



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

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN  
DE LECHE DE SOYA EN POLVO PARA LA EMPRESA  
PRODUCTOS LÁCTEOS “LA HERENCIA””**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: MARITZA ANABEL MÉNDEZ SILVA**

**TUTORA: ING. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA**

Riobamba-Ecuador

2018

**©2018, Maritza Anabel Méndez Silva**

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 INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Proyecto técnico: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE LECHE DE SOYA EN POLVO PARA LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS “LA HERENCIA””, de responsabilidad de la señorita Maritza Anabel Méndez Silva, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mayra Paola Zambrano Vinueza

**DIRECTORA DE TRABAJO**

**DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

Ing. Zoila Valeria Tapia González

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

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

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

Riobamba, 12 de diciembre del 2018.

Maritza Anabel Méndez Silva

Cedula de Identidad: 060506553-1

Yo, Maritza Anabel Méndez Silva soy responsable 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.

---

Maritza Anabel Méndez Silva

## **DEDICATORIA**

Al culminar una etapa de mi vida quiero dedicar mi esfuerzo a mi hija Aitana Colcha y mi gran amor William Colcha por darme las fuerzas para seguir adelante y no desmayar en transcurso del tiempo.

De igual forma, dedico este Trabajo de titulación a la memoria de mi querida madre y abuelita la cual estoy segura que me acompañan siempre en cada logro de mi vida. A la vez a mi padre y mis hermanas por el apoyo incondicional y su gran amor.

A mi escuela Ingeniería Química que me brindo sus aulas para la culminación de mis estudios profesionales para poder formarme como estudiante y a todos los maestros que supieron brindándome sus conocimientos.

Maritza Méndez

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida, bendecirme, cuidarme, brindarme su infinito amor y haberme permitido llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional. A mi familia por ser el pilar fundamental, por sus consejos, sus valores. Al sr. Pablo García por tenerme paciencia y ayudarme con este trabajo de titulación.

También un profundo agradecimiento a quienes me han ayudado y encaminado durante este proceso con gran paciencia y sabiduría a las ingenieras, Mayra Zambrano y Valeria Tapia.

Maritza Méndez

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. DIAGNOSTICO Y DEFINICION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Identificación del problema .....	1
1.2 Justificación del proyecto .....	1
1.3 Línea base del proyecto.....	2
1.3.1 Antecedentes de la empresa.....	2
1.3.2 Marco conceptual.....	3
1.3.2.1. Soya.....	3
1.3.2.2. Leche de soya .....	5
1.4 Beneficiarios directos e indirectos.....	6
1.4.1. Beneficiarios Directos .....	6
1.4.2. Beneficiarios Indirectos .....	7
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>8</b>
2.1 General.....	8
2.2 Específicos.....	8
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3 ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>9</b>
3.1 Localización del Proyecto .....	9
3.2 Ingeniería del Proyecto .....	10
3.2.1. Tipo de estudio.....	10
3.2.2. Metodología.....	10
3.2.3. Métodos y Técnicas .....	10
3.2.3.1. Métodos.....	10
3.2.3.2. Técnicas .....	11
3.2.4.Procedimiento a nivel de laboratorio .....	16
3.2.4.1. Recepción de materia prima.....	16
3.2.4.2. Caracterización de la materia prima .....	17
3.2.4.3. Proceso de obtención de leche de soya en polvo a nivel de laboratorio.....	17
3.2.4.4. Variables y operaciones del proceso.....	20
3.2.5.Balance de masa y energía.....	20
3.2.5.1. Balances de masa.....	20

3.2.5.2. <i>Balance de energía</i> .....	26
<b>3.2.6. Dimensionamiento de equipos</b> .....	<b>29</b>
3.2.6.1. <i>Tanque de Lavado</i> .....	29
3.2.6.2. <i>Tanque de hidratación</i> .....	32
3.2.6.3. <i>Diseño del sistema de extracción</i> .....	33
3.2.6.4. <i>Diseño de secado por aspersion</i> .....	40
<b>3.2.7. Resultados</b> .....	<b>54</b>
3.2.7.1. <i>Resultados de la validación del producto</i> .....	54
3.2.7.2. <i>Propuesta de diseño de equipos</i> .....	55
<b>3.2.8. Proceso de producción</b> .....	<b>57</b>
3.2.8.1. <i>Materia prima e insumos</i> .....	57
3.2.8.2. <i>Diagrama del proceso</i> .....	57
3.2.8.3. <i>Distribución de la planta</i> .....	58
3.2.8.4. <i>Capacidad de producción</i> .....	59
<b>3.3 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria</b> .....	<b>60</b>
3.3.1. <i>Requerimientos de Equipos</i> .....	60
3.3.2. <i>Requerimientos para el funcionamiento del proceso</i> .....	62
<b>3.4 Análisis de Costo/beneficio del proyecto</b> .....	<b>62</b>
3.4.1. <i>Presupuesto</i> .....	62
3.4.2. <i>Análisis costo-beneficio</i> .....	66
<b>3.5 Cronograma de ejecución del proyecto.</b> .....	<b>67</b>
<b>ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Composición de la leche de soya sabor a vainilla .....	5
<b>Tabla 1-3:</b> Coordenadas Geográficas de la Empresa Láctea “La Herencia” .....	9
<b>Tabla 2-3:</b> Parámetros Norma Para Productos Proteínicos de Soja. ....	12
<b>Tabla 3-3:</b> Determinación de humedad .....	12
<b>Tabla 4-3:</b> Determinación de proteína.....	13
<b>Tabla 5-3:</b> Determinación de cenizas .....	13
<b>Tabla 6-3:</b> Determinación de fibra cruda.....	14
<b>Tabla 7-3:</b> Determinación de grasa .....	15
<b>Tabla 8-3:</b> Determinación de Mohos y levaduras.....	15
<b>Tabla 9-3:</b> Resultados de caracterización de materia prima. ....	17
<b>Tabla 10-3:</b> Variables y operaciones del proceso de obtención de leche de soya en polvo .....	20
<b>Tabla 11-3:</b> Datos de diámetro de grano de soya .....	32
<b>Tabla 12-3:</b> Constantes de accesorios utilizados en el diseño .....	52
<b>Tabla 13-3:</b> Resultados de análisis proximal del producto .....	54
<b>Tabla 14-3:</b> Resultados de análisis microbiológico del producto .....	55
<b>Tabla 15-3:</b> Resultados dimensionamiento tanque de lavado.....	55
<b>Tabla 16-3:</b> Resultados dimensionamiento tanque de hidratación.....	55
<b>Tabla 17-3:</b> Resultados dimensionamiento sistema de extracción.....	56
<b>Tabla 18-3:</b> Resultados dimensionamiento secado por aspersion.....	56
<b>Tabla 19-3:</b> Materia Prima .....	57
<b>Tabla 20-3:</b> Insumos .....	57
<b>Tabla 21-3:</b> Requerimientos para la implementación del proceso de obtención de leche de soya en polvo .....	61
<b>Tabla 22-3:</b> Requerimientos para el funcionamiento del proceso.....	62
<b>Tabla 23-3:</b> Costos para la implementación del proceso de obtención de leche de soya en polvo .....	62
<b>Tabla 24-3:</b> Costos de materia prima e insumos.....	63
<b>Tabla 25-3:</b> Costos de mano de obra.....	63
<b>Tabla 26-3:</b> Costos de requerimientos energéticos.....	63
<b>Tabla 27-3:</b> Costos totales.....	64
<b>Tabla 28-3:</b> Egresos mensuales de producción.....	64
<b>Tabla 29-3:</b> Costos de producción.....	64
<b>Tabla 30-3:</b> Calculo del VAN y TIR.....	65

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografía 1-1:</b> Soya .....	3
<b>Fotografía 1-3:</b> Materia prima del proceso (Soya) .....	16
<b>Fotografía 2-3:</b> Grano de soya lavado.....	18
<b>Fotografía 3-3:</b> Hidratación de la soya.....	18
<b>Fotografía 4-3:</b> Extracción de la leche de soya .....	18
<b>Fotografía 5-3:</b> Pesado de maltodextrina .....	19
<b>Fotografía 6-3:</b> Operación de secado por aspersión .....	19
<b>Fotografía 7-3:</b> Leche de soya en polvo.....	19

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-3:</b> Esquema tanque de lavado .....	29
<b>Figura 2-3:</b> Medidas de tanque de lavado .....	31
<b>Figura 3-3:</b> Esquema sistema de extracción. ....	33
<b>Figura 4-3:</b> Esquema cámara de extracción .....	35
<b>Figura 5-3:</b> Esquema tanque tamiz.....	36
<b>Figura 6-3:</b> Esquema cuchillas de extracción.....	37
<b>Figura 7-3:</b> Esquema tanque de reserva de leche de soya líquida.....	40
<b>Figura 8-3:</b> Esquema cámara de secado .....	42
<b>Figura 9-3:</b> Esquema ciclón .....	43
<b>Figura 10-3:</b> Esquema sistema de calefacción.....	50
<b>Figura 11-3:</b> Diagrama de proceso.....	58
<b>Figura 12-3:</b> Capacidad de producción .....	60

## RESUMEN

El objetivo fue diseñar un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productos lácteos “La Herencia”, para ello se realizó la simulación del proceso a escala de laboratorio para definirse el mismo, realizando en primer lugar la caracterización de la materia prima para corroborar que sea la adecuada. El proceso diseñado incluyó la recepción de la materia prima, lavado, hidratado, extracción y secado por aspersion. Luego de obtenerse los datos y variables a controlarse en cada parte del proceso se realizó los cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de cada uno de los equipos que intervienen en el mismo como el equipo de lavado, el tanque de hidratación, el extractor de leche de soya y el secador por aspersion. La validación del proceso se realizó en base a la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto obtenido en la parte experimental y comparándolo con la NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989, que a pesar de no exigir análisis microbiológicos se realizan con el fin de asegurar que no está contaminado con microorganismos patógenos, los resultados indican que son correctos para la validación de este proceso, pues si los comparamos con los parámetros de la norma antes mencionada, los resultados son, la humedad no excede del 10 % (9,16 %), además el contenido de proteína no es menor a 50 % (58,9 %), de igual forma la ceniza no excede del 8 % (5,12%), y por último la cantidad de fibra cruda no excede del 6 % (0,519 %) tal como lo pide la norma. Las variables más importantes identificadas en el proceso son el tiempo de hidratación del grano (24 h), la cantidad de agua para la misma operación (3:1), en la extracción se debe controlar la cantidad de agua para la leche de soya (2:1) y en el secado por aspersion la temperatura en la que se debe dar que esta entre 100 y 115° C. Es necesario que la materia prima receptada sea de buena calidad para aprovechar tiempo y recursos humanos, omitiendo la operación de selección de la misma.

**Palabras clave:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <DISEÑO DE PROCESO>, <LECHE EN POLVO>, <SOYA>, <HIDRATACIÓN>, <EXTRACCIÓN>, <SECADO POR ASPERSIÓN>.

## **ABSTRACT**

The objective was to design an industrial process to obtain soy milk powder for the dairy company "La Herencia", for this purpose, the simulation of the process was developed at laboratory scale to define it, the characterization was carried out of the raw material to corroborate it is appropriated. The designed process included the reception of the raw material, washing, hydration, extraction and spray drying. After obtaining the data and variables to be controlled in each part of the process, the engineering calculations were made for the sizing of each equipment involved in it such us; the washing equipment: the hydration tank, the soy milk extractor and the spray dryer. The validation of the process was carried out based on the physicochemical and microbiological characterization of the product obtained in the experimental part and comparing it with the NORM FOR SOY PROTEIN PRODUCTS. CODEX STAN 175-1989, that despite not requiring microbiological analyzes are carried out in order to ensure that it is not contaminated with pathogenic microorganisms, the results indicate that they are correct for the validation of this process, because if we compare them with the parameters of the aforementioned norm, the results are, the humidity does not exceed 10 % (9.16 %), in addition the protein is not less than 50 % (58.9%), in the same way the ash does not exceed 8 % (5.12 %), and finally the amount of raw fiber does not exceed 6 % (0.519 %) as required by the standard. The most important variables identified in the process are the time of hydration of the grain (24 h), the amount of water for the same operation (3: 1), in the extraction the amount of water for soy milk must be controlled (2: 1) and in spray drying the temperature at which it should be between 100 and 115 ° C. It is necessary that the raw material received is of good quality to take advantage of time and human resources, omitting its selection operation.

**Keywords:** <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <PROCESS DESIGN>, <POWDER MILK>, <SOY>, <HYDRATION>, <EXTRACTION>, <DRYING>.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNOSTICO Y DEFINICION DEL PROBLEMA

### 1.1 Identificación del problema

En la actualidad hay una gran cantidad de personas que tienden a ser intolerantes a la lactosa y por consiguiente no pueden disfrutar de productos que necesariamente utilicen a la leche de vaca como materia prima, existiendo en el mercado alimentos alternativos sin lactosa los cuales van teniendo mayor aceptación al ser consumidos incluso por personas tolerantes a la lactosa. (Rosado, 2016)

Debido a esta esta razón, la Empresa Productos Lácteos “La Herencia” requiere implementar una nueva línea de proceso, incorporando variabilidad en sus productos y sobre todo una alternativa a los consumidores que no pueden o prefieren productos lácteos sin lactosa, por lo que ha pensado obtener leche de soya en polvo, la misma que sería comercializada, generando un ingreso alternativo de dinero a la empresa.

La empresa Productos Lácteos “La Herencia”, ha considerado una alternativa a la leche de soya en polvo, la misma que le permitirá incursionar en un nuevo mercado donde se tenga la rentabilidad y sobre todo la satisfacción de dar solución al problema de muchas personas al no poder consumir leche de vaca, ya que puede ser utilizada como materia prima e insumo en variedad de productos, como por ejemplo en repostería o ser consumida directamente. Se debe tener en cuenta que en la actualidad en la empresa no cuenta con un diseño para dicho producto, ocasionando el interés por el mismo y la apertura para el desarrollo de este proyecto.

### 1.2 Justificación del proyecto

La soya es un grano muy importante que contiene proteína, folatos, vitamina K, calcio, magnesio, hierro y fibra, por esta razón se puede consumir en diferentes formas como leche de soya, carne de soya, salsa de soya entre otros productos que se consume en la alimentación humana. (Tipti, 2017)

Además la soya al ser una fuente de gran cantidad de minerales es beneficio para la salud ayudando a la disminución de los niveles de colesterol, mejora el sistema inmune, protege contra la osteoporosis y reduce el riesgo cardiovascular, por lo que la empresa a más de otorgar productos

a base de leche desea incursionar en un producto similar a base de origen vegetal, dando una alternativa a los consumidores.(Edward, 2011)

Como se sabe la leche de soya no contiene lactosa es por ello que una gran cantidad de personas consume este tipo de alimento para sustituir la leche de origen animal, aprovechando sus valores nutricionales y dando oportunidad a la Empresa de Productos Lácteos “La Herencia” una manera de incorporar a su línea de producción un producto novedoso y sano para sus clientes actuales, ganando mercado en sectores que no consumen su producto tradicional (leche de vaca), otorgando nuevos ingresos a la empresa.

En la actualidad no cuenta con una línea de producción para la obtención de leche de soya en polvo, por lo que se ha visto conveniente realizar el “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE LECHE DE SOYA EN POLVO PARA LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS “LA HERENCIA”, dando la obtención de un producto para su posterior industrialización que afirme la credibilidad, honestidad y crecimiento de la empresa, brindado una variedad con respecto a los demás productos generados por la misma, basada en la NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989.

### **1.3 Línea base del proyecto**

#### ***1.3.1 Antecedentes de la empresa***

La Empresa de Productos Lácteos “LA HERENCIA” abrió sus puertas el 1 de noviembre del año 2007 en la ciudad de Riobamba ubicado específicamente en la calle Junín 16-59 y Quitumbe, sin embargo, la necesidad de ampliar la planta se trasladó hace 5 años (2013) a la Parroquia San Andrés del Cantón Guano, contando actualmente con un área de 322 m<sup>2</sup>. Las instalaciones de la planta incluyen el área de producción, el área de descanso, baños y duchas, vestidores, Almacenamiento de producto, cuarto de máquinas y mantenimiento y por ultimo las oficinas de administración y control de producción.

Los productos que se producían desde el inicio es el queso fresco, mantequilla, crema de leche y mantequilla saborizada o con especias, sin embargo, actualmente la producción de la Empresa de Productos Lácteos “LA HERENCIA”, se orienta sólo al queso fresco, mismo que se comercializa en su mayoría en la costa (Duran-Guayaquil), es así que, por esta razón, se busca el ingreso al mercado con un producto nuevo como la leche de soya en polvo.

La Empresa de Productos Lácteos “LA HERENCIA”, cuenta con todos los permisos necesarios para su funcionamiento correcto, garantizando la calidad en sus productos, como los permisos de ARCSA, Ministerio de Industrias, SRI, Ministerio del Ambiente, diferentes obligaciones tributarias y su Registro Sanitario vigente hasta el año 2023.

### ***1.3.2 Marco conceptual***

#### ***1.3.2.1. Soya***

El grano y planta de la soya puede variar en el tema del crecimiento, ya que puede crecer una altura entre los 20 cm y 1 metro y el tiempo de germinación puede ser de por lo menos 1 día. Las características de las vainas tallos y hojas son variables, pues están cubiertas básicamente por finos pelos de color marrón o gris. Las hojas tienen diferentes formas y caen antes de que maduren las semillas y sus flores nacen cerca de las hojas, tomando una coloración blanca, rosadas o lilas. El grano de la soya se presenta dentro de una vaina pilosa que nacen en grupos de 3 o 5 unidades, mismas que miden entre 3 y 8 cm de largo y albergan hasta 5 semillas de 5 u 11 mm de diámetro.



**Fotografía 1-1:** Soya

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

El consumo de soya se da desde hace mucho tiempo, pues se tiene conocimiento que desde hace 5000 años es consumida por diferentes pueblos, ya que se sabe que posee muchísimos beneficios para la salud del cuerpo, pues al ser rica en proteína, lo hace ideal para el menú de vegetarianos y consumidores regulares. En Europa, la soya fue introducida por primera en el año de 1712, pero no fue sino en el año de 1804 que se realizó el primer cultivo de este grano en el continente americano. (Romero, Ruz & González, 2013)

La soya como se conoce actualmente es un producto altamente nutritivo, ya que contiene un 36 % de proteínas, adicionalmente posee en gran cantidad aminoácidos esenciales como la

metionina, también cuenta con 9% de fibra y 30% de carbohidratos, además cuenta con un 20% de lípidos, por lo que, se utiliza en la industria para la extracción de aceite.

Al ser este alimento rico en proteína de muy buena calidad, muchos de sus derivados se consumen para sustituir productos cárnicos, pues aporta con 8 aminoácidos esenciales en la dieta de adultos. (Moreno, 2008)

### **Beneficios de consumir soya**

Los beneficios del consumo de soya son muchos, pues al ser una fuente de energía aporta con 450 calorías por cada 100 g, de igual forma su aceite contiene gran cantidad de proteína, además posee gran cantidad de fibra dietética, grasas, vitaminas y calcio, por lo que ayuda al fortalecimiento del sistema óseo, aumentando su densidad, gracias a las isoflavonas presentes.

Otro de los beneficios encontrados en el consumo habitual de la soya es la ayuda contra la diabetes tipo 2, pues aumenta el metabolismo y por ende la producción de insulina, además ayuda en la circulación del cuerpo humano, pues puede reducir en un 20 % el colesterol presente en la sangre. (Moreno, 2008) Además la soya al contener los 9 aminoácidos esenciales para el cuerpo, ayuda a mantener el índice glicémico bajo control y a controlar las enfermedades del corazón y riñones en pacientes con esta enfermedad. (Roco, 2018)

Entre otros múltiples beneficios, la soya al ser una fuente de fibra dietética, como se mencionó anteriormente, ayuda considerablemente al proceso digestivo, previniendo enfermedades relacionado con el mismo.

Según varias fuentes se han registrado muchos estudios del uso de la soya en la medicina natural en China, Egipto y Mesopotamia, mismos que aseguran que este grano posee propiedades antibióticas ideales para el tratamiento de heridas y conjuntamente reducir la hinchazón. (Romero, Ruz & González, 2013)

Aunque no haya comprobación científica de que la lecitina de soya pueda controlar el colesterol plasmático, sin embargo, está compuesto endógeno es considerada y buscada por los consumidores para utilizarlo como suplemento alimenticio, además la soya como tal cuenta con una gran cantidad de fibra dietética, hidratos de carbono y proteínas vegetales que ayudan en gran parte de los procesos regenerativos (Zudaire, 2014)

### 1.3.2.2. Leche de soya

La leche de soya es un derivado del grano de soya que se obtiene luego de remojarlo, tritararlo y filtrarlo. Actualmente es utilizado como un sustituto de la leche de vaca al no contener lactosa, pues muchos consumidores son intolerantes a la misma. Además de no contener lactosa es rico en proteínas y aminoácidos esenciales que ayudan al desarrollo normal de niños y adultos, por lo que resulta útil como alimento en la nutrición de niños y adultos.

En el mercado se puede obtener gran variedad de este producto, desde sabores naturales hasta de chocolate y fresa, además su comercialización se realiza por lo general en envases inoculados, para asegurar su calidad por un tiempo mayor, sin embargo, una vez abierta el tiempo de consumo se reduce entre 5 y 7 días en un ambiente refrigerado.

**Tabla 1-1:** Composición de la leche de soya sabor a vainilla

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor por cada 100 gramos</b>
Agua	G	91,32
Energía	Kcal	41
Proteína	G	2,47
Total de lípidos (grasa)	G	1,44
Ceniza	G	0,65
Carbohidratos, por diferencia	G	4,12
Fibra	G	0,4
<b>Minerales</b>		
Calcio, Ca	Mg	123
Hierro, Fe	Mg	0,44
Magnesio, Mg	Mg	16
Potación, K	Mg	123
Sodio, Na	Mg	39
Zinc, Zn	Mg	0,25
Selenio, Se	µg	2,3
<b>Vitaminas</b>		
Riboflavina	Mg	0,21
Total Folato	µg	10
Vitamina B-12	µg	1,23
Vitamina A, IU	IU	206
Vitamina D (D2+D3)	µg	1,2
Vitamina D	IU	49
<b>Lípidos</b>		
Ácidos Grasos totales saturados	G	0,206

**Fuente:** USDA National Nutrient Database for Standard Reference.

### Proceso de obtención de leche de soya

A continuación, se describe de manera breve el proceso más común en la obtención de leche de soya líquida:

- **Limpieza y lavado:**

La limpieza del grano se realiza con ayuda de tamices para separar las impurezas de la misma, utilizando una luz de malla menor al diámetro promedio del grano, evitando pérdidas. Luego se realiza un lavado con agua a temperatura ambiente.

- **Remojo:**

La soya ya limpia y lavada se hidrata por un tiempo que va desde 8 a 24 horas a temperatura ambiente.

- **Molienda:**

La soya se procede a triturar con agua a temperatura ambiente para extraer todo lo necesario.

- **Filtrado:**

Lo obtenido en el paso anterior se debe filtrar para separar los sólidos gruesos y finos de la leche de soya obteniendo un producto libre de impurezas.

- **Envasado:**

Antes de realizar el envasado de la leche de soya líquida se debe inocular las botellas a una temperatura aproximada de 70 °C, para evitar contaminación por microorganismo que dañen el producto.

- **Almacenamiento**

El almacenamiento de la leche de soya se debe realizar a una temperatura aproximada de 4 °C hasta su distribución.

