup>

#### 2.2 ANSI Standards:<sup>6</sup>

- B1.20.1 Pipe Threads, General Purpose
- B36.10 Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
- B36.19 Stainless Steel Pipe

#### 2.3 ASME Standard:

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.10 on Stainless and Alloy Steel Tubular Products.

Current edition approved Sept. 10, 2001. Published December 2001. Originally published as A 312 – 48 T. Last previous edition A 312/A 312M – 01.

<sup>2</sup> For ASME Boiler and Pressure Vessel Code applications see related Specification SA-312 in Section II of that Code.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

<sup>5</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

<sup>6</sup> Available from American National Standards Institute, 11 West 42nd St., 13th Floor, New York, NY 10036.

**ASTM A 312/A 312M**

specified length and not more than 1/4 in. [6 mm] over that specified.

13.1.3 No jointers are permitted unless otherwise specified.

**14. Workmanship, Finish, and Appearance**

14.1 The finished pipes shall be reasonably straight and shall have a workmanlike finish. Imperfections may be removed by grinding, provided the wall thicknesses are not decreased to less than that permitted in Section 9 of Specification A 999/A 999M.

**15. Repair by Welding**

15.1 For welded pipe whose diameter equals or exceeds NPS 6, and whose nominal wall thickness equals or exceeds 0.200, weld repairs made with the addition of compatible filler metal may be made to the weld seam with the same procedures specified for plate defects in the section on Repair by Welding of Specification A 999/A 999M.

15.2 Weld repairs of the weld seam shall not exceed 20 % of the seam length.

15.3 Weld repairs shall be made only with the gas tungsten-arc welding process using the same classification of bare filler rod qualified to the most current AWS Specification A5.9 as the grade of stainless steel pipe being repaired and as shown in Table 5. Alternatively, subject to approval by the purchaser, weld repairs shall be made only with the gas tungsten-arc welding process using a filler metal more highly alloyed than the base metal when needed for corrosion resistance or other properties.

15.4 Pipes that have had weld seam repairs with filler metal shall be uniquely identified and shall be so stated and identified on the certificate of tests. When filler metal other than that listed in Table 5 is used, the filler metal shall be identified on the certificate of tests.

**TABLE 5 Pipe and Filler Metal Specification**

Pipe Grade	Filler Metal		
	UNS Designation	AWS A5.9 Class	UNS Designation
TP304	S30400	ER308	S30800, W30840
TP304L	S30403	ER308L	S30803, W30843
TP304N	S30451	ER308	S30800, W30840
TP304LN	S30453	ER308L	S30803, W30843
TP304H	S30409	ER308	S30800, W30840
TP309Cb	S30940	...	...
TP309S	S30908	...	...
TP310Cb	S31040	...	...
TP310S	S31008	...	...
	S31272	...	...
TP316	S31600	ER316	S31600, W31640
TP316L	S31603	ER316L	S31603, W31643
TP316N	S31651	ER316	S31600, W31640
TP316LN	S31653	ER316L	S31603, W31643
TP316H	S31609	ER316H	S31600, W31640
TP321	S32100	ER321	S32100, W32140
		ER347	S34700, W34740
TP347	S34700	ER347	S34700, W34740
TP348	S34800	ER347	S34700, W34740
TPXM-19	S22100	ER209	S20900, W32240
TPXM-29	S28300	ER240	S23900, W32440
...	N08367	...	N06625
...	S20400	ER209	S20900, W32240
...	N08026	...	N06625

**16. Certification**

16.1 In addition to the information required by Specification A 999/A 999M, the certification shall state whether or not the material was hydrostatically tested. If the material was nondestructively tested, the certification shall so state and shall show which standard practice was followed and what reference discontinuities were used.

**17. Marking**

17.1 In addition to the marking specified in Specification A 999/A 999M, the marking shall include the NPS (nominal pipe size) or outside diameter and schedule number or average wall thickness, heat number, and NH when hydrotesting is not performed and ET when eddy-current testing is performed or UT when ultrasonic testing is performed. The marking shall also include the manufacturer's private identifying mark, the marking requirement of 12.3, if applicable, and whether seamless (SML), welded (WLD), or heavily cold-worked (HCW). For Grades TP304H, TP316H, TP321H, TP347H, TP348H, and S30815, the marking shall also include the heat number and heat-treatment lot identification. If specified in the purchase order, the marking for pipe larger than NPS 4 shall include the weight.

**18. Government Procurement**

*18.1 Scale Free Pipe for Government Procurement:*

18.1.1 When specified in the contract or order, the following requirements shall be considered in the inquiry, contract or order, for agencies of the U.S. Government where scale free pipe or tube is required. These requirements shall take precedence if there is a conflict between these requirements and the product specifications.