## **1.4 Beneficiarios directos e indirectos**

### ***1.4.1. Beneficiarios Directos***

El beneficiario directo de este proyecto será exclusivamente la empresa láctea “La Herencia”.

#### ***1.4.2. Beneficiarios Indirectos***

Los beneficiarios indirectos con la aplicación de este proyecto serán:

- Las personas intolerantes a la lactosa, obteniendo una nueva alternativa de consumo de leche a más de beneficiosa para su salud.
- Los pobladores de la Parroquia San Andrés, al contar con una nueva alternativa de trabajo que se cree al implementarse el proyecto.
- Los proveedores de materia prima, como agricultores, debido a la implementación de la nueva línea de producción en la empresa.

## **CAPÍTULO II**

### **2 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 General**

- Diseñar un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productos lácteos “La Herencia”

#### **2.2 Específicos**

- Caracterizar la materia prima para el proceso de elaboración de leche de soya en polvo.
- Identificar las variables del proceso de obtención de leche de soya en polvo mediante secado por atomización.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño de los equipos que intervienen en el proceso de obtención del producto.
- Validar el proceso establecido mediante la NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989

## CAPÍTULO III

### 3 ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 Localización del Proyecto

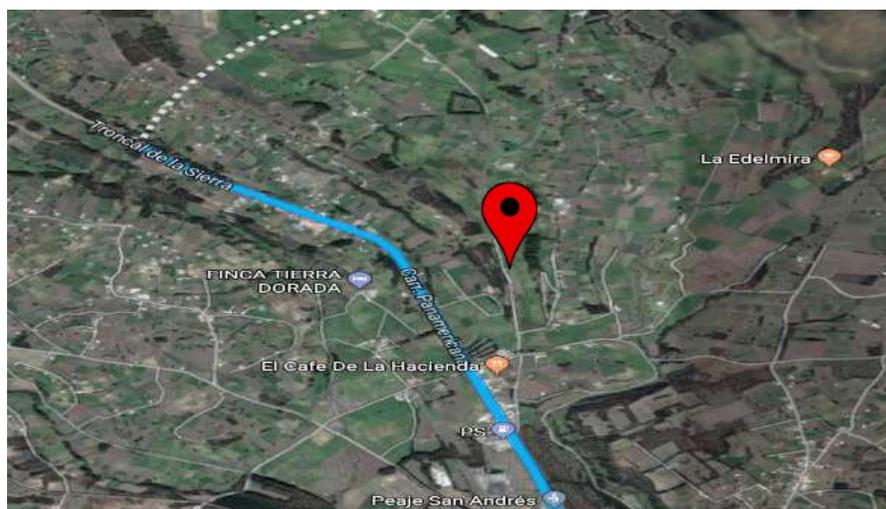
El presente proyecto se implementará en la Empresa Láctea “La Herencia”, ubicada en la Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Parroquia San Andrés, específicamente comunidad Tatacto.

**Tabla 1-3:** Coordenadas Geográficas de la Empresa Láctea “La Herencia”

<b>Longitud</b>	<b>78°43'18.7”</b>
<b>Latitud</b>	<b>1°32'55.1”</b>
<b>Rango altitudinal</b>	<b>3980 m.s.n.m</b>

**Fuente:** Google maps

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.



**Figura 1-3:** Localización de la Industria Láctea “La Herencia”

**Fuente:** Google maps, 2018.

## **3.2 Ingeniería del Proyecto**

### ***3.2.1. Tipo de estudio***

La realización de este proyecto: Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productos lácteos “La Herencia”, es un proyecto tipo técnico, mismo que implica la inclusión de métodos de investigación de tipo deductivo, inductivo y finalmente experimental, para lograr todos los objetivos planteados en el mismo.

### ***3.2.2. Metodología***

La metodología seguida en este trabajo de titulación viene desde la revisión bibliográfica acerca de las características y propiedades de la soya y también del método para la obtención de la leche de soya líquida, métodos para encapsularla y volverla polvo. Luego de obtener la información más relevante para la ejecución del proyecto, se procedió a la parte experimental, en donde se realizó primero una caracterización de la materia prima, misma que se utilizaría luego, pues se realizó a escala de laboratorio la simulación del proceso más adecuado para la obtención del producto final. Mediante la simulación del proceso en el laboratorio de Procesos Industriales de la ESPOCH, se pudo determinar los datos y variables necesarios para el diseño de los equipos que intervienen en el mismo.

A la leche de soya en polvo obtenida mediante un secado por aspersión, se le realizó la caracterización para corroborar que se cumple con la norma establecida para la validación de este proyecto misma que es PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989.

Por último, se realizaron los cálculos ingenieriles para el diseño de cada uno de los equipos necesarios en la obtención de la leche de soya en polvo.

### ***3.2.3. Métodos y Técnicas***

#### ***3.2.3.1. Métodos***

Los métodos utilizados o aplicados en la ejecución de este trabajo de titulación se describen de manera breve a continuación:

- **Método deductivo:** Este proyecto de titulación implicó la aplicación de este método para conocer los métodos más aplicativos en la obtención de leche de soya y su encapsulamiento para llevarlo a polvo, adaptándolo a las necesidades que surgen desde la empresa.
- **Método inductivo:** El método inductivo se aplicó partiendo de hechos centrados ampliándolos a la industrialización, pues de los métodos de la obtención de leche de soya se planteó uno adecuado para cumplir con las necesidades o requerimientos de la empresa para la que se está desarrollando este trabajo de titulación con el fin de obtener resultados favorables.
- **Método experimental:** La aplicación del método experimental se presenta al momento de la simulación a escala de laboratorio del proceso puesto en consideración para la obtención de la leche de soya en polvo.

#### 3.2.3.2. Técnicas

Las técnicas que se incluyen en esta investigación son las necesarias, tanto para la materia prima (grano de soya) y el producto final (leche de soya en polvo), para obtener un producto de calidad, mismo que forman parte de un análisis proximal que incluyen cenizas, proteína, humedad, fibra y grasa. En el caso del producto se considera también, además de los parámetros fisicoquímicos que establece la NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989, un análisis microbiológico para determinar parámetros que incluyen la salmonella, los coliformes totales, mohos y levaduras.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros que se deben controlar para que el producto sea óptimo para el consumo humano:

**Tabla 2-3:** Parámetros Norma Para Productos Proteínicos de Soja.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Humedad	No mayor a 10	%
Proteína cruda	65-90	%
Ceniza	No mayor a 8	%
Grasa	De acuerdo a las buenas prácticas de fabricación	-----
Fibra cruda	No mayor a 6	%

**Fuente:** Norma Para Productos Proteínicos de Soja. Codex Stan 175-1989.

Las técnicas utilizadas para la determinación de estos parámetros tanto en la materia prima como en el producto final se muestran a continuación:

**Tabla 3-3:** Determinación de humedad

<b>Determinación de humedad</b>	
<b>FUNDAMENTO</b>	Es la determinación de agua contenida en la muestra a analizarse.
<b>MATERIALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa</li> <li>• Desecador</li> <li>• Pinzas</li> <li>• Capsula de porcelana</li> <li>• Balanza ultrasensible</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarar la capsula de porcelana y pesarla</li> <li>• Pesar 5 g de muestra y colocarla en la capsula</li> <li>• Ingresar la cápsula en la estufa a 110°C por un lapso de 8-12 horas</li> <li>• Colocar la capsula en el desecador hasta enfriar a temperatura ambiente.</li> <li>• Pesar</li> <li>• Repetir hasta alcanzar un peso constante</li> </ul>

**Fuente:** MOREANO, B., Técnica Guía Laboratorio Análisis Químico Instrumental I, ESPOCH/ 2012

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 4-3:** Determinación de proteína

<b>Determinación de proteína</b>	
<b>FUNDAMENTO</b>	Es la determinación de uno de los nutrientes más importantes dentro de un alimento para la alimentación. La proteína calculada se basa en el contenido de nitrógeno total.
<b>MATERIALES Y REACTIVOS</b>	<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digestor y destilador Kjeldahl</li> <li>• Matraces Kjeldahl</li> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Perlas de ebullición</li> </ul> <p>REACTIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxido de mercurio</li> <li>• Sulfato de potasio</li> <li>• Ac. Sulfúrico 98%</li> <li>• Hidróxido de sodio al 40%</li> <li>• Sulfato de sodio 4%</li> <li>• Solución indicadora Ac. Bórico</li> <li>• Ac. Clorhídrico 0.1 N</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 1 g de la muestra y colocarla en el matraz del equipo</li> <li>• Agregar 10 g de sulfato de potasio, 0,7 g de óxido de mercurio y 20 ml de Ac. Sulfúrico.</li> <li>• Colocar el matraz en el digestor y calentarlo por 30 min</li> <li>• Dejar enfriar y añadir 90 ml de agua destilada además de 25 ml de solución de sulfato de sodio.</li> <li>• Agregar la perla de ebullición y 80 ml de hidróxido de sodio en solución al 40%</li> <li>• Destilar</li> <li>• Titular con la solución de Ac. Clorhídrico.</li> <li>• Hacer los cálculos</li> </ul>

Fuente: FAO- Italia, 1993.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 5-3:** Determinación de cenizas

<b>Determinación de cenizas</b>	
<b>FUNDAMENTO</b>	Este método se aplica para determinar la cantidad de minerales o material inorgánico en una muestra por medio de la calcinación.
<b>MATERIALES</b>	<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crisol</li> <li>• Mufla</li> <li>• Desecador</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcinar y pesar un crisol hasta peso constante</li> <li>• Colocar 5 g de muestra en el crisol calcinado</li> <li>• Introducir el crisol en la mufla y calcinarlo a una temperatura de 550°C por un tiempo de 12 horas</li> <li>• Enfriarlo en el desecador</li> <li>• Pesar y calcular</li> </ul>

Fuente: FAO- Italia, 1993.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 6-3:** Determinación de fibra cruda

<b>Determinación de fibra cruda</b>	
<b>FUNDAMENTO</b>	La determinación de la fibra cruda se obtiene luego de que se digiere la muestra con diferentes ácidos y calcinar los restos. La diferencia de pesos ayuda a la determinación de la cantidad de fibra en la muestra.
<b>MATERIALES Y REACTIVOS</b>	<p><b>MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mufla</li> <li>• Horno</li> <li>• Desecador</li> <li>• Pissetas</li> <li>• Tapones</li> <li>• Papel filtro</li> <li>• Crisol para filtrar</li> <li>• Embudo Buhner</li> <li>• Matraz kitazato</li> <li>• Matraz de bola fondo</li> </ul> <p><b>REACTIVOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróxido de sodio al 0.31 N</li> <li>• Ac. Sulfúrico 0.25 N</li> <li>• Antiespumante</li> <li>• Alcohol etílico</li> <li>• Ac clorhídrico al 1%</li> <li>• Éter de petróleo</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 3 g de muestra seca y desengrasada y adicionar 200 ml de Ac. Sulfúrico en ebullición</li> <li>• Colocar el condensador y llevarlo a ebullición por media hora moviendo el matraz constantemente.</li> <li>• Precalentar el embudo Buchner con el papel filtro, adicionar la solución y filtrar</li> <li>• Lavar con agua hirviendo al papel filtro</li> <li>• Pasar el residuo a un matraz y añadirle 200 ml de hidróxido de sodio en ebullición por 30 min.</li> <li>• Calentar el crisol con agua caliente y filtrarlo luego de 1 min de reposo</li> <li>• Lavar la muestra con HCl para luego lavarlo tres veces con éter de petróleo</li> <li>• Poner el crisol en el horno a una temperatura de 105°C y luego pasarlo al desecador</li> <li>• Colocar el residuo en una mufla a 550 °C por tres horas, dejarlos enfriar y pesarlos</li> <li>• Calcular</li> </ul>

Fuente: FAO- Italia, 1993.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 7-3:** Determinación de grasa

<b>Determinación de grasa</b>	
<b>FUNDAMENTO</b>	Es la determinación de los lípidos presentes en una muestra de alimento, mediante la extracción del éter de petróleo.
<b>MATERIALES Y REACTIVOS</b>	<p><b>MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extractor Soxhlet</li> <li>• Horno de laboratorio</li> <li>• Desecador</li> <li>• Dedales</li> </ul> <p><b>REACTIVOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éter de petróleo</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secar los matraces en un horno y pesarlos</li> <li>• Pesar en un dedal de extracción una muestra seca del alimento de 3 g</li> <li>• Añadir 2/3 de volumen total de éter de petróleo</li> <li>• Llevar a ebullición con 10 reflujos por cada hora de operación</li> <li>• Destilar el éter contenido</li> <li>• Pesar y calcular</li> </ul>

Fuente: FAO- Italia, 1993.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 8-3:** Determinación de Mohos y levaduras

<b>Determinación de Mohos y levaduras</b>	
<b>FUNDAMENTO</b>	Se trata del conteo de la presencia de colonias de mohos y levaduras en un alimento, mediante la incubación en un medio de cultivo a una temperatura adecuada para este tipo de microorganismo.
<b>MATERIALES Y REACTIVOS</b>	<p><b>MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipetas graduadas</li> <li>• Pipetas Pasteur</li> <li>• Cajas Petri</li> <li>• Cucharas estériles</li> <li>• Incubadora</li> <li>• Baño María con control de temperatura</li> <li>• Portaobjetos y cubreobjetos</li> <li>• Microscopio</li> <li>• Contador de colonias de campo oscuro</li> </ul> <p><b>REACTIVOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorante de lacto fenol azul de algodón</li> <li>• Colorantes para tinción de Gram</li> <li>• Ac. Tartárico al 10%</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 10 g de la muestra en cajas petri</li> <li>• Añadir 90 ml de solución amortiguadora de fosfatos de pH 7.2</li> <li>• Homogeneizar la mezcla por un periodo de 10 segundos.</li> <li>• Tomar 1 ml y ponerlo en un tubo de ensayo con 9 ml de solución amortiguadora</li> <li>• Colocar la mezcla anterior en cajas Petri</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir agar extracto de malta estériles en una temperatura de 45°C</li> <li>• Acidificar</li> <li>• Listo el medio de cultivo incubar hasta 5 días</li> <li>• Realizar la tinción humedad con colorante de lactofenol azul</li> <li>• Realizar la tinción de Gram</li> <li>• Contar las colonias</li> <li>• Informar las unidades formadoras de colonias</li> <li>• Reportar</li> </ul>
--	--

**Fuente:** Camacho, Ortegón, Serrano, Velázquez y Giles, 2009.

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

### **3.2.4. Procedimiento a nivel de laboratorio**

#### **3.2.4.1. Recepción de materia prima**

La cantidad de materia prima para la simulación del proceso a escala de laboratorio se realizó en base a la capacidad de operación del equipo más importante de la operación que es el secado por aspersión, la misma que por estar en un laboratorio de aprendizaje y experimentación su capacidad es de  $2,5 \times 10^{-4}$  Kg/s por lo tanto se seleccionó 1 Kg de grano de soya para empezar por la primera operación del proceso.



**Fotografía 1-3:** Materia prima del proceso (Soya)

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

Cabe recalcar que la soya necesaria para obtener el producto ya sea a nivel de laboratorio como a nivel industrial debe ser de buena calidad, para poder aprovechar tiempo y recursos, exceptuando la operación de selección de materia prima. Si existiese alguna impureza de menor tamaño se eliminaría en la operación de lavado

### 3.2.4.2. Caracterización de la materia prima

Es fundamental realizar la caracterización de la materia prima utilizada en la parte experimental de este proyecto, ya que gracias a ello es posible tomar consideraciones necesarias para diseñar el proceso y determinar las variables que influye en el mismo.

Los resultados obtenidos en este apartado, son el resultado de un análisis físico y un análisis proximal mismo que puede compararse de manera general con la norma NTE INEN 452: 1996 para la soya en grano ANEXO B. Los resultados del análisis realizado se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9-3:** Resultados de caracterización de materia prima.

ANÁLISIS FÍSICO		
PARÁMETROS	RESULTADO	
Color	Característico	
Olor	Característico	
Aspecto	Normal, libre de material extraño	
ANÁLISIS PROXIMAL		
PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDADES
Proteína	12,58	%
Humedad	7,01	%
Cenizas	5,66	%
Grasa	9,90	%
Fibra	4,50	%

**Fuente:** Laboratorio SAQMIC (Servicios Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos)

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

El parámetro que se puede comparar de este análisis proximal con la norma antes mencionada es el parámetro de la humedad máxima que debe tener, mismo que no debe ser mayor a 13%, por tanto, el resultado es correcto al poseer una humedad de 7,01%.

### 3.2.4.3. Proceso de obtención de leche de soya en polvo a nivel de laboratorio

Ya realizada la caracterización de la materia prima y comprobar que está dentro de los rangos establecidos por la norma y por sus características organolépticas, se procede a realizar el proceso para la obtención de la leche de soya en polvo, procedimiento que se realizó en el laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH y que se describe a continuación:

- Para empezar el proceso es necesario realizar un lavado de los granos de soya con ayuda de un colador para facilitar la operación.



**Fotografía 2-3:** Grano de soya lavado  
**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

- Ya lavado el grano de soya se pone a hidratar por un lapso de 24 horas, con una cantidad de agua el doble al peso del grano.



**Fotografía 3-3:** Hidratación de la soya  
**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

- Luego de la hidratación se realiza la extracción de la leche del grano con ayuda de una licuadora y con una cantidad 1:2 aproximadamente de agua, para luego filtrarla con ayuda de un lienzo.



**Fotografía 4-3:** Extracción de la leche de soya  
**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

- Por último, se realiza el secado por aspersión para lo que es necesario hacer una mezcla con la maltodextrina como encapsulante (cantidad 50 % en peso de leche de soya).



**Fotografía 5-3:** Pesado de maltodextrina  
Realizado por: Maritza Méndez, 2018.



**Fotografía 6-3:** Operación de secado por aspersión  
Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

- Obtenido el producto se realiza el empackado en fundas herméticas para ser llevado a su análisis.



**Fotografía 7-3:** Leche de soya en polvo  
Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

### 3.2.4.4. Variables y operaciones del proceso

Las variables que deben controlarse o que pueden incluir en la calidad del producto final se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10-3:** Variables y operaciones del proceso de obtención de leche de soya en polvo

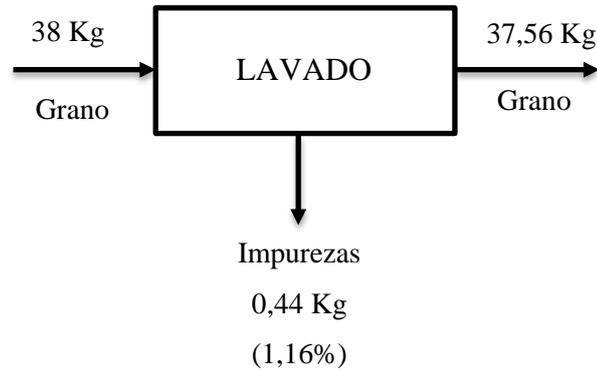
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	RANGO
Recepción de materia prima	La materia prima receptada debe ser de muy buena calidad, sin daños al grano y con una cantidad mínima de impurezas.	Calidad	Muy buena Cantidad de impurezas: máximo 1%
Lavado	La operación de lavado ayuda a eliminar las impurezas que puedan existir en el grano de soya para evitar contaminación del producto final.	---	---
Hidratación	La hidratación del grano se realiza con la finalidad de facilitar la extracción de los nutrientes contenidos en el grano.	- Tiempo de hidratación - Cantidad de agua	- 24 horas - Relación 3:1
Extracción	En esta operación se realiza un molido de los granos con agua para obtener la leche de soya líquida luego de filtrarla por un lienzo.	Cantidad de agua	Relación 2:1
Secado por aspersión	La finalidad del secado por aspersión es el encapsulamiento de la leche de soya con ayuda de maltodextrina para volverla polvo.	- Capacidad de producción - Temperatura	- 85,61 Kg/h - 100-115°C
Empacado	El empacado debe realizarse en fundas o empaques adecuados para evitar que ingrese humedad al producto, disminuyendo su vida útil.	Cantidad de producto	500 g
Almacenado	El almacenado es importante tanto como el empacado para alargar el tiempo de vida útil de la leche de soya en polvo.	Ambiente	Fresco y seco

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

### 3.2.5. Balance de masa y energía

#### 3.2.5.1. Balances de masa

## Lavado



Simulación: se necesitó 1 Kg granos de soya fresco.

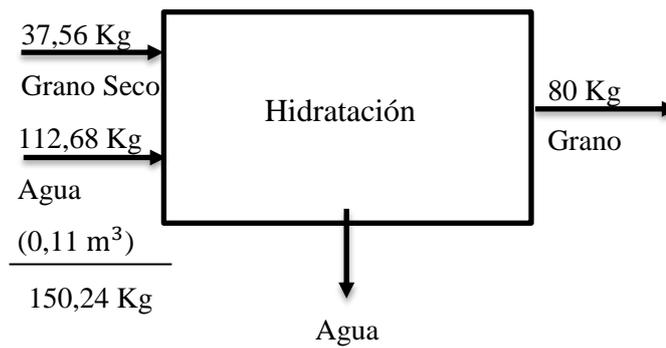
Nivel Industrial

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{Cantidad MP}_{\text{sale}}}{\text{Cantidad MP}_{\text{entra}}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{37,56 \text{ Kg de grano}}{38 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 98,84 \%$$

## Hidratación



Simulación

1 Kg Soya → 2,13 Kg Soya hidratada

1 Kg Soya → 2,13 Kg Soya hidratados

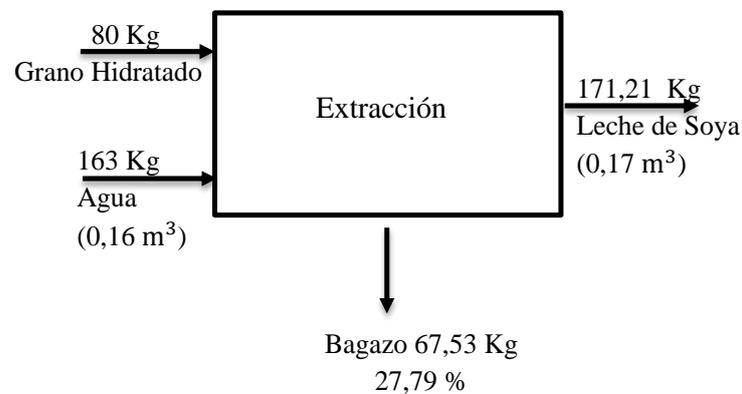
x ← 80 Kg Soya hidratada

$$x = 37,56 \text{ Kg}$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{80 \text{ Kg}}{150,24 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 53,25 \%$$

## Extracción



Simulación:

0,700 Kg Soya hidratada → 1400 ml Agua → 1460 ml Leche de Soya

$$\rho_{\text{agua}} = (20^\circ) = 998,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{leche soya}} = 998,2 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 997,5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$171,21 \text{ Kg Leche de Soya} * \frac{1 \text{ m}^3}{997,5 \text{ Kg}} = 0,17 \text{ m}^3 \text{ Leche de Soya}$$

Simulación

Bagazo = 0,581 Kg

Soya = 0,7 Kg Soya

$$\text{Agua} = 1,4 \text{ L} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 * 998,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 1,39 \text{ Kg Agua}$$

$$\text{Leche Soya} = 1460 \text{ ml} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} * 997,5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 1,46 \text{ Kg Leche Soya}$$

$$1,46 \text{ Kg Leche Soya} \rightarrow 100 \%$$

$$1,39 \text{ Kg Agua} \rightarrow x$$

$$x = 95,21 \% \text{ Agua}$$

$$171,21 \text{ Kg Leche Soya} \rightarrow 100 \%$$

$$x \leftarrow 95,21 \%$$

$$x = 163,00 \text{ Kg Agua} = 0,16 \text{ m}^3$$

$$0,7 \text{ Kg} \rightarrow 1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$x \leftarrow 0,16 \text{ m}^3$$

$$x = 80 \text{ Kg Soya hidratada}$$

$$0,7 \text{ Kg Soya} + 1,39 \text{ Kg Agua} = 2,09 \text{ Kg}$$

Simulación:

$$2,09 \text{ Kg} \rightarrow 100 \%$$

$$0,581 \text{ Kg} \rightarrow x$$

$$x = 27,79 \%$$

A nivel Industrial:

$$80 \text{ Kg Soya} + 163 \text{ Kg Agua} = 243 \text{ Kg entrada}$$

$$243 \text{ Kg} \rightarrow 100 \%$$

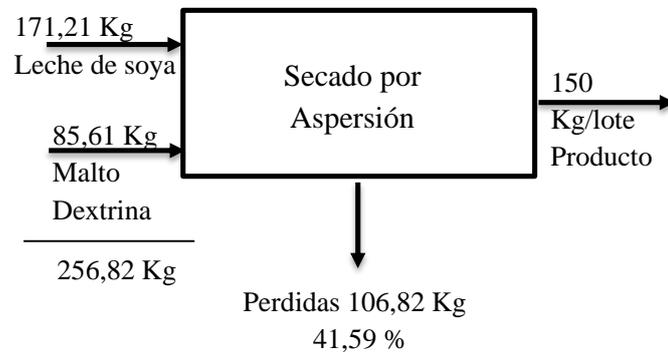
$$x \leftarrow 27,79 \%$$

$$x = 67,53 \text{ Kg de bagazo}$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{171,21 \text{ Kg Leche Soya}}{243 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 70,46 \%$$

## Secado por Aspersión



Leche Soya 299,25 g + 149,625 g (Mt) → 378,875 g

↓

221,3 g producto

Simulación

0,3789 Kg Leche + Mt → 0,2213 Kg Producto

x ← 150 Kg producto

x = 256,82 Kg Leche líquida + Mt

De la cual una parte 1/3 es Malto dextrina

$$\frac{256,82 \text{ Kg}}{3} = 85,61 \text{ Kg Malto dextrina}$$

256,82 Kg Total – 85,61 Kg Mt = 171,21 Kg Leche Soya

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{150 \text{ Kg}}{256,82 \text{ Kg}} * 100$$

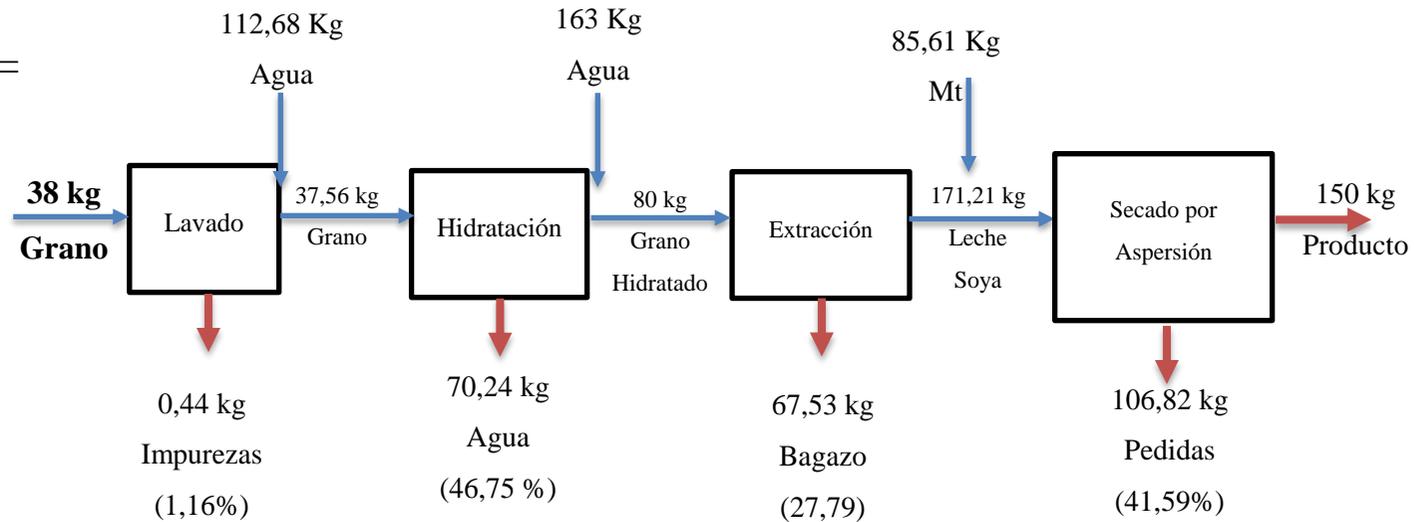
% rendimiento = 58,41 %

**BALANCE DE MASA GENERAL**

$$E = S$$

→ E=

→ S=



$$\% \text{ rendimiento} = \frac{150 \text{ Kg}}{243 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 61,73 \%$$

### 3.2.5.2. Balance de energía

#### Balance de energía en secado por aspersión

- Media logarítmica de temperatura

$$\Delta T_m = \frac{(T_{A1} - T_{R1}) - (T_A - T_R)}{\ln \frac{(T_{A1} - T_{R1})}{(T_A - T_R)}}$$

Dónde:

$T_R$  = temperatura final superficial de la gota (60°C)

$T_{A1}$  = temperatura del aire inicial (120°C)

$T_{R1}$  = temperatura de la gota inicial (20°C)

$T_A$  = temperatura del aire final (70°C)

$$\Delta T_m = \frac{(120 - 20) - (70 - 60)}{\ln \frac{(120 - 20)}{(70 - 60)}}$$

$$\Delta T_m = 39,09^\circ\text{C} \rightarrow 312,09 \text{ }^\circ\text{K}$$

- Calor latente de vaporización a temperatura de bulbo húmedo

$$\lambda_{bh} = 2502535,259 - 2385,76424 * T_{bh}$$

Dónde:

$T_{bh}$  = temperatura del bulbo humedo (308°K)

$$\lambda_{bh} = 2502535,259 - 2385,76424 * 308 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\lambda_{bh} = 1767719,87 \frac{\text{J}}{\text{Kg}}$$

- Calor transferido a la gota durante su viaje

$$Q_{tf} = \frac{12 \text{ Kd } \Delta t \text{ m}}{\rho_R D_g^2} * \dot{m}_R t_v$$

Dónde:

$K_d$  = conductividad termica del aire que rodea la gota  $\left(\frac{W}{m K}\right)$

$\rho_R$  = densidad de alimentacion  $\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$   $997,5 \frac{Kg}{m^3}$

$\dot{m}_R$  = flujo masico de alimentación  $0,024 \text{ Kg/s}$

$D_g$  = diametro de gota  $0,00051 \text{ m}$

$t_v$  = tiempo de viaje de la gota  $2,9 \text{ s}$

$$Q_{tf} = \frac{12 \left(0,024 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}\right) (312,09 \text{ } ^\circ K)}{997,5 \frac{Kg}{m^3} * (0,00051 \text{ m})^2} * 0,024 \frac{Kg}{s} (2,9 \text{ s})$$

$$Q_{tf} = 24111,73 \text{ W}$$

- Calor necesario para secar la alimentación

$$Q_{nec} = \dot{m}_A (C_{pA} + X_{A1} * C_v) (T_{A1} - T_{A2})$$

Dónde:

$\dot{m}_A$  = flujo de masa de agua contenida en el aire  $\left(\frac{Kg}{s}\right)$   $8,1933 \times 10^{-3} \text{ Kg/s}$

$C_{pA}$  = calor especifico del aire seco  $\left(\frac{J}{Kg \cdot ^\circ K}\right)$   $1004,67 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ K}$

$X_{A1}$  = humedad del aire en base seca

$C_v$  = calor especifico del vapor de agua  $\left(\frac{J}{Kg \cdot ^\circ K}\right)$   $1850 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ K}$

$T_{A1}$  = temperatura de aire inicial ( $^\circ K$ )  $393^\circ K$

$T_{A2}$  = temperatura del aire final ( $^\circ K$ )  $343^\circ K$

$$X_A = 0,62 \frac{P_v}{P - P_v}$$

Dónde:

$P_v$  = presion parcial del vapor (Pa)

$P$  = presion atmosferica del lugar (Pa)

$$P = P_o * e^{\frac{h}{8600}}$$

Dónde:

$P_0$  = presión a nivel del mar (101325 Pa)

$h$  = altura sobre el nivel del mar (2750 msnm)

$$\ln P_{vs} = 19,016 - \frac{4064,95}{T_{Ae} + 236,25}$$

Dónde:

$P_{vs}$  = presión de saturación de vapor (mbar)

$T_{Ae}$  = temperatura del aire en el exterior (°C)

$$P_v = \varphi * P_{vs}$$

Dónde:

$\varphi$  = humedad relativa del aire  $\left(\frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg as}}\right)$  0,803

Entonces:

Presión de saturación de vapor

$$\ln P_{vs} = 19,016 - \frac{4064,95}{20^\circ\text{C} + 236,25}$$

$$P_{vs} = 23,4010 \text{ mBar}$$

$$P_{vs} = 2340,10 \text{ Pa}$$

Presión parcial del vapor

$$P_v = 0,803 * 2340,10 \text{ Pa}$$

$$P_v = 1879,10 \text{ Pa}$$

Presión atmosférica del lugar

$$P = 101325 \text{ Pa} * e^{\frac{2750}{8600}}$$

$$P = 139505,02 \text{ Pa}$$

- Humedad absoluta del aire

$$X_A = 0,62 \frac{1879,10 \text{ Pa}}{139505,02 \text{ Pa} - 1879,10 \text{ Pa}}$$

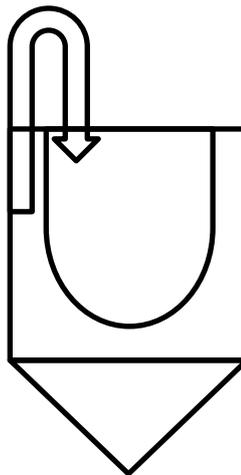
$$X_A = 0,1 \frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg as}}$$

$$Q_{\text{nec}} = 8,1933 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \left( 1004,67 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} + 0,1 \frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg as}} * 1850 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \right) (393 - 343) \text{K}$$

$$Q_{\text{nec}} = 419,16 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

### 3.2.6. Dimensionamiento de equipos

#### 3.2.6.1. Tanque de Lavado



**Figura 1-3:** Esquema tanque de lavado  
Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

## Volumen de Diseño

$$M_{\text{grano}} = 38 \text{ Kg}$$

$$\rho_{\text{grano}} = 750 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{grano}} = 38 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{750 \text{ Kg Soya}} = 0,051 \text{ m}^3$$

$$f_s = 15\% (0,15)$$

$$V_T = V + V * 0,15$$

$$V_T = 0,051 + 0,051 \text{m}^3 * 0,15$$

$$V_T = 0,059 \text{ m}^3$$

## Dimensiones de canastilla

- Altura

Asumiendo  $\emptyset = 0,5 \text{ m}$

$$h = \frac{V_T}{\pi r^2}$$

Dónde:

$V_T = \text{volumen total}(\text{m}^3)$

$r = \text{radio de canastilla (m)}$

$$h = \frac{0,059 \text{ m}^3}{\pi (0,25)^2}$$

$$h = 0,3 \text{ m}$$

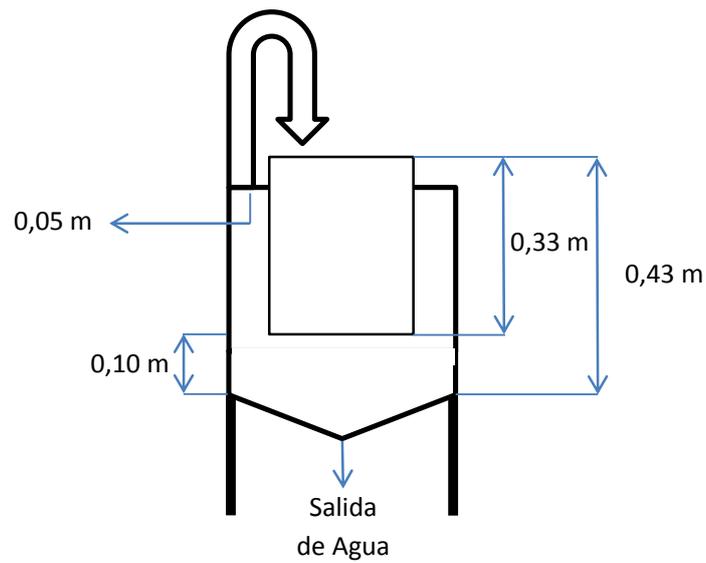
$$f_s = 10 \%$$

$$h_T = h + h * 0,1$$

$$h_T = 0,3 + 0,3 \text{ m} * (0,1)$$

$$h_T = 0,33 \text{ m}$$

La separación entre la canastilla y el recipiente se asume en función de 1 decimo del diámetro de la canasta:



**Figura 2-3:** Medidas de tanque de lavado  
Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

La altura del tanque se sumara el doble de la separación del diámetro a la altura de la canastilla.

$$h_{\text{tanque}} = h_{\text{canastilla}} + (\text{separación } t * 2)$$

$$h_{\text{tanque}} = 0,33 \text{ m} + (0,05 * 2)\text{m}$$

$$h_{\text{tanque}} = 0,43 \text{ m}$$

### **Diámetro agujeros**

El diámetro de los agujeros en la canastilla de lavado se toma en base a los diámetros del grano tomados experimentalmente, mismos que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 21-3:** Datos de diámetro de grano de soya

N°	Ø grano (mm)
1	8,1
2	6,8
3	8,3
4	6,5
5	9,1
6	5,6
7	6,3
8	9,9
9	7,1
10	9,2
Promedio	7,69

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

Por lo tanto, el diámetro de los agujeros menores a 7,69 mm para evitar el paso de grano a través de la canastilla.

### 3.2.6.2. Tanque de hidratación

#### Volumen tanque

El volumen total del tanque se basa en el volumen de grano que debe ingresar y el volumen del agua con la que se debe hidratar pues según varias fuentes debe ser 3 veces el peso de grano.

$$V_{\text{Tanque}} = V_{\text{agua}} + V_{\text{grano}}$$

$$V_{\text{Tanque}} = 0,11 \text{ m}^3 + 0,051 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Tanque}} = 0,161 \text{ m}^3$$

$$f_{\text{seguridad}} = 0,15$$

$$V_{\text{Tanque}} = V_{\text{agua}} + V_{\text{grano}}(0,15)$$

$$V_{\text{Tanque}} = 0,161 \text{ m}^3 + 0,161 \text{ m}^3(0,15)$$

$$V_{\text{Tanque}} = 0,19 \text{ m}^3$$

### Dimensiones del tanque

$$\phi_{\text{Tanque}} = 0,5 \text{ m (asumido)}$$

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{0,19 \text{ m}^3}{\pi (0,25 \text{ m})^2}$$

$$h = 0,97 \text{ m}$$

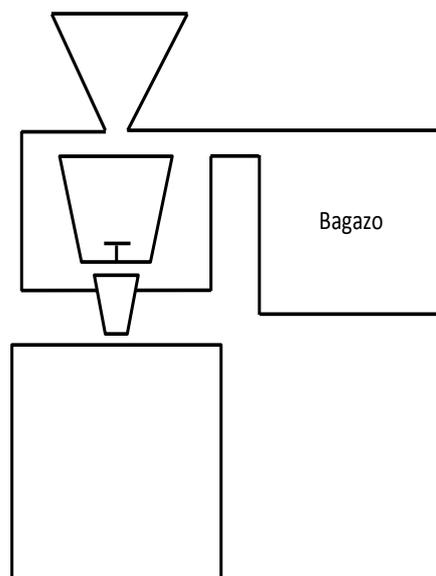
$$f_{\text{seguridad}} = 0,1$$

$$h_T = h + h * 0,1$$

$$h_T = 0,97 + 0,97 * (0,1)$$

$$h_T = 1,07 \text{ m}$$

#### 3.2.6.3. Diseño del sistema de extracción



**Figura 3-3:** Esquema sistema de extracción.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

## Diseño de la tolva de alimentación

- Volumen tolva

Va ingresar 80 Kg de grano hidratado durante el proceso de obtención de la Leche de Soya, sin embargo, el caudal de alimentación será mucho menor, basándose en la parte experimental a escala de laboratorio, con el doble de grano y agua:

0,7 Kg Grano hidratado +  $1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  agua en un tiempo de 2 min

$$\rho_{\text{soya hidratada}} = 320 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$0,7 \text{ Kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{320 \text{ Kg}} = 2,18 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_e = 1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 + 2,18 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_e = 3,58 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Entonces si asumimos un diámetro superior de 0,20 m, un diámetro inferior de 0,07 m y un ángulo de  $65^\circ$  la altura de la tolva:

$$h = (R - r) \text{tg } \theta$$

$$h = (0,10 \text{ m} - 0,035 \text{ m}) \text{tg } 65^\circ$$

$$h = 0,14 \text{ m}$$

Con estas dimensiones el volumen de la tolva es:

$$V = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + R + r)$$

$$V = \frac{1}{3} \pi (0,14 \text{ m}) ((0,10 \text{ m})^2 + (0,035 \text{ m})^2 + 0,10 \text{ m} + 0,035 \text{ m})$$

$$V = 2,15 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

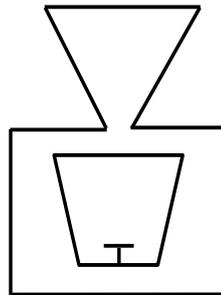
Es menor a la necesaria en cuestión de entrada a la operación, pero se considera pues no se va acumular en la tolva. El caudal de ingreso de agua:

$$Q = \frac{1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \text{ min}} = 7 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$Q = 1,16 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### Diseño de cámara de extracción

- Diseño del sistema de extracción



**Figura 4-3:** Esquema cámara de extracción

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

- Diseño geométrico del tanque tamiz

El tanque tamiz es un cono con dimensiones en base al rotor y las cuchillas mismas que giran de igual forma conjuntamente.

### Volumen de tanque tamiz

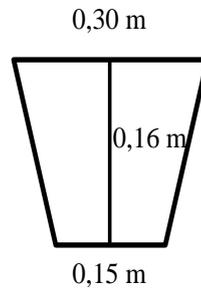
El volumen de consideración será el mismo que ingresa a la tolva, ya que, gracias a la fuerza centrífuga, los componentes no se quedarán en el mismo.

$$V_{\text{Tamiz}} = 2,15 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

### Diseño del tanque tamiz

$$\phi_{\text{inferior}} = 0,15 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{superior}} = 0,30 \text{ m}$$



**Figura 5-3:** Esquema tanque tamiz

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

$$h = (R - r) \text{tg } \theta$$

$$h = (0,15 - 0,075) \text{tg } 65^\circ$$

$$h = 0,16 \text{ m}$$

### Diámetro del Rotor

$$\phi_{\text{rotor}} = \frac{3}{8} * \phi_r$$

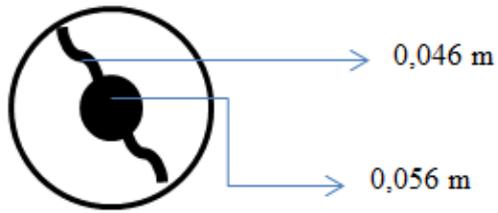
Dónde:

$\phi_r$  = diametro inferior de tanque tamiz (0,15 m)

$$\phi_{\text{rotor}} = \frac{3}{8} * 0,15 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{rotor}} = 0,056 \text{ m}$$

Con esta medida se puede determinar el largo de la cuchilla



**Figura 6-3:** Esquema cuchillas de extracción.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

### Frecuencia de rotación

$$f = \sqrt{\frac{g}{4 \pi r}}$$

Dónde:

f= Frecuencia de rotación (rpm)

g = Gravedad (9.8 m/s<sup>2</sup>)

r= radio del rotor (m)

$$f = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2}{4\pi(0,028 \text{ m})}}$$

$$f = 5,28 \frac{\text{rev}}{\text{s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 316,65 \text{ rpm}$$

### Velocidad angular

$$w = \sqrt{\frac{mg - Fe}{-mr}}$$

Dónde:

Fe= fuerza de empuje (23 N (2,038 Kg))

r= radio del rotor

m= masa de grano en cada entrada (0,7 Kg)

$$w = \sqrt{\frac{0,7 \text{ Kg} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 23 \text{ N}}{-0,7 \text{ Kg} * 0,028 \text{ m}}}$$

$$w = 28,69 \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 \pi \text{ rad}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 274,03 \text{ rpm}$$

### **Fuerza centrífuga de cuchillas**

$$F_c = m * w^2 * R$$

Dónde:

$F_c$  = fuerza centrífuga (N)

$m$  = masa de cuchilla (0,79 Kg)

$w$  = velocidad angular

$R$  = radio inferior tanque tamiz

$$F_c = 0,79 \text{ Kg} * (274,03 \text{ rpm})^2 * 0,075 \text{ m}$$

$$F_c = 4449,23 \text{ N}$$

### **Fuerza Cortante**

$$\tau = \frac{F_c}{A}$$

Dónde:

$A$  = area cuchilla ( $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ )

$\tau$  = fuerza cortante

$$\tau = \frac{4449,23 \text{ N}}{2 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$\tau = 2224615 \text{ Pa}$$

$$\tau = 2224,62 \text{ MPa}$$

### Calculo de potencia del motor

$$P = \frac{T * W}{9550}$$

$$T = Fc * D$$

Dónde:

P = potencia (Kw)

W = velocidad angular (rpm)

T = torque

Fc = fuerza de corte

D = distancia del filo de cuchilla al centro (0,045 m)

$$T = 4449,23 \text{ N} * 0,045 \text{ m}$$

$$T = 200,22 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{200,22 \text{ Nm} * 274,03 \text{ rpm}}{9550}$$

$$P = 5,75 \text{ Kw} * \frac{1 \text{ hp}}{1,34 \text{ Kw}} = 4,29 \text{ hp} \cong 5 \text{ hp}$$

### Diseño del tanque de reserva

Volumen tanque = 0,17 m<sup>3</sup>

Si asumimos un diámetro de 0,7 m la altura se calcula:

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{0,17 \text{ m}^3}{\pi (0,35 \text{ m})^2}$$

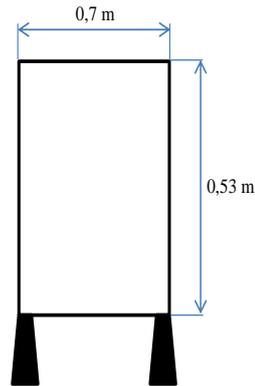
$$h = 0,44 \text{ m}$$

Factor de seguridad = 0,20

$$h_T = h + h * f_s$$

$$h_T = 0,44 + 0,44 * (0,20)$$

$$h_T = 0,53 \text{ m}$$



**Figura 7-3:** Esquema tanque de reserva de leche de soya líquida

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

#### 3.2.6.4. Diseño de secado por aspersión

##### Diámetro de la gota

$$D_g = \frac{585 \sqrt{\gamma}}{u \sqrt{\rho_l}} + 597 \left( \frac{\mu}{\sqrt{\gamma \rho_l}} \right)^{0,45} \left( \frac{1000 V_l}{V_g} \right)^{1,5}$$