18.1.2 The requirements of Specification A 999/A 999M for pipe and Specification A 450/A 450M for tubes shall be applicable when pipe or tube is ordered to this specification.

18.1.3 Pipe and tube shall be one of the following grades as specified herein:

Grade	UNS Designation
TP304	S30400
TP304L	S30403
TP304N	S30451
TP316	S31600
TP316L	S31603
TP316N	S31651
TP317	S31700
TP317L	S31703
TP321	S32100
TP347	S34700

*18.1.4 Part Number:*

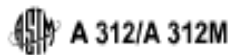
*Example: ASTM A 312/A 312M Pipe 304 NPS 12 SCH 40S SMLS*

Specification Number	ASTM A 312
Pipe	P
Grade	304
NPS	12
Wall	0.375
SMLS OR WELDED	SML

*18.1.4.1*

Specification Number	ASTM A 312
----------------------	------------

CONTINUACIÓN DEL ANEXO N



APPENDIX

(Nonmandatory Information)

X1. DIMENSIONS OF WELDED AND SEAMLESS STAINLESS STEEL PIPE

X1.1 Table X1.1 is based on Table number 1 of the American National Standard for stainless steel pipe (ANSI B36.19).

TABLE X1.1 Dimensions of Welded and Seamless Stainless Steel Pipe

NOTE 1—The decimal thickness listed for the respective pipe sizes represents their nominal or average wall dimensions.

NPS Designator	Outside Diameter		Nominal Wall Thickness							
	in.	mm	Schedule 5S <sup>A</sup>		Schedule 10S <sup>A</sup>		Schedule 40S		Schedule 80S	
			in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
1/8	0.405	10.29	...	...	0.049	1.24	0.068	1.73	0.095	2.41
1/4	0.540	13.72	...	...	0.065	1.65	0.088	2.24	0.119	3.02
3/8	0.675	17.15	...	...	0.065	1.65	0.091	2.31	0.126	3.20
1/2	0.840	21.34	0.065	1.65	0.083	2.11	0.109	2.77	0.147	3.73
3/4	1.050	26.67	0.065	1.65	0.083	2.11	0.113	2.87	0.154	3.91
1.0	1.315	33.40	0.065	1.65	0.109	2.77	0.133	3.38	0.179	4.55
1 1/4	1.660	42.18	0.065	1.65	0.109	2.77	0.140	3.56	0.191	4.85
1 1/2	1.900	48.26	0.065	1.65	0.109	2.77	0.145	3.68	0.200	5.08
2	2.375	60.33	0.065	1.65	0.109	2.77	0.154	3.91	0.218	5.54
2 1/2	2.875	73.03	0.083	2.11	0.120	3.05	0.203	5.16	0.276	7.01
3	3.500	88.90	0.083	2.11	0.120	3.05	0.216	5.49	0.300	7.62
3 1/2	4.000	101.60	0.083	2.11	0.120	3.05	0.226	5.74	0.318	8.08
4	4.500	114.30	0.083	2.11	0.120	3.05	0.237	6.02	0.337	8.58
5	5.563	141.30	0.109	2.77	0.134	3.40	0.258	6.55	0.375	9.52
6	6.625	168.28	0.109	2.77	0.134	3.40	0.280	7.11	0.432	10.97
8	8.625	219.08	0.109	2.77	0.148	3.76	0.322	8.18	0.500	12.70
10	10.750	273.05	0.134	3.40	0.165	4.19	0.365	9.27	0.500 <sup>B</sup>	12.70 <sup>B</sup>
12	12.750	323.85	0.156	3.96	0.180	4.57	0.375 <sup>B</sup>	9.52 <sup>B</sup>	0.500 <sup>B</sup>	12.70 <sup>B</sup>
14	14.000	355.60	0.156	3.96	0.188 <sup>B</sup>	4.78 <sup>B</sup>	...	...	...	...
16	16.000	406.40	0.165	4.19	0.188 <sup>B</sup>	4.78 <sup>B</sup>	...	...	...	...
18	18.000	457.20	0.165	4.19	0.188 <sup>B</sup>	4.78 <sup>B</sup>	...	...	...	...
20	20.000	508.00	0.188	4.78	0.218 <sup>B</sup>	5.54 <sup>B</sup>	...	...	...	...
22	22.000	558.80	0.188	4.78	0.218 <sup>B</sup>	5.54 <sup>B</sup>	...	...	...	...
24	24.000	609.60	0.218	5.54	0.250	6.35	...	...	...	...
30	30.000	762.00	0.250	6.35	0.312	7.92	...	...	...	...

<sup>A</sup> Schedules 5S and 10S wall thicknesses do not permit threading in accordance with the American National Standard for Pipe Threads (ANSI B1.20.1).

<sup>B</sup> These do not conform to the American National Standard for Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (ANSI B36.10–1979).

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM of the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).