Dónde:

$D_g$  = grosor medio de las gotas ( $\mu\text{m}$ )

$\gamma$  = tensión superficial ( $\frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$ )

$u$  = velocidad relativa del gas con respecto al líquido ( $18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

$\rho_l$  = densidad del líquido ( $0,9975 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ )

$\mu$  = viscosidad dinámica del líquido ( $0,19 \frac{\text{g}}{\text{cm s}}$ )

$V_l =$  volumen del liquido unidad de tiempo  $\left(\frac{L}{h}\right)$  85 l/h dandose en 2 horas

$V_g =$  volumen del gas unidad de tiempo  $\left(\frac{L}{h}\right)$  130334,8 l/h

$$1200 \text{ l/h} \rightarrow 0,7826 \text{ L}$$

$$x \leftarrow 85 \text{ L}$$

$$x = 130334,8 \text{ L/h}$$

$$\gamma = \frac{1}{2} g H r \rho$$

Dónde:

$\gamma =$  tension superficial  $\left(\frac{\text{dyn}}{\text{cm}}\right)$

$g =$  gravedad  $\left(\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}\right)$

$H =$  altura (cm)

$r =$  radio del capilar (cm)

$\rho =$  densidad del fluido  $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$

$$\gamma = \frac{1}{2} \left(980 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}\right) (2 \text{ cm}) (0,25 \text{ cm}) \left(0,9975 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$\gamma = 244,39 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$

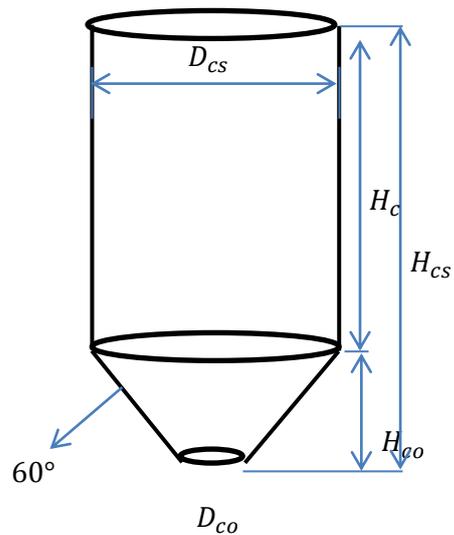
$$D_g = \frac{585 \sqrt{244,39}}{18 \sqrt{0,9975 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}} + 597 \left(\frac{0,19}{\sqrt{244,39 * 0,9975}}\right)^{0,45} \left(\frac{1000 * 85 \frac{L}{h}}{130334,8 \frac{L}{h}}\right)^{1,5}$$

$$D_g = 508,71 + 597 * 0,14 * 0,017$$

$$D_g = 510,13 \mu$$

$$D_g = 0,00051 \text{ m}$$

## Diseño de cámara de secado



**Figura 8-3:** Esquema cámara de secado

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

Según fuentes bibliográficas se toman las siguientes consideraciones

$$H_{cs} = 2 D_{cs}$$

$$D_{co} = \frac{D_{cs}}{6}$$

$$H_{co} = \left( \frac{D_{cs} - D_{co}}{3,8} \right) \tan 60^\circ$$

$$H_{cl} = H_{cs} - H_{co}$$

- Altura de la cámara de secado

Diámetro asumido de la cámara de secado  $D_{cs} = 0,5$  m

Entonces la altura:

$$H_{cs} = 2(0,5)\text{m}$$

$$H_{cs} = 1 \text{ m}$$

- Diámetro de sifón

$$D_{co} = \frac{0,5 \text{ m}}{6}$$

$$D_{co} = 0,083$$

- Altura del cono

$$H_{co} = \left( \frac{D_{cs} - D_{co}}{3,8} \right) \tan 60^\circ$$

$$H_{co} = \left( \frac{0,5 - 0,083}{3,8} \right) \tan 60^\circ$$

$$H_{co} = 0,19 \text{ m}$$

- Altura del barril

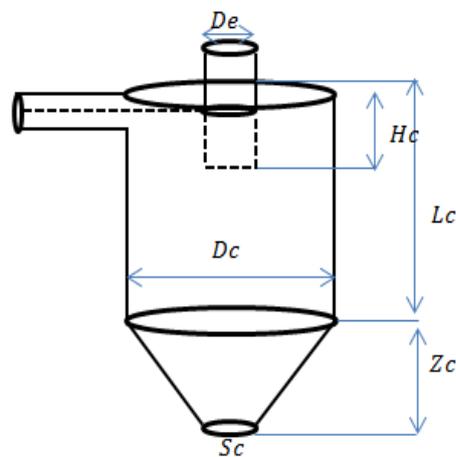
$$H_{cl} = H_{cs} - H_{co}$$

Queremos que tenga una altura total de 0,8 m entonces:

$$H_{cl} = 0,80 - 0,19 \text{ m}$$

$$H_{cl} = 0,61 \text{ m}$$

**Diseño de ciclón**



**Figura 9-3:** Esquema ciclón

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

Al igual que en la cámara de secado se considera que:

$$D_e = \frac{D_c}{2}$$

$$L_c = \frac{2}{3} D_c$$

$$Z_c = 2 L_c$$

$$H_c = \frac{D_c}{2}$$

$$S_c = \frac{D_c}{4}$$

- Diámetro del freno

$$D_e = \frac{D_c}{2}$$

Asumiendo un diámetro de ciclón de 0,5 m

$$D_e = \frac{0,5}{2}$$

$$D_e = 0,25 \text{ m}$$

- Longitud del barril

$$L_c = \frac{2}{3} D_c$$

$$L_c = \frac{2}{3} (0,5 \text{ m})$$

$$L_c = 0,33 \text{ m}$$

- Longitud del cono

$$Z_c = 2 L_c$$

$$Z_c = 2 (0,33 \text{ m})$$

$$Z_c = 0,66 \text{ m}$$

- Altura del freno

$$H_c = \frac{D_c}{2}$$

$$H_c = \frac{0,5}{2}$$

$$H_c = 0,25 \text{ m}$$

- Diámetro del sifón

$$S_c = \frac{D_c}{4}$$

$$S_c = \frac{0,5}{4}$$

$$S_c = 0,125 \text{ m}$$

### **Elección del ventilador**

- Caudal de aire

$$C_A = \frac{\pi * \phi_V^2 * V_{\text{aire}}}{4}$$

Dónde:

$\phi_V$  = diametro posible de ventilador (0,252 m)

$V_{\text{aire}}$  = velocidad de aire  $\left(60 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$$C_A = \frac{\pi * (0,252 \text{ m})^2 * 60 \text{ m/s}}{4}$$

$$C_A = 2,99 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- Presión dinámica

$$P_d = \frac{1}{2} * \rho_A * V_{\text{aire}}^2$$

Dónde:

$P_d$  = presión dinámica (Pa)

$\rho_A$  = densidad del aire  $\left(1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

$V$  = velocidad  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$$P_d = \frac{1}{2} * \left(1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) * \left(60 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$P_d = 2160 \text{ Pa}$$

- Presión estática

$$P_e = g * P_{ec}$$

Dónde:

$P_e$  = presión estática (Pa)

$g$  = gravedad  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

$P_{ec}$  = presión estática en el conducto (Pa) 66,6 Pa

$$P_e = 9,8 \text{ m/s}^2 * 66,6 \text{ Pa}$$

$$P_e = 652,68 \text{ Pa}$$

- Presión total

$$P_T = P_d + P_e$$

$$P_T = (2160 + 652,68) \text{ Pa}$$

$$P_T = 2812,68 \text{ Pa}$$

- Energía mecánica específica

$$W_{\text{esp}} = \frac{P_T}{\rho_{\text{aire}}}$$

Dónde:

$$W_{\text{esp}} = \text{energía mecánica específica} \left( \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right)$$

$P_T$  = presión total (Pa)

$\rho_{\text{aire}}$  = densidad del aire  $\left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$

$$W_{\text{esp}} = \frac{2812,68 \text{ Pa}}{1,2 \text{ Kg/m}^3}$$

$$W_{\text{esp}} = 2343,9 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- Potencia

$$P = C_A * P_T$$

$$P = 2,99 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 2812,68 \text{ Pa}$$

$$P = 8409,91 \text{ W} = 11,27 \cong 12 \text{ hp}$$

### **Elección del sistema de calefacción**

- Capacidad de calentamiento

$$Kw = C_A * C_P * \Delta t * \frac{1,2}{3412}$$

Dónde:

$$C_A = \text{flujo de aire} \left( \frac{\text{lb}}{\text{h}} \right) 28416,96 \text{ lb/h}$$

$$C_P = \text{capacidad calorífica del aire a la temperatura máxima de operación} \left( \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}} \right)$$

$$\Delta t = \text{temperatura de elevación} (^\circ\text{F}) 212^\circ\text{F}$$

$$K_w = 28416,96 \frac{\text{lb}}{\text{h}} * 0,2428 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}} * 212^\circ\text{F} * \frac{1,2}{3412}$$

$$k_w = 514,44 \text{ Kw}$$

Según la investigación realizada sobre el diseño de este tipo de equipos, existe 3 tipos de resistencias térmicas: térmica convectiva, térmica conductiva y una combinada de convección-radiación, misma que pueden ser desde  $5^\circ\text{K/w}$ . (Hinojosa, año)

En base al equipo que se realizó la parte experimental de esta operación para un flujo de 0,7826 L/h se diseñó con resistencias que aportan  $5^\circ\text{K/w}$  por ende para secar el flujo, para el diseño realizado a escala industrial de 85 L/h

$$5^\circ\text{K/w} \rightarrow 0,7826 \text{ L}$$

$$x \leftarrow 85 \text{ L}$$

$$x = 543,06^\circ\text{K/w}$$

Entonces el calor mínimo necesario generado por el sistema de calentamiento:

$$Q_x = \frac{T_{A1} - T_\alpha}{R_T}$$

Dónde:

$$Q_x = \text{calor transferido (W)}$$

$$T_{A1} = \text{temperatura de calentamiento} (^\circ\text{K}) 393^\circ\text{K}$$

$$T_\alpha = \text{temperatura ambiental (K)} 293^\circ\text{K}$$

$$R_T = \text{resistencias térmicas} \left( \frac{^\circ\text{K}}{\text{W}} \right)$$

$$Q_x = \frac{393^\circ\text{K} - 293^\circ\text{K}}{543,06^\circ\text{K/w}}$$

$$Q_x = 0,18 \text{ W}$$

- Numero de resistencias eléctricas

$$N_{\text{Tubos}} = \frac{\text{Voltios de operacion}}{\text{watts que ofrece cada elemento}}$$

$$N_{\text{Tubos}} = \frac{33,26}{0,18 \text{ W}}$$

$$N_{\text{Tubos}} = 184,7 \cong 185$$

- Longitud de resistencias

$$L_R = L_i - (d * e) - (a * N)$$

Dónde:

$L_R$  = longitud de las resistencias (m)

$L_i$  = longitud del intercambiador (m) 1,2 m

$d$  = distancia (m) 0,0019

$e$  = espacios 3

$a$  = ancho (m) 0,0127 m

$N$  = numero de elementos 185

$$L_R = 1,2 \text{ m} - (0,0019 * 3) - (0,0127 \text{ m} * 185)$$

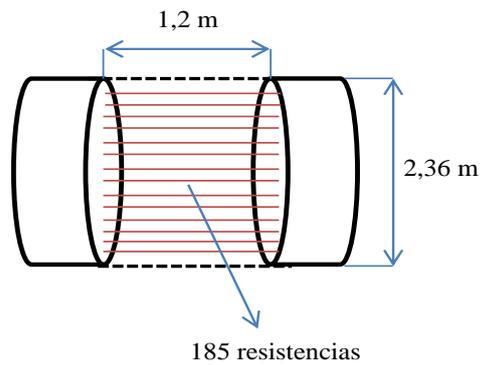
$$L_R = 3,5 \text{ m}$$

- Diámetro del intercambiador de calor

$$D_R = (d * e) + (a * N)$$

$$D_R = (0,0019 * 3) + (0,0127 * 185)$$

$$D_R = 2,36 \text{ m}$$



**Figura 10-3:** Esquema sistema de calefacción

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

### Elección de bomba

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (Z_2 - Z_1) + h_f = H$$

$v$  = velocidad  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$P$  = presión (Pa)

$g$  = gravedad  $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

$Z_1$  = altura de succión (m)

$Z_2$  = altura de descarga (m)

$h_f$  = pérdidas de energía por fricción (m)

Debido a que entre los dos puntos que se desea transportar el fluido la presión atmosférica es la misma  $P_2 = P_1$  este factor se anula.

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + h_f = H$$

Además considerando que el fluido que se va a succionar está estacionario  $v_1 = 0$

$$\frac{v_2^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + h_f = H$$

Entonces la velocidad de salida quedaría:

$$v_2 = \frac{4 C_R}{\pi D^2}$$

Dónde:

$$C_R = \text{caudal} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) 2,36 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

D = Diametro (m) 0,0254 m

$$v_2 = \frac{4 (2,36 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}})}{\pi (0,0254 \text{ m})^2}$$

$$v_2 = 0,047 \text{ m/s}$$

- Número de Reynolds

$$\text{NRe} = \frac{\rho \phi v}{\mu}$$

Dónde:

$\phi$  = diámetro de la tubería = 0,0254 m

N = número de rps = 33 revoluciones/min  $\rightarrow$  0,55 rps

$\rho$  = densidad del fluido =  $997,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\mu$  = viscosidad del fluido = 0,02 Pa s

v = velocidad del fluido

$$\text{NRe} = \frac{997,5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0,0254 \text{ m} * 0,047 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,02 \text{ Pa s}}$$

$$\text{NRe} = 59,54 \rightarrow \text{flujo laminar}$$

- Cálculo de Fanny

$$f = \frac{64}{NRe}$$

$$f = \frac{64}{59,54}$$

$$f = 1.07$$

- Perdidas por fricción

$$h_{fm} = \Sigma k \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

$k = \text{constante de accesorios}$

**Tabla 12-3:** Constantes de accesorios utilizados en el diseño

Constantes de accesorios	Valor
$K_{\text{acople}}$	0,024
$K_{\text{codo}}$	0,9
$K_{\text{valvula reguladora}}$	24
$K_{\text{boquilla}}$	0,83

Fuente: BRITO H, Solucionario de problemas de mecánica de fluidos, 2008.

$$h_{fL} = f \frac{L}{\phi} * \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

$L = \text{longitud tuberia (m)}$

$\phi = \text{diametro tuberia (0,0254)}$

$$h_{fL} = 1,07 \frac{1 \text{ m}}{0,0254} * \frac{\left(0,047 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}$$

$$h_{fL} = 4,74 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$h_{fm} = 25,754 \frac{\left(0,047 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}$$

$$h_{fm} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$h_f = h_{fL} + h_{fm}$$

$$h_f = 4,74 \times 10^{-3} \text{ m} + h_{fm} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$h_f = 7,64 \times 10^{-3} \text{ m}$$

- Altura máxima de la carga

$$\frac{\left(0,047 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} + (1,05 \text{ m} - 0,7 \text{ m}) + 7,64 \times 10^{-3} \text{ m} = H$$

$$H = 0,36 \text{ m}$$

- Calculo de potencia

Considerando un rendimiento de 80% (0,8)

$$\dot{P} = \frac{H * Q * \rho * g}{\eta_v * 367}$$

Dónde:

$\dot{P}$  = potencia de la bomba (KW)

Q = caudal  $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

$\rho$  = densidad de leche de soya  $\left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)$

$\eta_v$  = rendimiento de la bomba

$$\dot{P} = \frac{0,36 \text{ m} * 2,36 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 997,5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,8 * 367}$$

$$\dot{P} = 2,8 \times 10^{-4} \text{ Kw}$$

Tomando un factor de seguridad de 25%

$$P_T = P + P * 0,25$$

$$P_T = 2,8 \times 10^{-4} \text{Kw} + 2,8 \times 10^{-4} \text{Kw} * 0,25$$

$$P_T = 3,5 \times 10^{-4} \text{Kw} = 0,0005 \text{ hp}$$

Se puede utilizar una bomba de  $\frac{1}{4}$  hp

### 3.2.7. Resultados

#### 3.2.7.1. Resultados de la validación del producto

Luego de la simulación a escala de laboratorio se realizó los análisis de laboratorio para el producto obtenido con el fin de garantizar y validar que con el proceso diseñado se obtiene un producto que cumple con la Norma Codex Para Productos Proteínicos de Soya (Codex Standard 175-1989) y por ende que es seguro y aporta valor agregado para el consumo humano.

Los resultados obtenidos de los análisis realizados a la leche de soya en polvo, mismos que fueron realizados en el Laboratorio de Control y Análisis de alimentos de la Universidad Técnica de Ambato con certificado N°: 18-194, se muestran a continuación:

**Tabla 33-3:** Resultados de análisis proximal del producto

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Cenizas	5,12	%
Proteína	58,9	% (Nx6,25)
Humedad	9,16	%
Grasa	11,9	%
Fibra cruda	0,519	%

Fuente: Laboratorio de Control y Análisis de alimentos, UTA.

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

Si comparamos los resultados con los parámetros de la norma en la que se basa este trabajo de titulación, nos fijamos que los resultados son adecuados para validar el mismo, pues la humedad no excede del 10 %, además el contenido de proteína no es menor a 50 %, de igual forma la ceniza no excede del 8 %, y la cantidad de fibra cruda no excede del 6 %.

Además de haber realizado el análisis proximal del producto, se realizó un análisis microbiológico para asegurar que el mismo no está contaminado con microorganismos patógenos. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 44-3:** Resultados de análisis microbiológico del producto

PARÁMETRO	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ESPERADO	UNIDADES
Salmonella	No detectado	No detectado	En 25 g
Coliformes totales	<10	<10	UFC/g
Mohos	<10	<10	UFC/g
Levaduras	<10	<10	UFC/g

**Fuente:** Laboratorio de Control y Análisis de alimentos, UTA.

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

Como se puede observar los resultados del análisis microbiológico son correctos con respecto a lo esperado, validando por completo el proceso diseñado para la obtención de la leche de soya en polvo.

### 3.2.7.2. Propuesta de diseño de equipos

Los resultados de los cálculos ingenieriles realizados para el dimensionamiento de los equipos que intervienen en el proceso diseñado para la obtención de la leche de soya en polvo se muestran a continuación para cada uno de ellos:

**Tabla 15-3:** Resultados dimensionamiento tanque de lavado

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	INDICADOR
CANASTILLA		
	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Volumen	0,059	m <sup>3</sup>
Diámetro	0,5	m
Altura	0,33	m
Separación entre canastilla y recipiente	0,05	m
Diámetro de agujeros	> 7,69	mm
TANQUE		
Altura	0,43	m
Diámetro	0,60	m

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 16-3:** Resultados dimensionamiento tanque de hidratación

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	INDICADOR
CANASTILLA		
	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Volumen	0,19	m <sup>3</sup>
Diámetro	0,5	m
Altura	1,07	m

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 17-3:** Resultados dimensionamiento sistema de extracción

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	INDICADOR
<b>TOLVA DE ALIMENTACIÓN</b>		
	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Volumen	$2,15 \times 10^{-3}$	$m^3$
Diámetro superior	0,20	m
Diámetro inferior	0,07	m
Altura	0,14	m
<b>CAMARA DE EXTRACCIÓN</b>		
Diámetro superior	0,30	m
Diámetro inferior	0,15	m
Altura	0,16	m
Diámetro del rotor	0,056	m
Longitud de cuchillas	0,046	m
Potencia de motor	5	Hp
<b>TANQUE DE RESERVA</b>		
Volumen	0,17	$m^3$
Diámetro	0,7	m
Altura	0,53	m

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 18-3:** Resultados dimensionamiento secado por aspersión

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	INDICADOR
<b>CÁMARA DE SECADO</b>		
	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Diámetro	0,5	m
Altura	1	m
Diámetro de sifón	0,083	m
Altura del cono	0,19	m
Altura del barril	0,61	m
<b>CICLÓN</b>		
Diámetro del freno	0,25	m
Longitud del barril	0,33	m
Longitud del cono	0,66	m
Altura del freno	0,25	m
Diámetro del sifón	0,125	m
<b>VENTILADOR</b>		
Caudal de aire	2,99	$m^3/s$
Potencia	12	Hp
<b>SISTEMA DE CALEFACCIÓN</b>		

Capacidad de calentamiento	514,44	Kw
Numero de resistencias eléctricas	185	---
Diámetro de intercambiador	2.36	m
Longitud de intercambiador	1,2	m
<b>BOMBA</b>		
Potencia	¼	Hp

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

### 3.2.8. *Proceso de producción*

El proceso de producción considerado para la leche de soya en polvo, contempla la materia prima e insumos necesarios para cada lote de producción de 150 Kg de producto, mismo que se especifica más adelante.

#### 3.2.8.1. *Materia prima e insumos*

En base a la simulación del proceso de elaboración del producto y la capacidad deseada de la planta de lácteos, se ha estimado la cantidad necesaria de la materia prima e insumos necesarios para la elaboración de 150 Kg de producto, considerando que la empresa realice un lote por cada semana para tener espacio de realizar los demás productos.

**Tabla 19-3:** Materia Prima

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Grano de Soya	80 Kg

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

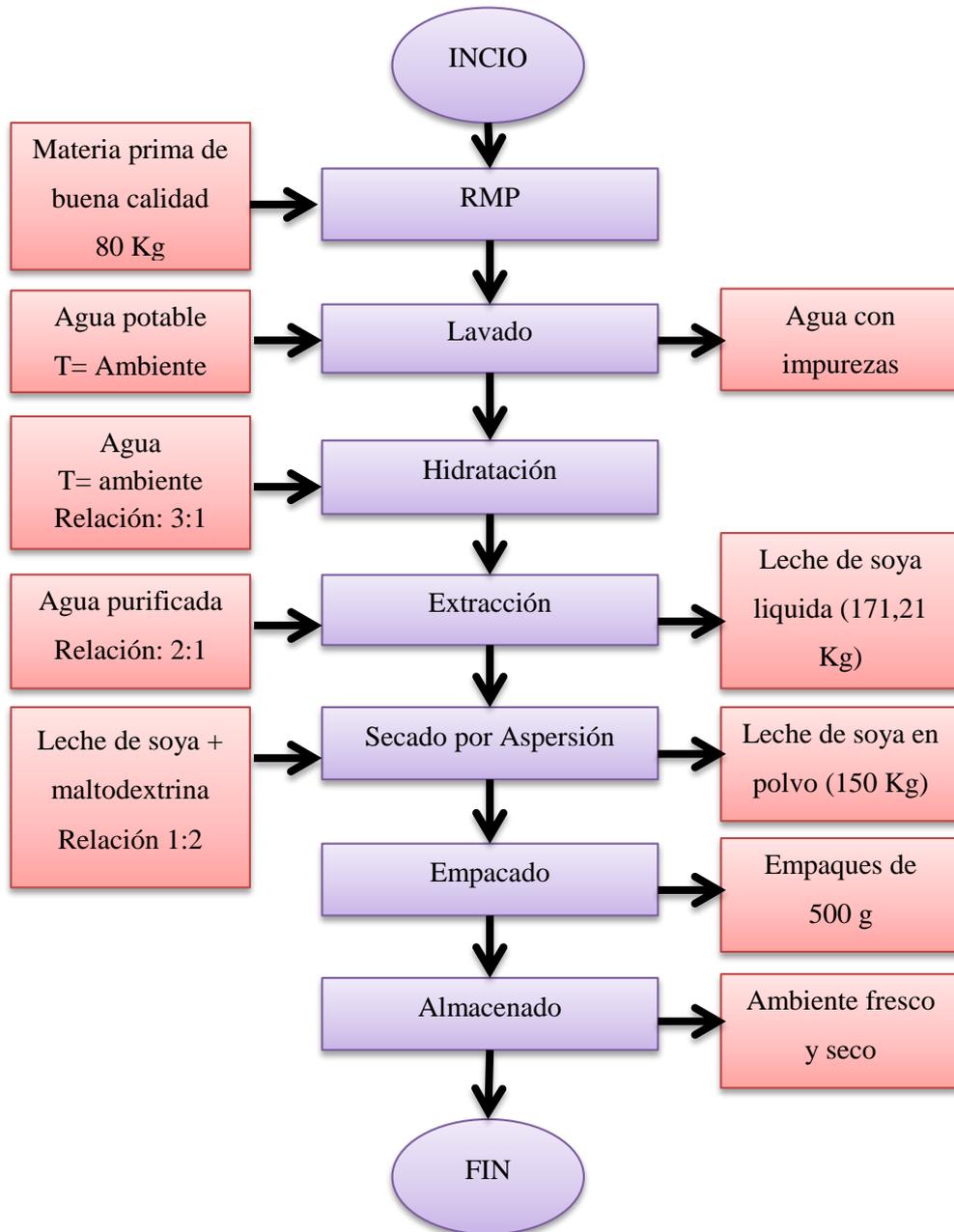
**Tabla 50-3:** Insumos

<b>INSUMOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Maltodextrina	85,61 Kg
Agua purificada	163 Kg – 0,16 m <sup>3</sup>

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

#### 3.2.8.2. *Diagrama del proceso*

El diagrama de procesos que se dará en la producción del producto por cada lote se muestra a continuación:



**Figura 11-3:** Diagrama de proceso  
Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

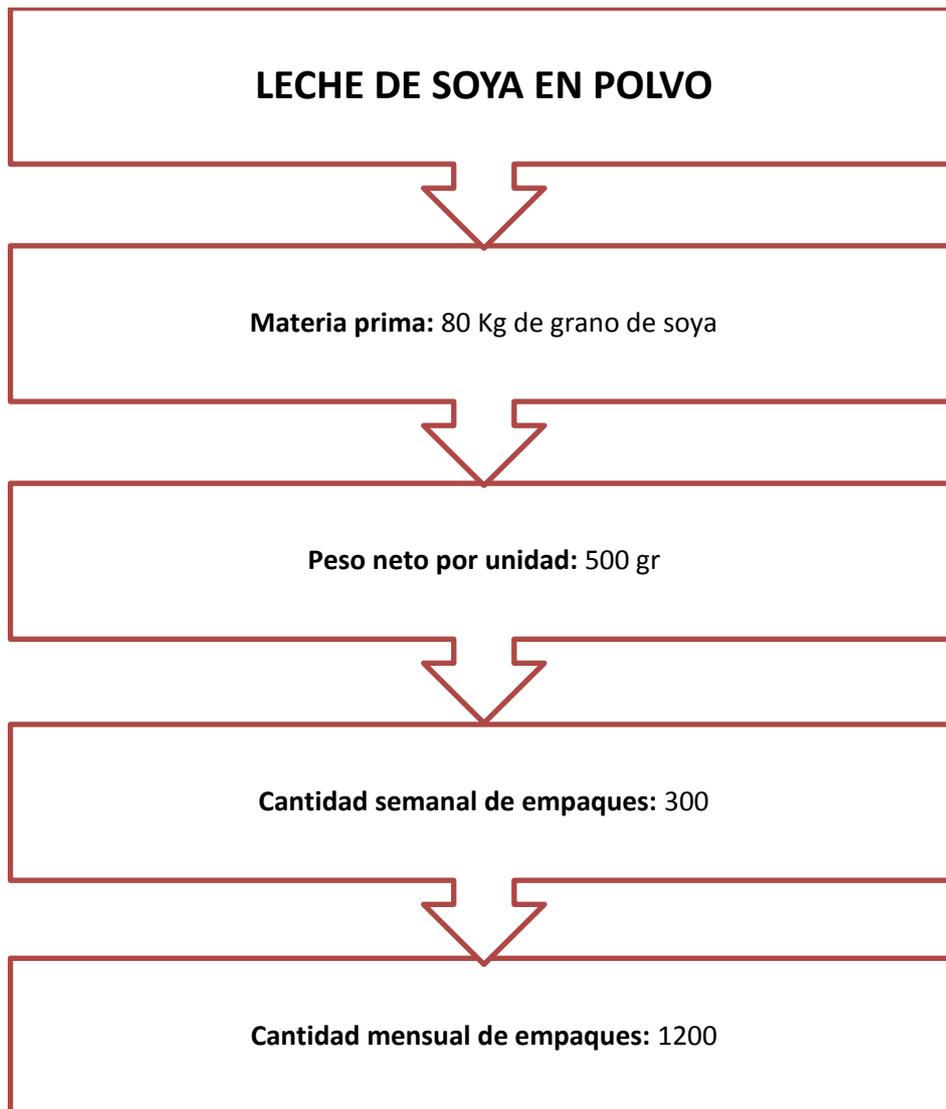
### 3.2.8.3. Distribución de la planta

La Empresa de Productos Lácteos “LA HERENCIA”, al ser ya una empresa posicionada en el mercado con sus productos actuales, cuenta con las áreas establecidas necesarias para su funcionamiento adecuado. Actualmente cuenta con un área de 322 m<sup>2</sup>, mismo que se distribuye en diferentes áreas que se describen brevemente a continuación:

- **Área de producción:** El área de producción es donde se realiza los diferentes productos que la empresa requiere distribuir a los consumidores.
- **Área de descanso:** El área de descanso está destinada a los operadores que cuentan con un horario establecido o con funciones específicas, pues tienen la oportunidad de contar con un área para descansar fuera de horario, aumentando su rendimiento durante sus jornadas.
- **Área de baños, duchas y vestidores:** Es el área destinada a todo el personal para que puedan cambiarse, ya que es necesario utilizar ropa especial para la manipulación de los productos y para comodidad del operador.
- **Área de almacenamiento:** El área de almacenamiento está destinada a albergar ciertos productos para que no exista contaminación ni daños en los mismos, como en nuestro caso, el producto de la leche de soya en polvo.
- **Área de máquinas y mantenimiento:** El área de máquinas y mantenimiento es en la que se destina las maquinas auxiliares para el correcto funcionamiento de la planta, además está destinado para el almacenamiento de diferentes implementos necesarios para distintas operaciones de los procesos.
- **Área de administración y control de producción:** En esta área están dispuestas las oficinas en donde se genera la parte administrativa y de control para los jefes de producción según sea el caso.

#### *3.2.8.4. Capacidad de producción*

Es necesario determinar la capacidad semanal y por ende mensual, considerando que por apertura y por falta de recursos humanos, la empresa de Productos Lácteos “LA HERENCIA” ha sugerido la producción de 1 lote de leche de soya en polvo a la semana:



**Figura 12-3:** Capacidad de producción

**Realizado por:** Maritza Méndez, 2018.

### **3.3 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria**

#### ***3.3.1. Requerimientos de Equipos***

Es necesario definir los equipos necesarios en cada uno de los sistemas para la implementación del proceso de obtención de leche de soya en polvo, mismos que se describen y especifican a continuación:

**Tabla 61-3:** Requerimientos para la implementación del proceso de obtención de leche de soya en polvo

<b>SISTEMA / COMPONENTE</b>	<b>TECNOLOGÍA/EQUIPO/MAQUINARIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN</b>
Lavado	Tanque de lavado con canastilla	Es un sistema diseñado para el lavado de granos, ya comercializado a escala industrial, en el que le lava el grano sin necesidad de inmersión, por medio de una llave que da directo a la materia prima.	Acero Inoxidable AISI 304
Hidratación	Tanque de hidratación	El tanque de hidratación es un tanque sencillo con la capacidad adecuada para el contenido del agua y el grano	Acero Inoxidable AISI 304
Extracción	Extractor de leche de soya	En este equipo se realiza la trituración del grano con agua para obtener la leche de soya líquida.	Acero Inoxidable AISI 304
Secado por aspersión	Secador por aspersión	Este equipo es el encargado de convertir en polvo la leche de soya líquida, con ayuda de un encapsulante y calor.	Acero Inoxidable AISI 304
Empaquetado	Empacadora automática	La empacadora automática es necesaria para el llenado de la cantidad determinada para cada uno de los empaques, sin necesidad de intervención humana durante todo el proceso.	Acero Inoxidable AISI 304
Pesaje de materia prima e insumos	Balanza mecánica	La balanza es necesaria para la medición de la cantidad exacta del encapsulante en base al peso de materia prima que ingresa y leche de soya líquida obtenida.	-----

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

### 3.3.2. Requerimientos para el funcionamiento del proceso

**Tabla 22-3:** Requerimientos para el funcionamiento del proceso

NECESIDAD	MATERIAL
Materia prima	Soya en grano
Insumos	Maltodextrina, Agua purificada
Otros	Empaques con diseño de la etiqueta

Realizado por: Maritza Méndez, 2018

### 3.4 Análisis de Costo/beneficio del proyecto

#### 3.4.1. Presupuesto

Se realizó una investigación acerca del costo aproximado de cada uno de los equipos y componentes que son necesarios para la futura implementación del proceso en la Empresa de Productos Lácteos “La Herencia”, mismos que se especifican a continuación:

**Tabla 23-3:** Costos para la implementación del proceso de obtención de leche de soya en polvo

<b>COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE LECHE DE SOYA EN POLVO</b>			
MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>			
<b>Tanque de lavado</b>	1	\$830	\$830
<b>Tanque de hidratación</b>	1	\$560	\$560
<b>Extractor de leche de soya</b>	1	\$500	\$500
<b>Secador por aspersión</b>	1	\$10800	\$10800
<b>Empacadora automática</b>	1	\$1900	\$1900
<b>Balanza</b>	1	\$127	\$127
<b>Varios</b>	1	\$800	\$800
Subtotal			<b>\$15 517</b>
<b>INSTALACIONES DE EQUIPOS</b>			
<b>Mano de obra</b>	1	\$500	\$500
<b>Tuberías y accesorios</b>	1	\$200	\$200
Subtotal			<b>\$700</b>
TOTAL			<b>\$16 217</b>

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 24-3:** Costos de materia prima e insumos

<b>COSTOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS</b>				
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Soya</b>	80	Kg	\$0,90	\$72,00
Subtotal				<b>\$72,00</b>
<b>INSUMOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Maltodextrina</b>	85,61	1 Kg	\$1,80	\$154,09
<b>Agua purificada</b>	0,16	m <sup>3</sup>	\$3,00	\$24,00
<b>Empaques</b>	300	--	\$0,04	\$12,00
Subtotal				<b>\$190,09</b>
TOTAL				<b>\$262,09</b>

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 25-3:** Costos de mano de obra

<b>COSTOS DE MANO DE OBRA</b>			
<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Operarios</b>	2	\$386	\$772
<b>Técnicos</b>	1	\$500	\$500
TOTAL			<b>\$1272</b>

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 26-3:** Costos de requerimientos energéticos

<b>COSTOS DE REQUERIMIENTOS ENERGETICOS</b>			
<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Energía</b>	Kw/mes	0.04 /Kwh	\$100
<b>Agua potable</b>	m <sup>3</sup> /mes	0.35/ m <sup>3</sup>	\$20
TOTAL			<b>\$120</b>

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 27-3:** Costos totales

<b>COSTOS TOTALES DE IMPLEMENTACION DEL PROCESO</b>	
DETALLE	COSTO TOTAL
Costos de implementación (maquinaria y equipos)	\$16 217
Costos de materia prima e insumos	\$262,09
Costos de mano de obra	\$1272
Requerimientos energéticos	\$120
TOTAL	<b>\$17 871,09</b>

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

**Tabla 28-3:** Egresos mensuales de producción

<b>COSTOS TOTALES DE EGRESOS MENSUAL</b>	
DETALLE	COSTO TOTAL
Costos de materia prima e insumos	\$1048,36
Costos de mano de obra	\$1272
Requerimientos energéticos	\$120
TOTAL	<b>\$2440,36</b>

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

Considerando que cada empaque de 500 g cueste \$2,034 producirlo, y si se comercializa en \$4,00, basado en los precios comercializados por la leche de los egresos, ingresos y ganancias mensuales se muestran a continuación:

**Tabla 29-3:** Costos de producción

Cantidad de producto (Kg)	Peso neto producto (g)	Cantidad de producción mensual	Costo unitario por empaque (\$)	Total de ingresos (\$)
600	500	1200 empaques	\$4,00	\$4800
<b>INGRESOS</b>				
Semanal		Mensual		Anual
<b>\$1 200,00</b>		\$4 800,00		\$57 600,00
<b>EGRESOS</b>				
Semanal		Mensual		Anual
<b>\$610,09</b>		\$2440,36		\$29,284,32
<b>TOTAL GANANCIAS</b>				
Semanal		Mensual		Anual
<b>\$589,91</b>		\$2359,64		\$28 315,68

Realizado por: Maritza Méndez, 2018

**Tabla 30-3:** Calculo del VAN y TIR

DATOS		TIPO DE INTERES									
PERIODOS	FLUJO DE CAJA	0%	1%	5%	9%	10%	14%	20%	25%	30%	35%
0	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09	-17871,09
1	2359,63	2359,63	2336,27	2247,27	2164,80	2145,12	2069,85	1966,36	1887,70	1815,10	1747,87
2	4719,26	4719,26	4626,27	4280,51	3972,11	3900,21	3631,32	3277,26	3020,33	2792,46	2589,44
3	7078,89	7078,89	6870,70	6115,01	5466,20	5318,47	4778,05	4096,58	3624,39	3222,07	2877,16
4	9438,52	9438,52	9070,23	7765,09	6686,49	6446,64	5588,36	4551,76	3866,02	3304,69	2841,64
5	11798,15	11798,15	11225,53	9244,16	7667,99	7325,72	6127,59	4741,41	3866,02	3177,58	2631,15
6	14157,78	14157,78	13337,27	10564,75	8441,82	7991,70	6450,09	4741,41	3711,38	2933,16	2338,80
7	16517,41	16517,41	15406,09	11738,61	9035,59	8476,04	6600,97	4609,71	3463,95	2632,32	2021,18
8	18877,04	18877,04	17432,63	12776,72	9473,75	8806,28	6617,52	4390,20	3167,04	2314,13	1711,05
9	21236,67	21236,67	19417,53	13689,35	9777,95	9006,42	6530,44	4115,81	2850,34	2002,61	1425,88
10	23596,3	23596,30	21361,42	14486,08	9967,33	9097,40	6364,96	3810,93	2533,63	1711,63	1173,56
11	25955,93	25955,93	23264,92	15175,89	10058,78	9097,40	6141,62	3493,36	2229,60	1448,30	956,24
12	28315,56	28315,56	25128,62	15767,16	10067,16	9022,21	5877,15	3175,78	1945,83	1215,36	772,72
13	30675,19	30675,19	26953,14	16267,71	10005,59	8885,51	5585,01	2867,02	1686,39	1012,80	620,08
14	33034,82	33034,82	28739,07	16684,83	9885,55	8699,10	5275,99	2572,97	1452,89	839,01	494,65
15	35394,45	35394,45	30486,99	17025,34	9717,12	8473,15	4958,64	2297,29	1245,33	691,49	392,58
16	37754,08	37754,08	32197,48	17295,58	9509,11	8216,39	4639,66	2042,04	1062,68	567,38	310,19
17	40113,71	40113,71	33871,11	17501,48	9269,20	7936,28	4324,25	1808,06	903,28	463,72	244,13
18	42473,34	42473,34	35508,45	17648,55	9004,08	7639,20	4016,33	1595,34	765,13	377,69	191,47
19	44832,97	44832,97	37110,04	17741,93	8719,55	7330,55	3718,82	1403,31	646,11	306,67	149,71
20	47192,6	47192,60	38676,43	17786,39	8420,62	7014,88	3433,81	1230,97	544,09	248,32	116,73
RESULTADOS	<b>VAN</b>	477651,21	415149,12	243931,33	149439,71	132957,58	84859,35	44916,48	26601,04	15205,39	7735,15
	<b>TIR</b>	43,40%	43,40%	41,98%	36,57%	31,56%	30,36%	25,79%	19,50%	14,72%	10,31%

Realizado por: Maritza Méndez, 2018.

### ***3.4.2. Análisis costo-beneficio***

Como se puede observar en la tabla anterior, si el empaque de 500 gr de leche de soya en polvo se vende a \$4,00, con respecto a productos similares que se encuentran ya en el mercado, las ganancias anuales son de \$28 315,68. Si el monto total de inversión del proceso, incluyendo la mano de obra y el costo de la materia prima del primer mes de funcionamiento, es de \$17 871,09, indica que la inversión total se recuperará en menos de un año, considerando que se realice un lote de 300 empaque cada semana. Sin embargo, aunque las ganancias anuales son altas, se realizó el cálculo del VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) para determinar la rentabilidad del proyecto.

Según la tabla anterior se muestra que incluso si existiese un descuento del 35 % en los ingresos mensuales, ya sea por intereses del banco (si se realiza un préstamo para la implementación), o si se descuenta de los seguros o mantenimiento de los equipos, el proyecto seguirá siendo rentable, hasta por 20 meses, es por eso que los valores del VAN y el TIR en todos los casos es positivo y con valores favorables. Estos valores reflejan que la implementación del proceso de obtención de leche de soya en polvo para la Empresa de Productos Lácteos “La Herencia”, es totalmente factible económicamente.

### 3.5 Cronograma de ejecución del proyecto.

A continuación, se muestra el cronograma de las actividades realizadas en la ejecución y elaboración de este trabajo de titulación dividido en varios meses predispuestos desde la revisión de la bibliografía.

ACTIVIDAD	TIEMPO																							
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° 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																								
Elaboración anteproyecto																								
Presentación y aprobación anteproyecto																								
Caracterizar la materia prima para el proceso de elaboración de leche de soya en polvo.																								
Identificar las variables del proceso de obtención de leche de soya en polvo mediante secado por atomización.																								
Determinar las variables y parámetros del proceso.																								
Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño de los equipos que intervienen en el proceso de obtención del producto.																								
Validar el proceso establecido mediante la NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989																								
Elaboración de borrador de tesis																								
Corrección borrador de tesis																								
Tipiado del trabajo final																								
Empastado y presentación del trabajo final																								
Auditoría académica																								
Defensa del trabajo																								

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En primer lugar, se realizó la revisión bibliográfica acerca de los procesos de obtención de leche de soya líquida y su operación de secado, para obtener el producto final, a partir de allí se hizo una simulación del proceso en el laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, mismo que se partió de 1 Kg de grano de soya seco. La materia prima que se utilizó en la parte experimental de este trabajo de titulación, se envió al Laboratorio SAQMIC (Servicios Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos), en el que se hizo la caracterización físico químico y organoléptico del grano comprobando que la humedad y demás parámetros físico químicos son aceptables para utilizarla en la obtención del producto.

Comprobando que el grano de soya es de buena calidad para utilizarlo en el proceso simulado a escala de laboratorio se procedió al lavado del grano y puesto a hidratación por un lapso de 24 horas para favorecer la extracción de los nutrientes contenidos en la soya, pasado ese tiempo, se realizó la extracción de la leche de soya líquida con la trituración del grano con agua purificada en una relación 2:1 de agua con respecto al grano, para luego filtrarlo y obtener la leche de soya líquida. Ya obtenida la misma, se realizó una mezcla con el 50% de maltodextrina (encapsulante) para poder secarla por medio de la operación de secado por aspersión, en el que se somete las partículas de la mezcla a altas temperaturas para convertirlo en polvo. La realización de este proceso a escala de laboratorio permitió definir cada una de las operaciones y variables que intervienen en el proceso de elaboración de leche de soya en polvo. El producto obtenido en la parte experimental de este proyecto se envió al Laboratorio de Control y Análisis de alimentos de la Universidad Técnica de Ambato para validar el proceso diseñado, comparando sus resultados con la Norma Codex Para Productos Proteínicos de Soya (Codex Standard 175-1989).

Los resultados físico químicos del producto obtenido indican que son correctos para la validación de este proceso, pues si los comparamos con los parámetros de la norma en la que se basa este trabajo de titulación, nos fijamos que los resultados son adecuados, pues la humedad no excede del 10 %, además el contenido de proteína no es menor a 50 %, de igual forma la ceniza no excede del 8 %, y la cantidad de fibra cruda no excede del 6 %, de igual forma, como se trata de un alimento, y aunque la norma no lo exija, se realizó un análisis microbiológico para asegurar que el mismo no está contaminado con microorganismos patógenos, siendo los resultados de este estudio totalmente favorable.

Con los datos obtenidos en la simulación del proceso de obtención de la leche de soya en polvo a escala de laboratorio, se realizó los cálculos ingenieriles para los equipos que intervienen en el mismo, para una capacidad de producción requerido por la empresa de 150 Kg de producto por

cada lote. Los equipos diseñados son: un tanque de lavado con canastilla de  $0,059 \text{ m}^3$  de volumen, un tanque de hidratación con un volumen de  $0,19 \text{ m}^3$ , un equipo extractor de leche de soya para la obtención de  $0,17 \text{ m}^3$  de leche de soya líquida y por último un secador por aspersión con capacidad de  $0,024 \text{ Kg/s}$ .

Para finalizar este trabajo de titulación se realizó también un análisis costo-beneficio del proyecto, en el que se estimó los costos en el mercado de cada equipo diseñado y de cada necesidad para poder implementar el proceso en la Empresa de Productos Lácteos “La Herencia”, el cálculo se realizó también incluyendo los costos de materia prima, mano de obra y requerimientos energéticos como luz eléctrica y agua potable. El valor de implementación del mismo es de \$17 871,09, y el costo unitario de producción de cada empaque de producto de 500 gr es de \$2,034, si se comercializa a \$4,00, considerando el costo de productos similares que se encuentran ya en el mercado, las ganancias anuales son de \$28 315,68, lo que significa que en menos de 1 año ya se recuperaría el valor invertido, es así que según los cálculos del VAN y el TIR se muestra que incluso si existiese un descuento del 35 % en los ingresos mensuales, ya sea por intereses del banco (si se realiza un préstamo para la implementación), o si se descuenta de los seguros o mantenimiento de los equipos, el proyecto seguirá siendo rentable, hasta por 20 meses.

## CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización del grano de soya mediante un análisis físico químico para determinar si es apto para utilizarlo como materia prima para el proceso de elaboración de leche de soya en polvo, obteniendo resultados de proteína en un porcentaje de 12,58 %, humedad de 7,01 %, cenizas de 5,66 %, un porcentaje de grasas de 9,90 % y 4,50 % de fibra. Según la norma NTE INEN 452: 1996 para la soya en grano, la humedad del grano no debe ser mayor al 13 %, corroborando que es correcto, al obtener un resultado para este parámetro de 7,01%.
- Se identificó las variables más importantes del proceso de obtención de leche de soya en polvo en cada una de las operaciones que intervienen en el mismo en base a la simulación del proceso a escala del laboratorio., siendo las siguientes: en la hidratación del grano se debe controlar el tiempo de hidratación que son 24 horas y la cantidad de agua para el grano que es 3:1 en relación al peso de soya. En la extracción de la leche de soya líquida se debe controlar la cantidad de agua que ingresa con respecto a la alimentación del grano que está establecida con una relación 2:1 y por último en el secado por aspersión es necesario controlar la temperatura en la que se produce el secado de las gotas, misma que debe estar entre 100 y 115° C.
- Luego de la identificación de las variables se realizaron los cálculos ingenieriles para el diseño de los equipos que intervienen en el proceso de obtención de la leche de soya en polvo para una capacidad de producción requerido por la empresa de 150 Kg de producto por cada lote. Los equipos diseñados son: un tanque de lavado con canastilla de 0,059 m<sup>3</sup> de volumen, un tanque de hidratación con un volumen de 0,19 m<sup>3</sup>, un equipo extractor de leche de soya para la obtención de 0,17 m<sup>3</sup> de leche de soya líquida y por último un secador por aspersión con capacidad de 0,024 Kg/s.
- Se realizó la validación del proceso diseñado mediante la caracterización de los parámetros físico-químicos que exige la NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA. CODEX STAN 175-1989, además de realizar un análisis microbiológico para corroborar que no contiene patógenos perjudiciales para la salud y sea totalmente seguro su consumo. Los resultados físico químicos del producto obtenido indican que son correctos para la validación de este proceso, pues si los comparamos con los parámetros de la norma antes mencionada, los resultados son adecuados, pues la humedad no excede del 10 % (9,16 %), además el

contenido de proteína no es menor a 50 % (58,9 %), de igual forma la ceniza no excede del 8 % (5,12%), y por último la cantidad de fibra cruda no excede del 6 % (0,519 %) tal como lo pide la norma.

## **RECOMENDACIONES**

- La materia prima receptada sea de buena calidad ya que se omite el paso de la selección de la misma, sin embargo, serán eliminadas las impurezas de menor tamaño en la operación de lavado para aprovechar tiempo y recursos humanos.
- Es necesario tomar en cuenta que el tiempo de hidratación no sobrepase de las 24 horas para evitar alteraciones al grano a causa del agua absorbida por el mismo.
- La temperatura del secado por aspersión debe ser controlada de manera constante, para evitar que el producto llegue a quemarse, pues se vuelve de una coloración caramelo si sucediera.
- La cantidad de agua con respecto al grano en la operación de extracción, debe ser la indicada en este trabajo de titulación para evitar que exista menor calidad en la leche de soya líquida obtenida en este paso.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Badui Dergal, S. C. G. Hú. R. Tú.** *Química de los alimentos*. Pearson Educación. [En línea], 2006. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=uccma.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mn=004605>
- **Bautista Justo, M. et al.** *Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer*, *Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*. [En línea], 2007. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Katarzyna\\_Wrobel/publication/237823843\\_Desarrollo\\_de\\_pan\\_integral\\_con\\_soya\\_chia\\_linaza\\_y\\_acido\\_folico\\_como\\_alimento\\_funcional\\_para\\_la\\_mujer/links/0f31752e65ac04773b000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Katarzyna_Wrobel/publication/237823843_Desarrollo_de_pan_integral_con_soya_chia_linaza_y_acido_folico_como_alimento_funcional_para_la_mujer/links/0f31752e65ac04773b000000.pdf)
- **Brito, F.** ‘*La Soya, Fuente Barata De Proteinas Y Su Utilizacion*’, *Iniap*, pp. 6–7. [En línea], 1992. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec>.
- **Calvo, D.** ‘*La Soja : Valor Dietético Y Nutricional*’, pp. 1–42. 2003.
- **Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.** *Soya(Glycine max (L) Merril) alternativa para los sistmas de producción de la Orinoquia Colombiana*. Corpoica. (2006)
- **CORPOICA.** *El Cultivo la Soya - C. Barriga Solorio* - Google Libros. [En línea], 1994. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=5dhxsw1aK8cC&printsec=frontcover&dq=soya &hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwixwaTBjdDeAhXlxlkKHXY5BAEQ6AEIJzAA#v=onepage&q=soya&f=false>.
- **Cuenca, M. M. & Quicazán, M. C.** ‘*Comparación de la Fermentación de Bebida de Soya y Leche de Vaca utilizando un Cultivo Láctico Comercial*’, *Ingeniería y Competitividad*, 5(2), p. 16. [En línea] 2011. Disponible en: doi: 10.25100/iyc.v5i2.2292.
- **Edward, D.** ‘*Los Beneficios de la Invertasa para la Salud*’, *Ghc*. [En línea] 2011. Disponible en: <http://www.globalhealingcenter.net/salud-natural/invertasa-salud.html>.
- **Gómez-Cruz, N. I. & Jiménez-Munguía, M. T.** *Métodos de secado de emulsiones*

*alimentarias*. [En línea] 2011. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-82-Gomez-Cruz-et-al-2014.pdf>

- **Heleodoro, M. M.** *Algunos Problemas Y Soluciones en la Introducción de la Soya en Centroamerica*. El Salvador. [En línea] 1976. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=--AOAQAAIAAJ&pg=PA9&dq=soya&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwixwaTBjdDeAhXlxlkKHXY5BAEQ6AEIQjAG#v=onepage&q=soya&f=false>
- **Herrera, C. H., Bolaños V., N. and Lutz C., G.** *Química de Alimentos: Manual de laboratorio* C., Carlos H. Herrera R. - Google Libros. Edited by Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José- Costa Rica. [En línea] 2003. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=8VpJ8foyDiIC&pg=PA111&dq=soya&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi-s6jNjdDeAhXCqFkKHfWFDyI4ChDoAQguMAI#v=onepage&q=soya&f=false>
- **López Hernández, O. D.** *Microencapsulación de sustancias oleosas mediante secado por aspersión*, Revista Cubana de Farmacia. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. [En línea] 2010. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152010000300013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152010000300013)
- **De Luna, A.** 'Composicion y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano', *Investigacion y Ciencia*, 37, pp. 38–39. [En línea] 2007. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: doi: 10.3305/nh.2014.29.6.7047.
- **Nonhebel, G., Moss, A. A. H. and Terrizzano, M.** *El secado de sólidos en la industria química*. Reverté. 1979.
- **Parra Huertas, R. A.** *Microencapsulación de Alimentos.*, Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. [En línea] 2010. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25055>
- **Pino, J. and Bringas Lantigua, M.** *Microencapsulación de saborizantes mediante secado por atomización*. Primera. Edited by ReCiTelA. La Habana-Cuba. [En línea] 2012. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=4\\_kuj2xeV9QC&pg=PA46&dq=secado+por+aspersi](https://books.google.com.ec/books?id=4_kuj2xeV9QC&pg=PA46&dq=secado+por+aspersi)

on&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi4sY3djdDeAhXqt1kKHc8wBAEQ6AEIMTAC#v=onepage&q=secado por aspersion&f=false.

- **Ramirez Navas, J. S.** ‘*Liofilización de Alimentos*’, Universidad del Valle-ReCiTeLA, 6 (2). [En línea] 2006. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=hNcKTLfmPI4C&pg=PA20&dq=secado+por+aspersion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjak7T8jdDeAhVDvFkKHV3SBwk4ChDoAQhMMAk#v=onepage&q=secado por aspersion&f=false>.
- **Rosado, J. L.** ‘*Intolerancia a la lactosa*’, Gaceta Medica de Mexico, 152, pp. 67–73. [En línea] 2016. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: doi: 10.1016/j.medcli.2016.11.018.
- **Sharma, S. K., Mulvaney, S. J. and Rizvi, S. S. H.** *Ingeniería de alimentos : operaciones unitarias y prácticas de laboratorio*. Limusa Wiley. [En línea] 2003. [Consulta: 15 November 2018]. Disponible en: Available at: <https://books.google.com.ec/books?id=MSfMAAAACAAJ&dq=secado+por+aspersion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwisZOHjtDeAhWDzVkKHZJ9ADU4FBD0AQgmMAA>
- **Tipti.** *¿Qué es la Soja? Valor nutricional, propiedades y beneficios.* - Vivegano. [En línea] 2017. [Consulta: 20 Junio 2018]. Disponible en: <https://vivegano.com/la-soja-valor-nutricional-propiedades-beneficios/>.
- **Torres y Torres, N. and Tovar-Palacio, A. R.** *La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud*, Salud Pública de México. Secretaría de Salubridad y Asistencia. [En línea] 2009. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342009000300016](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342009000300016)
- **Treybal, R. E., García Rodríguez, A. and Lozano, F. J.** *Operaciones de transferencia de masa*. McGraw-Hill. [En línea] 1998. [Consulta: 15 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=vcLjAQAACAAJ&dq=secado+por+aspersion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwisZOHjtDeAhWDzVkKHZJ9ADU4FBD0AQguMAE>
- **Universidad Autónoma de Aguascalientes.,** *Investigación y ciencia.*, Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Apoyo a la

Investigación y Educación Continua., A. *ISSN-e 1665-4412, N.º. 37, 2007, pág. 35.* [En línea] 2003. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6110380>.

- **Universidad de Costa Rica, C. V. E., Colegio de Ingenieros Agrónomos and Ministerio de Agricultura y Ganadería** *Agronomía costarricense.*, Universidad de Costa Rica. [En línea] 2000. [Consulta: 27 July 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/436/43624106/>.
- **Universidad Nacional de Colombia** *FOOD MICROENCAPSULATION: A REVIEW*, Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Colombia. [En línea] 2010. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472010000200020](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472010000200020)
- **Valderrama, J.** *'Información Tecnológica.'*, Centro de Informacion Tecnologica (CIT), 9(1). [En línea] 1998. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=vnUZE-9tdbEC&pg=PA74&dq=secado+por+aspersion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi4sY3djdDeAhXqt1kKHc8wBAEQ6AEIOTAE#v=onepage&q=secado por aspersion&f=false>.
- **Valeínnia Ramirez, R. A. and Garzon Albarracín, V.** *Potencialidades de la Soya y Usos En La Alimentacion Humana y Animal.* Corpoica. Villavicencio. [En línea] 2004. [Consulta: 12 November 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=wpb8t97DfVAC&printsec=frontcover&dq=soya&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwixwaTBjdDeAhXlxlkKHXY5BAEQ6AEILDAB#v=onepage&q=soya&f=false>.
- **Vanegas Pérez, L. S., Restrepo Molina, D. A. and López Vargas, J. H.** *'Características De Las Bebidas Con Proteína De Soya'*, Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 62(2), pp. 5165–5175. [En línea] 2009. [Consulta: 15 November 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472009000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
- **Yáñez, J.** *Estudio del efecto de mezclas gelana-maltodextrina en la microencapsulación de Lactobacillus del brueckii Ssp. Bulgaricus empleando secado por aspersion.* [En línea] 2009.

[Consulta: 12 November 2018]. Disponible en:  
<https://books.google.com.ec/books?id=NntUAQAACAAJ&dq=secado+por+aspersion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjak7T8jdDeAhVDvFkKHV3SBwk4ChDoAQhEMAc>

## ANEXOS

### ANEXO A: Norma para productos proteínicos de soja. Codex Standar 175-1989.

1

Codex Standard 175-1989

## NORMA PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA

CODEX STAN 175-1989

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los productos proteínicos vegetales (PPV) preparados con granos de soja (semillas de *Glycine Max. L.*) mediante diversos procedimientos de separación y extracción. Estos productos se fabrican para utilizarlos en alimentos que requieren preparación ulterior, y en la industria de elaboración.

### 2. DESCRIPCIÓN

Los productos proteínicos de soja (PPS) a que se aplica esta norma son productos alimenticios obtenidos de la soja mediante la reducción o eliminación de algunos de los principales constituyentes no proteínicos (agua, aceite, almidón y otros carbohidratos) de forma que se obtiene un contenido proteínico (N x 6,25) de:

- en el caso de harina proteínica de soja (HPS), 50 por ciento o más, y menos del 65 por ciento;
- en el caso de concentrados proteínicos de soja (CPS), 65 por ciento o más, y menos del 90 por ciento;
- en el caso de aislados proteínicos de soja (APS) 90 por ciento o más.

El contenido proteínico de soja se calcula sobre la base del peso en seco excluidas las vitaminas, minerales y aminoácidos añadidos, así como los aditivos alimentarios.

### 3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD Y NUTRICIONALES

#### 3.1 Materias primas

Semillas limpias en buen estado, maduras, secas y esencialmente exentas de otras semillas y materias extrañas de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, o PPS de menor contenido proteínico pero que satisfagan las especificaciones contenidas en esta norma.

3.2 Los PPS se ajustarán a los siguientes requisitos de composición:

#### 3.2.1 Humedad

El contenido no deberá exceder del 10 por ciento (m/m).

#### 3.2.2 Proteína cruda

(N x 6,25) será:

- en el caso de los HPS, 50 por ciento o más, y menos del 65 por ciento
- en el caso de los CPS, 65 por ciento o más, y menos del 90 por ciento
- en el caso de los APS, 90 por ciento o más

referido al peso en seco, excluidas las vitaminas, minerales y aminoácidos añadidos y los aditivos alimentarios.

#### 3.2.3 Ceniza

El volumen de ceniza que se obtenga mediante incineración no deberá exceder del 8 por ciento referido al peso en seco.

#### 3.2.4 Grasa

El contenido de grasa residual deberá ser compatible con las buenas prácticas de fabricación.

#### 3.2.5 Fibra cruda

El contenido no deberá exceder:

- en el caso de los HPS, del 5 por ciento
- en el caso de los CPS, del 6 por ciento
- en el caso de los APS, del 0,5 por ciento

referido al peso en seco.

#### 3.3 Ingredientes facultativos

- a) carbohidratos, incluidos los azúcares
- b) grasas y aceites comestibles
- c) otros productos proteínicos
- d) vitaminas y minerales
- e) sal
- f) hierbas aromáticas y especias

### 3.4 Factores nutricionales

La elaboración deberá controlarse cuidadosamente y ser suficientemente minuciosa para asegurar un aroma y sabor agradable óptimos, así como para controlar factores tales como el inhibidor de tripsina, las hemaglutininas, etc., de acuerdo con el uso a que se destinan. Cuando sea necesario controlar la actividad de los inhibidores de tripsina en un alimento, se deberá definir el máximo nivel permisible tomando como base el estado de elaboración final del alimento. Algunos PPS se elaboran en condiciones de baja temperatura para evitar la pérdida de solubilidad en las proteínas o la actividad enzimática. Estos PPS para fines especiales serán analizados para determinar el valor nutritivo y después de someterlos a un tratamiento térmico adecuado. La elaboración no debe ser tan intensa que menoscabe notablemente el valor nutritivo.

## 4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

---

Al manufacturar los PPS se podrán utilizar las siguientes clases de coadyuvantes de elaboración, según aparecen registrados en el inventario consultivo de la Comisión del Codex Alimentarius:

- Reguladores de la acidez
- Agentes antiespumantes
- Agentes solidificantes
- Preparaciones de enzima
- Disolventes para extracción
- Agentes antiestáticos
- Agentes para el tratamiento de harinas
- Agentes de control de la viscosidad

## 5. CONTAMINANTES

---

Los PPS no deberán contener metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

## 6. HIGIENE

---

- 6.1 Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de esta norma se preparen de conformidad con las secciones pertinentes del *Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios generales de Higiene de los Alimentos* (CAC/RCP 1-1969).
- 6.2 En la medida compatible con las buenas prácticas de fabricación, el producto deberá estar exento de materias objetables.
- 6.3 Cuando se analice el producto con métodos adecuados de muestreo y examen, dicho producto:
- a) deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
  - b) no deberá contener sustancias que procedan de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
  - c) no deberá contener otras sustancias tóxicas en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

## 7. ENVASADO

---

Los PPS se envasarán en recipientes higiénicos apropiados que mantengan el producto en condiciones higiénicas y al abrigo de la humedad durante su almacenamiento y transporte.

## 8. ETIQUETADO

---

Además de las disposiciones de la *Norma General para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados* (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

### 8.1 Nombre del alimento

- 8.1.1 El nombre del alimento a declararse en la etiqueta deberá ser:
- "harina proteínica de soja" o "harina proteínica de soya" cuando el contenido proteínico sea del 50 por ciento o más y menor del 65 por ciento;
  - "concentrado proteínico de soja" o "concentrado proteínico de soya" cuando el contenido proteínico sea del 65 por ciento o más, y menor del 90 por ciento;

- “aislado proteínico de soja” o “proteína de soja aislada” o “aislado proteínico de soya” o “proteína de soya aislada”, cuando el contenido proteínico sea del 90 por ciento o más.
- 8.1.2 El nombre podrá incluir un término que describa con precisión la forma física del producto, v.gr. “gránulos” o “fragmentos”.
- 8.1.3 Cuando se someta el PPS a un proceso de texturización, el nombre del producto podrá incluir un calificativo apropiado, como “texturizado” o “estructurado”.

## **8.2 Lista de ingredientes**

En la etiqueta se declarará la lista completa de los ingredientes en orden decreciente de proporciones, excepto que, cuando se hayan añadido vitaminas o minerales, estos ingredientes se indicarán como grupos separados de vitaminas y minerales, respectivamente, sin que dentro de tales grupos sea necesaria su enumeración en orden decreciente de proporciones.

## **8.3 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor**

La información sobre los envases no destinados a la venta al por menor figurará o bien en los envases o en los documentos que los acompañan, salvo que el nombre del producto, el marcado de la fecha y las instrucciones para la conservación, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador podrán ser sustituidos por una señal de identificación, siempre que tal señal sea claramente identificable con los documentos que lo acompañen.

## **9. MÉTODOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS**

---

Véase textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo.

ANEXO B: Norma INEN NTE 452:1996. Granos y cereales. Soya en grano.



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 452:1996**  
**Segunda revisión**

---

---

## **GRANOS Y CEREALES. SOYA EN GRANO. REQUISITOS.**

### **Primera Edición**

GRAINS AND CEREALS. SOYA BEANS GRAIN. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Granos y cereales, soya, requisitos.

MC: 05.04-403

CDU: 633.3

CIIU: 1110

ICS: 67.200.20

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	SOYA EN GRANO. REQUISITOS.	NTE INEN 452:96 Segunda revisión 1996-11
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir la soya en grano para su comercialización.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIONES</b></p> <p>2.1 <b>Soya.</b> Planta perteneciente a la familia de las leguminosas. Género <i>Glycine</i>. Especie <i>max</i>.</p> <p>2.2 <b>Soya en grano.</b> Es el conjunto de granos procedentes de cualquier variedad de la planta <i>Glycine max L.</i></p> <p>2.3 <b>Soya seca.</b> Grano cuyo contenido de humedad no es mayor de 13%.</p> <p>2.4 <b>Madurez fisiológica.</b> Etapa del grano, en la que se ha producido el máximo crecimiento, acumulación de materia seca y con un alto contenido de humedad.</p> <p>2.5 <b>Madurez comercial.</b> Grano de soya que ha cumplido su madurez fisiológica y que posee características adecuadas para su comercialización, almacenamiento e industrialización.</p> <p>2.6 <b>Soya de color constante.</b> Soya que se caracteriza porque no menos del 90%, corresponde al color característico de la variedad declarada. (No más del 10% puede corresponder a soya de otros colores).</p> <p>2.7 <b>Soya mezclada.</b> Soya que no reúne los requisitos de la soya de color constante y que tiene como máximo el 10% de soya de otro color.</p> <p>2.8 <b>Soya de otro color.</b> Soya en la que más del 10% corresponde a soya de otros colores (Para esta determinación el <i>hilum</i> de la soya no es considerado una parte de la cubierta de la semilla)</p> <p>2.9 <b>Soya amarilla.</b> Es la soya que tiene la cubierta de la semilla de color amarillo, que presenta color uniforme al corte transversal,</p> <p>2.10 <b>Soya verde.</b> Es la soya que tiene la cubierta de la semilla de color verde, que presenta color uniforme al corte transversal.</p> <p>2.11 <b>Soya castaña o marrón.</b> Es la soya que tiene la cubierta de la semilla de color castaño, que presenta color uniforme al corte transversal.</p> <p>2.12 <b>Soya negra.</b> Es la soya que tiene la cubierta de la semilla de color negro, que presenta color uniforme al corte transversal.</p> <p>2.13 <b>Soya bicolor.</b> Es la soya que tiene la cubierta de la semilla de dos colores.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES. Granos y cereales. Soya. Requisitos</p>		

**2.14 Grano entero.** Grano de soya cuyo tamaño es superior de las 3/4 partes, con relación al característico de la variedad.

**2.15 Tapilla.** Grano de soya en el que se han separado sus cotiledones (La tapilla completa no se considerará grano quebrado).

**2.16 Grano quebrado.** Grano de soya con menos de 3/4 del tamaño, con relación al característico de la variedad.

**2.17 Grano dañado.** Se considera como grano dañado a los que a continuación se describen:

**2.17.1 Por insectos.** Grano que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, etc.) debido a la acción de insectos.

**2.17.2 Germinado (brotado).** Grano que ha sufrido deterioro evidente en su estructura por el proceso de germinación.

**2.17.3 Verdoso.** Grano o pedazo de grano que presenta coloración verdosa en la cáscara y en la pulpa como consecuencia de la maduración forzada.

**2.17.4 Por calor.** Grano que ha sufrido deterioro en su estructura y presenta un color diferente al característico de la variedad por acción de elevadas temperaturas.

**2.17.5 Inmaduro (Chupado).** Grano que se presenta arrugado y atrofiado en su desarrollo.

**2.17.6 Grano dañado por hongos.** Grano de soya que ha sufrido deterioro en su estructura debido a la acción de hongos.

**2.17.7 Fermentado.** Todo grano o pedazo de grano que presenta un obscurecimiento manifiesto en más del 50% de su parte interna, acompañado por una alteración en su estructura debido a un principio de descomposición.

**2.17.8 Podrido.** Todo grano o pedazo de soya totalmente deteriorado por procesos avanzados de descomposición u olor a ácido butírico (podrido).

**2.18 Impureza.** Todo material diferente al grano de soya (restos de hojas, tallos, polvo, etc.), y también los granos y/o pedazos que pasan por un tamiz de malla 3,35 mm.

**2.19 Soya limpia.** Soya que tiene como máximo el 1 % de impurezas.

**2.20 Soya infestada.** Soya que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

**2.21 Soya contaminada.** Soya que contiene en su estructura residuos de plaguicidas, excrementos o aditivos perjudiciales fuera de los límites permitidos.

**2.22 Grado según muestra.** Es la soya en grano que no cumple con cualquiera de los requisitos específicos.

**2.23 Densidad (Peso hectolítrico).** Masa de grano por unidad de volumen.

(Continúa)

### 3. CLASIFICACIÓN

**3.1** La soya se clasifica en los siguientes tipos:

**3.1.1** Soya amarilla

**3.1.2** Soya verde

**3.1.3** Soya castaña o marrón

**3.1.4** Soya negra

**3.1.5** Soya bicolor

**3.1.6** Otras

### 4. REQUISITOS

**4.1 Específicos.** La soya engrano (tipos) deberá cumplir con los requisitos que se fijan en la tabla 1, y los que a continuación se describen.

**TABLA 1. Requisitos de la soya en grano.**

Requisitos	Grado				Método de ensayo
	1	2	3	4	
Peso hectolítico mínimo g/l	720	695	670	630	NTE INEN 1 464
Granos quebrados* % máximo	5,0	10,0	15,0	20,0	-----
Humedad % máximo	13,0	13,0	13,0	13,0	NTE INEN 1 235
Granos dañados* % máximo total	2,0	3,0	5,0	8,0	-----
Impurezas * % máximo total	1,0	1,0	1,0	1,0	-----
* El porcentaje será determinado en masa sobre masa (m/m)					

(Continúa)

**4.1.2** La soya en grano deberá estar libre de pedazos de vidrio.

**4.1.3** La soya en grano podrá tener como máximo 0,1 % de piedras (m/m).

**4.1.4** La soya en grano no deberá estar infestada.

**4.1.5** El número máximo de semillas, granos de otras especies por cada 100 gramos será dos.

**4.1.6** La soya en grano deberá estar libre de excrementos.

**4.1.7** La soya en grano deberá estar libre de: olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.

**4.1.8** La soya en grano, deberá sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de plaguicidas y metales pesados, hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.

## **4.2 Complementarios**

**4.2.1** La bodega de almacenamiento deberá presentarse limpia desinfectada, tanto interna como externamente, protegida contra el ataque de roedores.

**4.2.2** Cuando se asperje plaguicidas, se deberán utilizar los permitidos por la Ley para formulación, importación, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines de uso agrícola (Ley No 73).

**4.2.3** Los envases conteniendo la soya en grano, deberán estar almacenados sobre palets (estibas).

### **4.2.4 Protección del ambiente**

**4.2.4.1** Los residuos vegetales y otros producidos durante el proceso de clasificación deberán eliminarse de tal manera que no contaminen el ambiente, por ejemplo: compost, humus, etc.

**4.2.4.2** Los residuos de plaguicidas, envases que hayan contenido plaguicidas *no* deberán eliminarse directamente en el ambiente (cuerpos de agua, alcantarillas, quebradas, etc.), podrán ser eliminados por ejemplo de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 2 078.

## **5. INSPECCION**

### **5.1 Muestreo**

**5.1.1** El muestreo se efectuará de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 1 233.

**5.1.2** *Aceptación o rechazo.* Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta norma, se considerará no clasificada. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para considerar el lote fuera de norma. *Grado según muestra.*

(Continúa)

## 6. ENVASADO

6.1 La soya en grano podrá ser comercializada a granel, o en envases que aseguren la protección del producto contra la acción de agentes externos que puedan alterar sus características químicas o físicas, resistir las condiciones de manejo, transporte y almacenamiento.

## 7. ETIQUETADO

7.1 El productos final envasado, será etiquetado de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 1 334.

*(Continúa)*

**APENDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 233:1995 *Granos y cereales. Muestreo.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 235:1987 *Granos y cereales. Determinación del contenido de humedad. (Método de rutina).*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 334:1986 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Requisitos.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 464:1987 *Granos y cereales. Determinación del peso hectolítrico.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 078:1996 *Plaguicidas. Eliminación de residuos y de envases en el campo. Requisitos.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. *Informe sobre los sistemas de evaluación de calidad de granos en los países andinos: Ecuador, Colombia y Venezuela.* Santiago, 1994

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. *Informe sobre los sistemas de evaluación de calidad de granos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.* Santiago, 1994.

United States Standards for Soybeans. *Federal Grain Inspection Service, Agriculture.* Whashington, D.C. 1994.

Grain Inspection Handbook. Book II *Soybeans.* *Federal Grain Inspection Service. U.S. Department of Agriculture.* Whashington, D.C. 1988.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TÍTULO: GRANOS Y CEREALES. SOYA EN GRANO. Código:  
NTE INEN 452 REQUISITOS. AG 05.04-403  
Segunda revisión

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1985-12-18 Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 90 de 1986-02-04 publicado en el Registro Oficial No. 380 de 1986-02-21  Fecha de iniciación del estudio: 1995-05-01
--	---

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico: GRANOS Y CEREALES

Fecha de iniciación: 1996-01-24

Fecha de aprobación: 1996-03-20

Integrantes del Subcomité Técnico:

### NOMBRES:

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Alexis Rivadencira (Presidente)  
Ing. Ruyard Reinoso  
Ing. Freddy Bajaña  
Ing. Miguel Glass  
Ing. Eduardo Mayacela  
  
Ing. Luis Zapata G.  
Ing. Jorge Álvarez  
Ing. Vicente Pilataxi  
Ing. Fernando Llaguno  
Ing. Mauricio Véliz  
Ing. Alfredo García  
Ing. Alfonso Vasco  
Econ. Jorge Noriega  
Ing. Juan Pablo Moreira  
Ing. Vinicio Neira  
Ing. Pedro Cabrera  
Ing. Marcelo Ortiz  
Econ. Beatriz Baldeón  
Ing. Manuel Galárraga  
Dra. María Salgado  
Sr. Guillermo Abad  
Ing. Guido Zurita Z. (Secretario Técnico)

FENARROZ  
OLEICA S.A.  
MAG  
MAG  
MAG – DIRECCIÓN NACIONAL  
AGROPECUARIA  
SEMILLAS  
ALMACENERA ALTRESA  
EMSEMILLAS  
ECUAGRAN S.A.  
AFABA  
SENACA  
INIAP – PICHILINGUE  
APROCICO  
ALMAGRO  
ALMAGRO  
CONFCA  
ENAC  
ENAC  
ENAC  
MOLINOS CHAMPION  
LA FAVORITA  
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1996-07-31

Oficializada como: OBLIGATORIA  
Registro Oficial No. 61 de 1996-11-05

Por Acuerdo Ministerial No. 342 de 1996-10-17

ANEXO C: Resultados análisis materia prima



**EXAMEN BROMATOLOGICO Y MICROBIOLOGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO 221-18**

<b>CLIENTE:</b> SRTA. MARITZA MÉNDEZ		
<b>DIRECCIÓN:</b> ESPOCH		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> SOYA		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 27 DE JULIO DEL 2018		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 27 DE JULIO DEL 2018		
<b>EXAMEN FISICO</b>		
COLOR: Característico		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Proteína %	INEN 543	12.58
Humedad %	INEN 540	7.01
Cenizas %	INEN 544	5.66
Grasa %	INEN 523	9.90
Fibra%	INEN 522	4.50
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 27 DE JULIO DEL 2018		
<b>FECHA DE ENTREGA :</b> 13 DE AGOSTO DEL 2018		
<b>RESPONSABLE:</b>		
 <b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
 Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos		
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.		

ANEXO D: Resultados análisis leche de soya en polvo.



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**  
 Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 5517, e-mail: laconal@uta.edu.ec  
 Ambato-Ecuador



"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

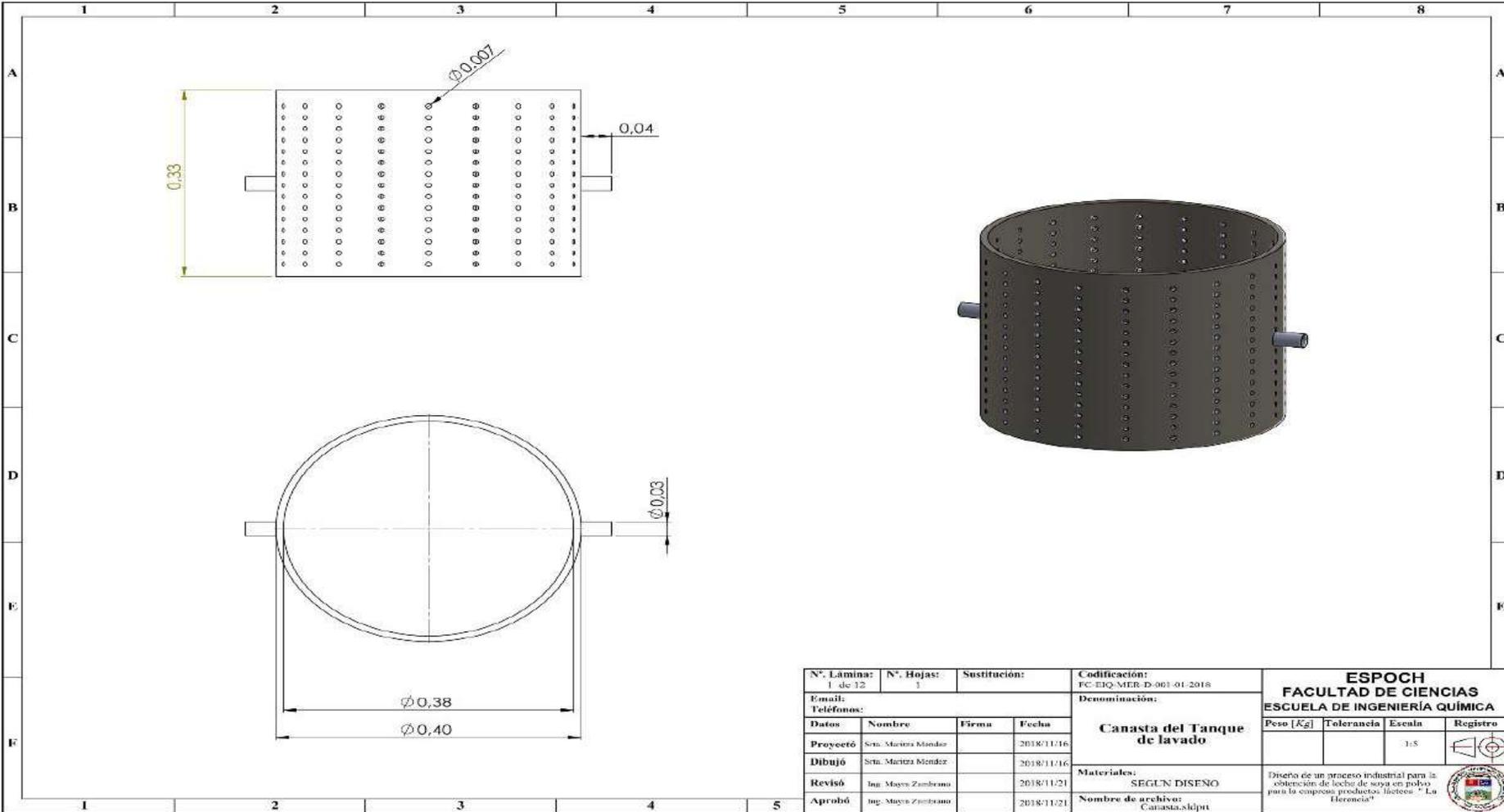
**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:18-194</b>		R01-5.10 07				
Solicitud No: 18-194		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 03 de septiembre de 2018		Fecha de ejecución de ensayos: 05 de septiembre 2018				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.I./RUC: 0605065531					
Representante: Maritza Anabel Méndez Silva	Tlf: 2300383					
Dirección: Riobamba	Email: mendezanabel92@gmail.com					
Ciudad: Riobamba						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Leche de soya en polvo	Peso: 370g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda plástica					
Lote: n/a	No de muestras: una					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 03 de septiembre de 2018					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Leche de soya en polvo	19418445	Ninguno	*Cenizas	PE05-5.4-FQ . AOAC Ed 20, 2016 930.30	%	5,12
			*Proteína	PE07-5.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)	58,9
			*Humedad	PE06-5.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 927.05	%	9,16
			*Grasa	PE08-5.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%	11,9
			*Fibra cruda	INEN 522	%	0,519
			Salmonella	PE08-5.4-MB AOAC 2014.01 Ed 20, 2016	En 25g	No detectado
			Coliformes Totales	PE01-5.4-MB AOAC R.L: 110402. Ed 20, 2016	UFC/g	<10
			Mohos	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g	<10
			Levaduras	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g	<10
Conds. Ambientales: 22,9 °C; 45%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 12 de septiembre de 2018						

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.

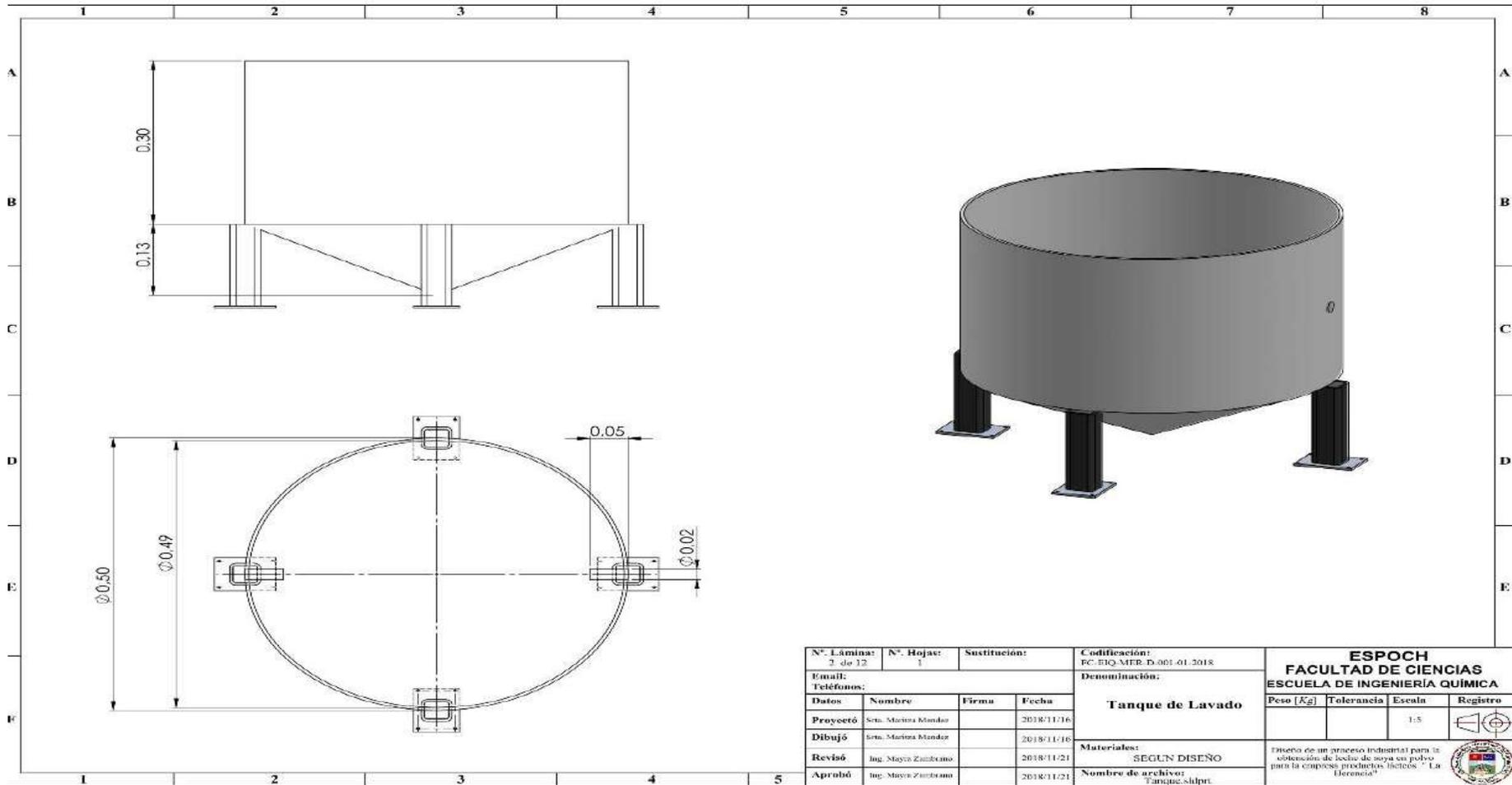
"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

ANEXO E: Diseño de la canasta del tanque de lavado



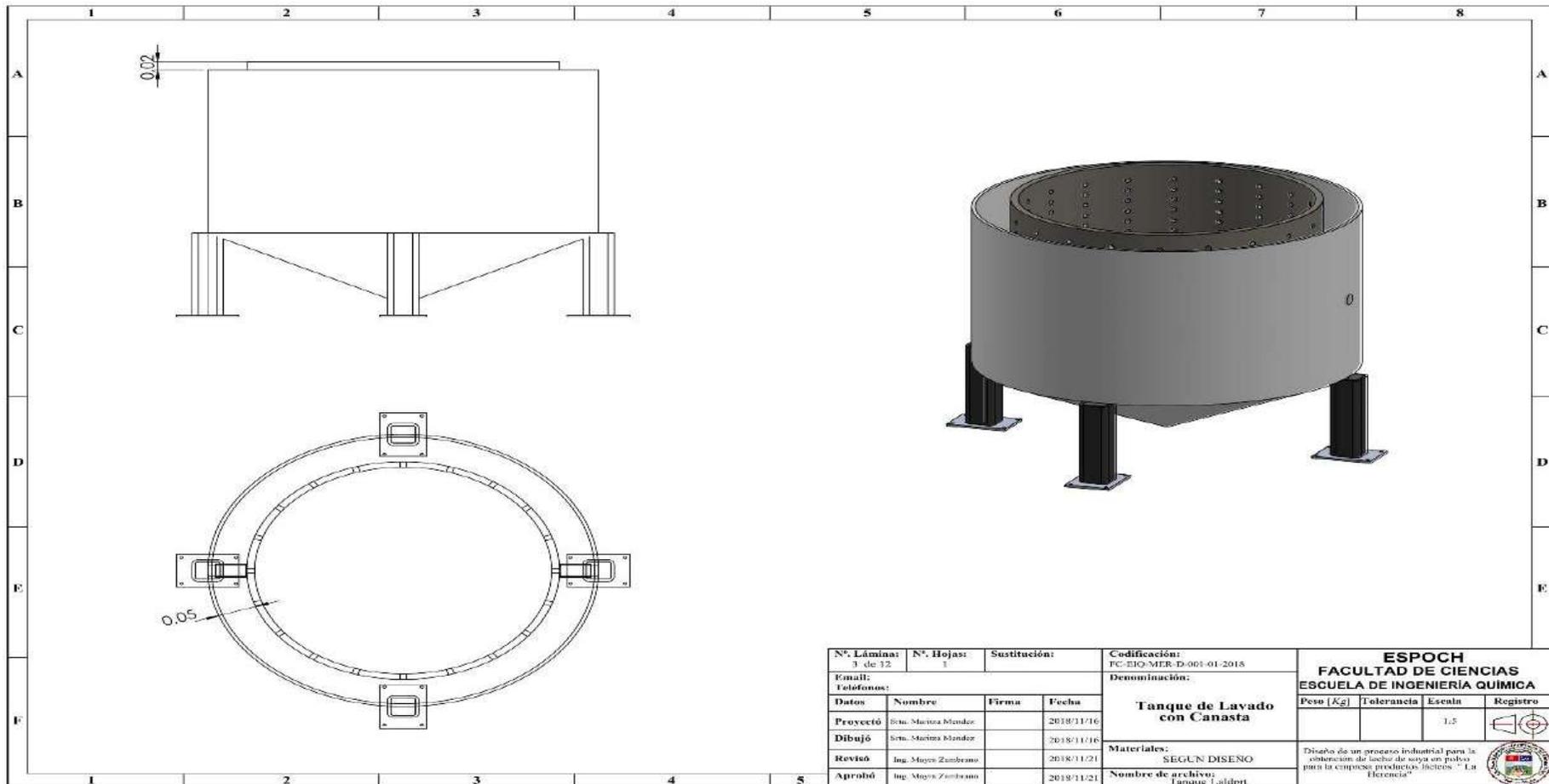
Nº. Lámina: 1 de 12		Nº. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FC-EIQ-MER-D-001-01-2018		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
Email:		Teléfono:		Denominación: <b>Canasta del Tanque de lavado</b>		Materiales: SEGUN DISENO					
Datos		Nombre	Firma	Fecha		Nombre de archivo: Canasta.sldprt		Diseño de un arcano industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productos lácteos "La Hieroncia"			
Proyectó		Ing. Maitea Méndez		2018/11/16							
Dibujó		Ing. Maitea Méndez		2018/11/16							
Revisó		Ing. Maitea Méndez		2018/11/21							
Aprobó		Ing. Maitea Méndez		2018/11/21							

ANEXO F: Diseño del tanque de lavado



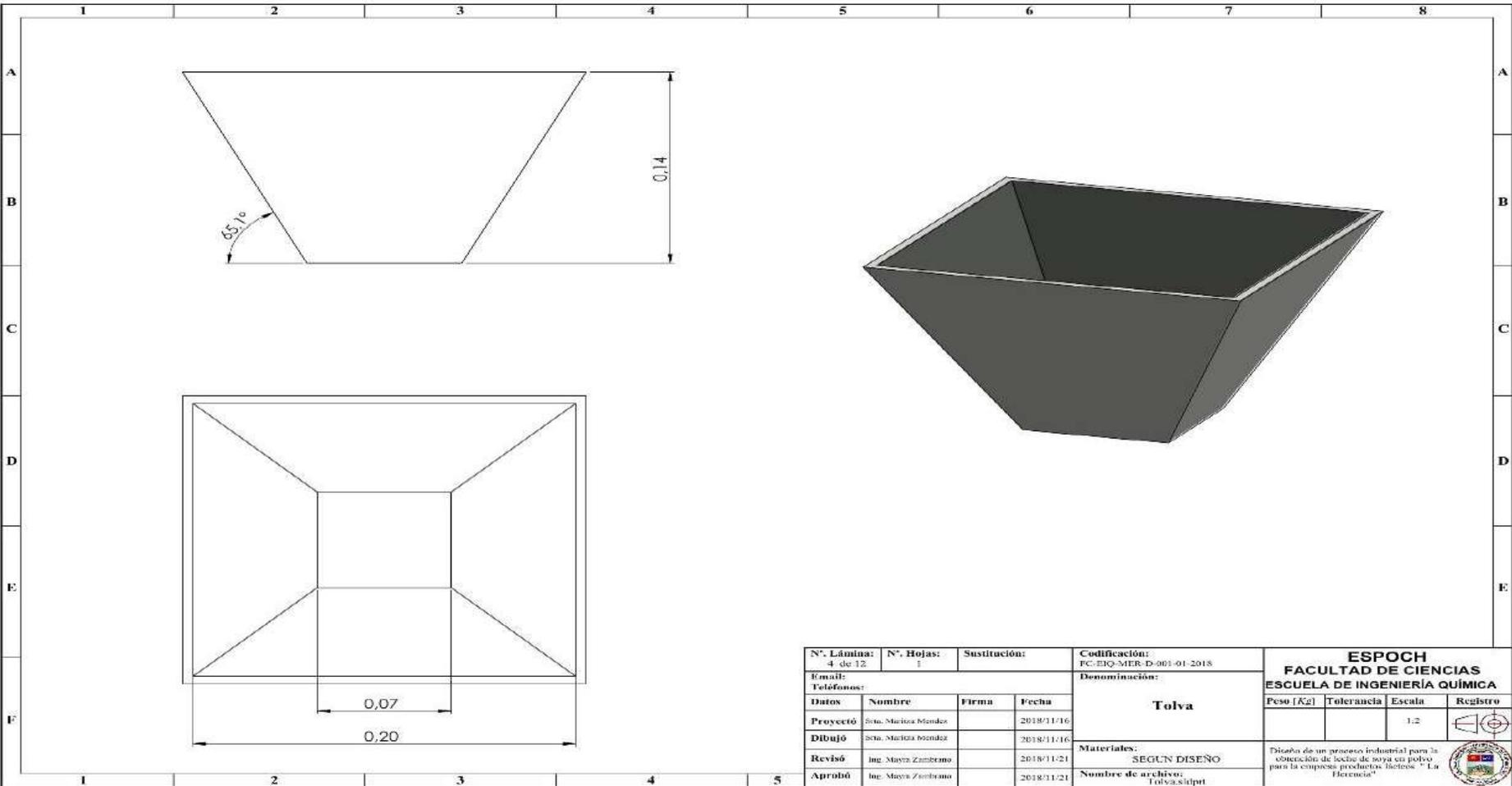
N° Lámina: 2 de 12	N° Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: EC-EIQ-MER-D-001-01-2018	<b>ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>						
Email: Teléfonos:			<b>Tanque de Lavado</b>		Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro		
<b>Datos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>	<b>Materiales: SEGUN DISEÑO</b>			1:5			
<b>Proyectó</b>	Sra. Marina Mando		2018/11/16	<b>Nombre de archivo: Tanque.sldprt</b>		Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la composición lácteos "La Herencia" 				
<b>Dibujó</b>	Sra. Marina Mando		2018/11/16							
<b>Revisó</b>	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21							
<b>Aprobó</b>	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21							

ANEXO G: Diseño del tanque de lavado con canasta



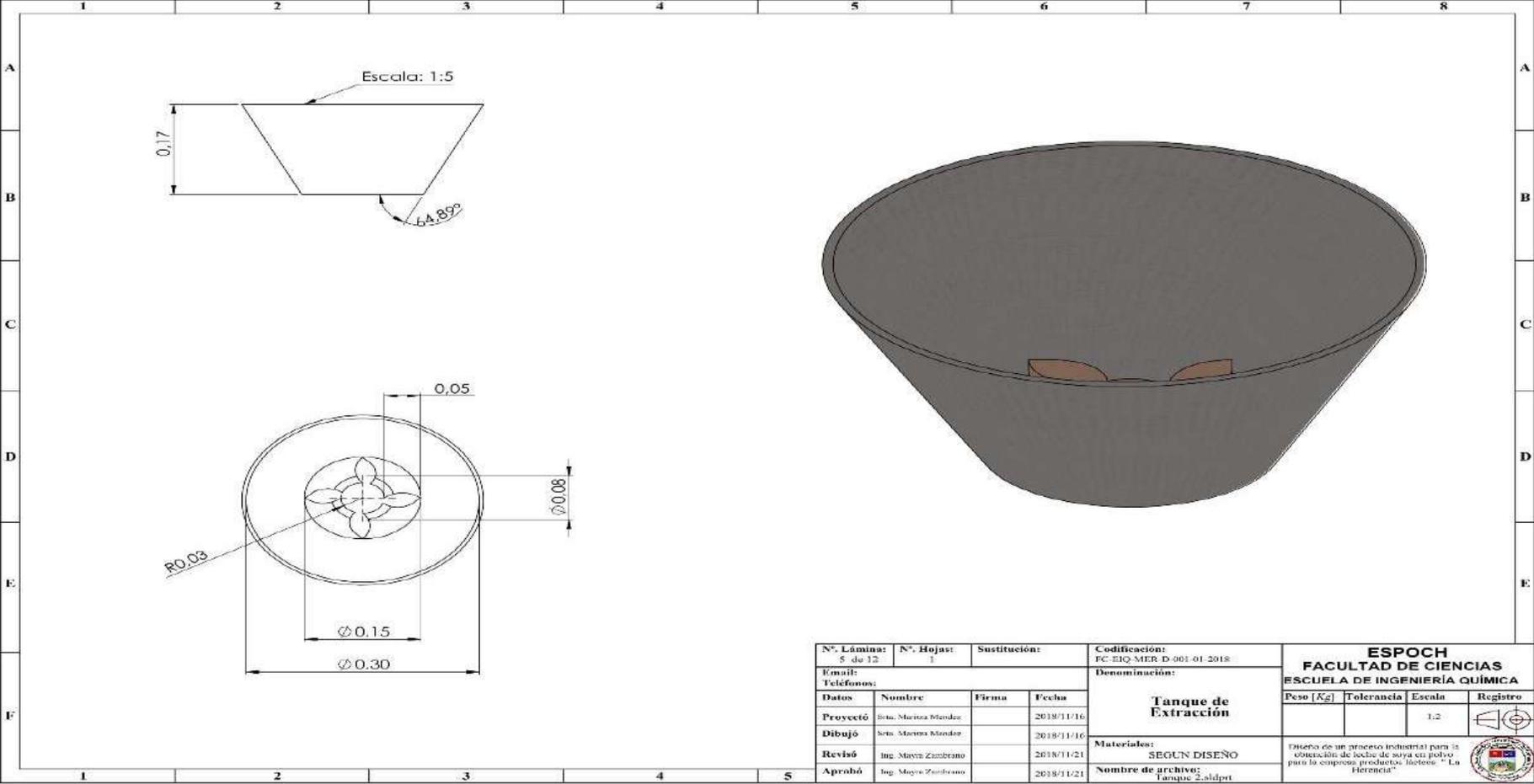
Nº. Láminas: 3 de 12	Nº. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FC-EIQ-MER-D-001-01-2018	<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>				
Email: Teléfonos:			Denominación:					Peso [Kg]
<b>Datos</b>		Nombre	Firma	Fecha	<b>Tanque de Lavado con Canasta</b>			
<b>Proyectó</b>		Enr. Macina Mendoz		2018/11/16				
<b>Dibujó</b>		Enr. Macina Mendoz		2018/11/16				
<b>Revisó</b>		Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21				
<b>Aprobó</b>		Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21				
<b>Materiales:</b>				SEGUN DISEÑO				
<b>Nombre de archivo:</b>				Tanque Lavado				
Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productora "La Herencia"								

ANEXO H: Diseño de la tolva



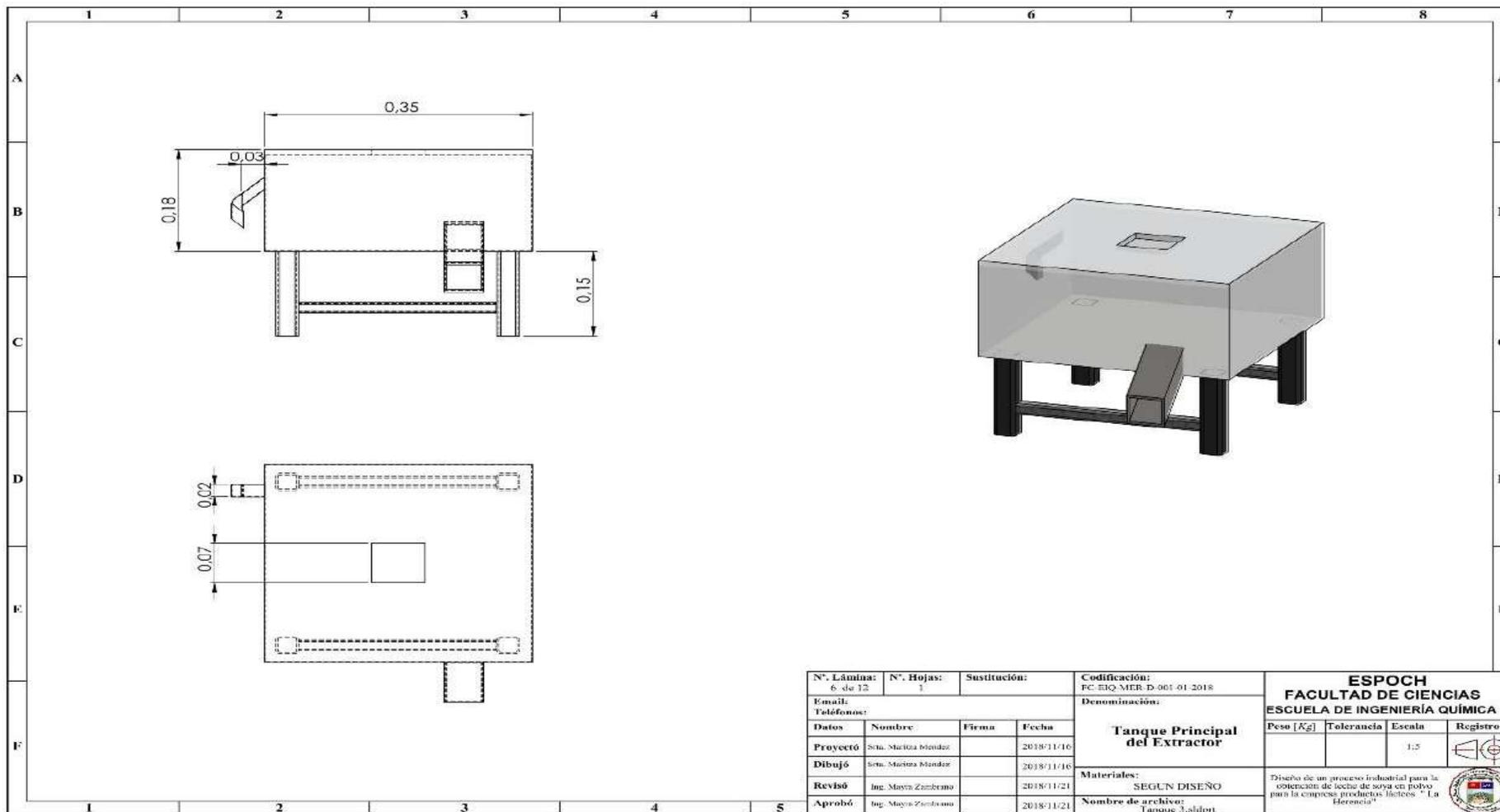
N°. Lámina: 4 de 12	N°. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FC.EIQ-MER-D-001-01-2018	<b>ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
Email: Teléfonos:			Denominación:  <b>Tolva</b>	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala 1:2	Registro 
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: SEGUN DISEÑO Nombre de archivo: Tolva.sldprt			
Proyectó	Sra. Marcela Méndez		2018/11/16				
Dibujó	Sra. Marcela Méndez		2018/11/16				
Revisó	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21				
Aprobó	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21	Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soja en polvo para la empresa productora lechera "La Hecencia" 			

ANEXO I: Diseño del tanque tamiz



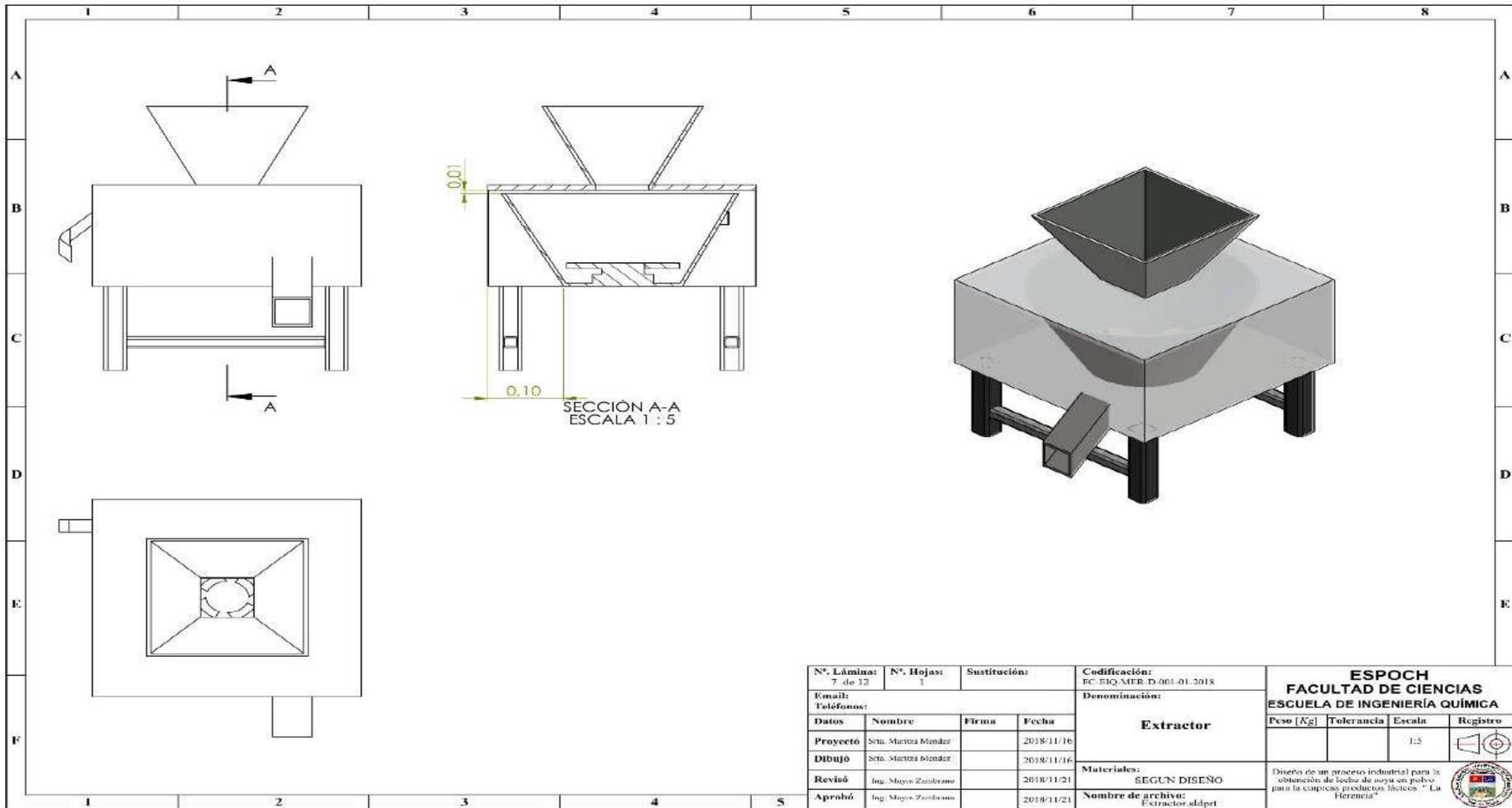
N° Láminas: 5 de 12	N° Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FC-EIQ-MER-D-001-01-2018	<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>				
Email: Teléfonos:			<b>Tanque de Extracción</b>		Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Datos	Nombre	Firma			Fecha			1:2
Proyectó	Sta. Maestra Mendoz		2018/11/16	Materiales: SEGUN DISEÑO		Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productora lactosa "La Hierbicla"		
Dibujó	Sta. Maestra Mendoz		2018/11/16					
Revisó	Ing. Mayra Zumbano		2018/11/21	Nombre de archivo: Tanque 2.sldprt				
Aprobó	Ing. Mayra Zumbano		2018/11/21					

ANEXO J: Diseño del tanque principal del extractor



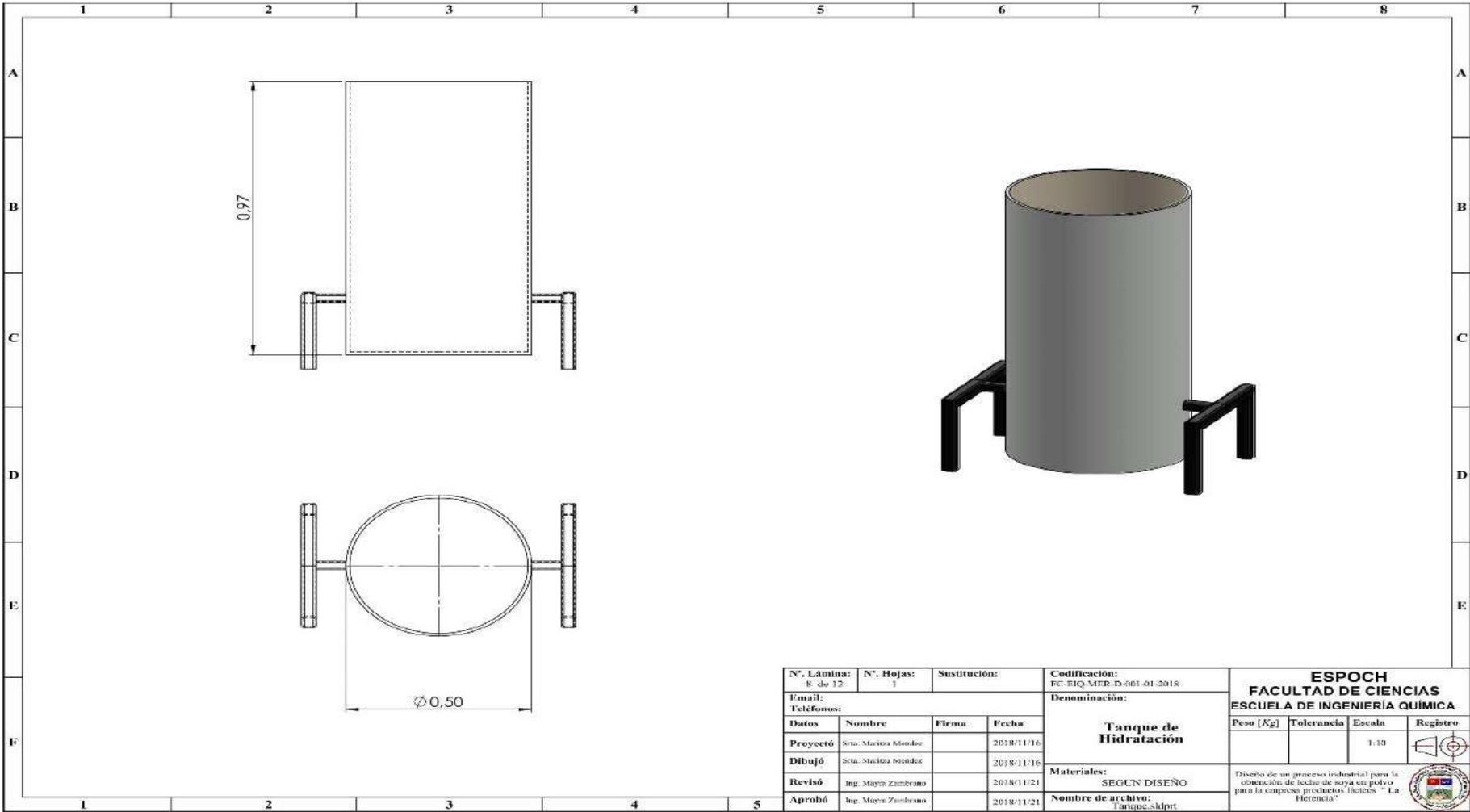
N° Láminas: 6 de 12		N° Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FC-EIQ-MER-D-001-01-2018		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
Email:		Teléfonos:		Denominación:  <b>Tanque Principal del Extractor</b>		Materiales: SEGUN DISEÑO					
Proyectó		Firma		Fecha		Nombre de archivo: Tanque_3ddprt				1:5	
Dibujó		Firma		Fecha		Materiales: SEGUN DISEÑO		Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soja en polvo para la empresa productora lácteos "La Herencia"			
Revisó		Firma		Fecha		Materiales: SEGUN DISEÑO					
Aprobó		Firma		Fecha		Materiales: SEGUN DISEÑO					

ANEXO K: Diseño del extractor



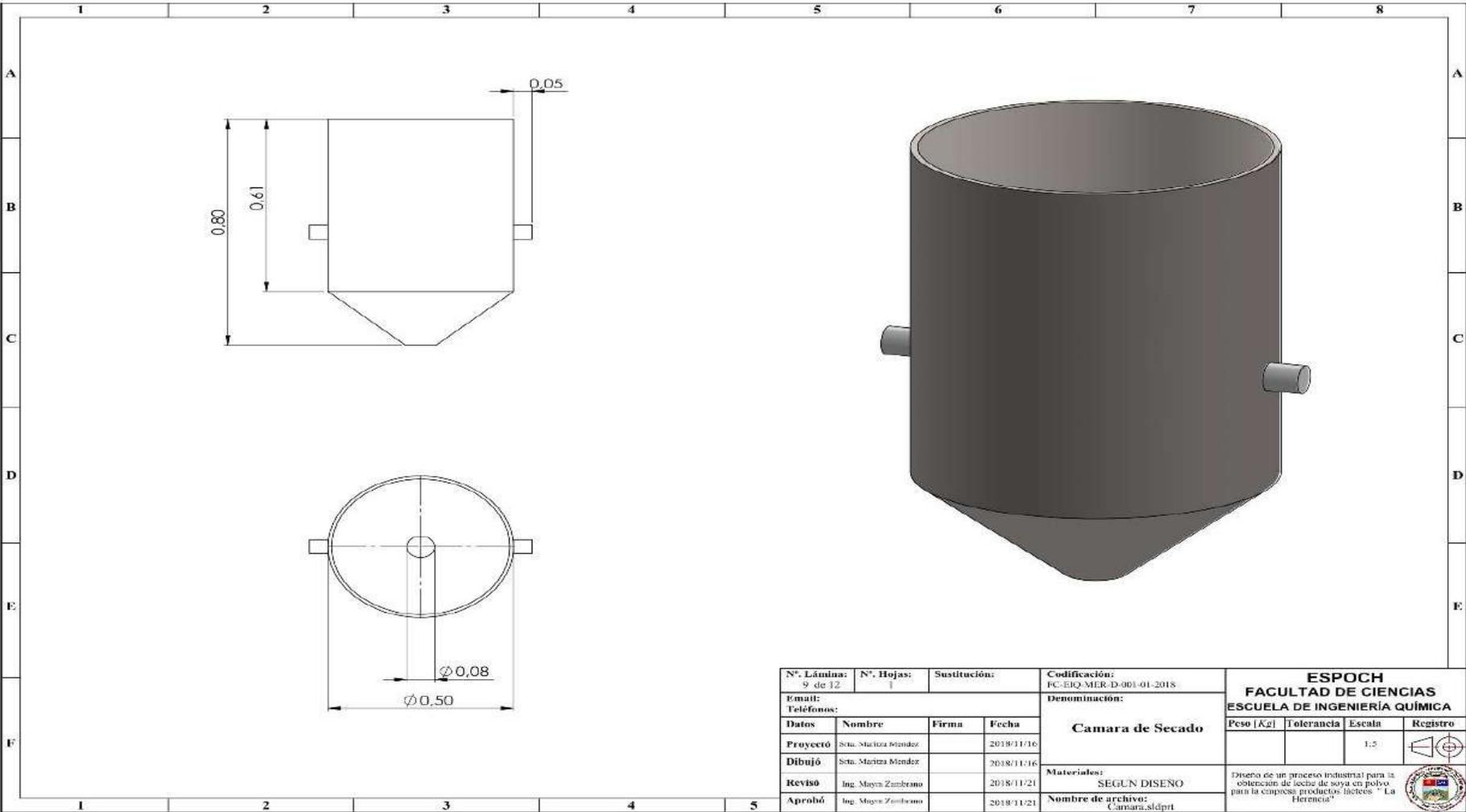
N° Lámina: 7 de 12	N° Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FC. IQ. MER. D.001-01.2018	<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
Email: Teléfonos:			Denominación:  <b>Extractor</b>				
<b>Datos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>	<b>Materiales:</b> SEGUN DISEÑO <b>Nombre de archivo:</b> Extractor.sldprt			
<b>Proyecto</b>	Sta. Martina Mendez		2018/11/16				
<b>Dibujó</b>	Sta. Martina Mendez		2018/11/16				
<b>Revisó</b>	Ing. Mayor Zambrano		2018/11/21				
<b>Aprobó</b>	Ing. Mayor Zambrano		2018/11/21	Diseño es un proceso industrial para la obtención de leche de soja en polvo para la campos productos lácteos " La Herencia"			

ANEXO L: Diseño del tanque de hidratación



N°. Lámina: 8 de 12	N°. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: EC-EIQ-MER-D-001-01-2018	<b>ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>				
Email: Teléfonos:			Denominación:  <b>Tanque de Hidratación</b>		Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
<b>Datos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>	<b>Materiales: SEGUN DISEÑO</b>		1:10		
<b>Proyectó</b>	Sra. Maritza Mendoz		2018/11/16					
<b>Dibujó</b>	Sra. Maritza Mendoz		2018/11/16					
<b>Revisó</b>	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21					
<b>Aprobó</b>	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21	<b>Nombre de archivo:</b> Tanque.sldprt		Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productos lácteos "La Perseca".		

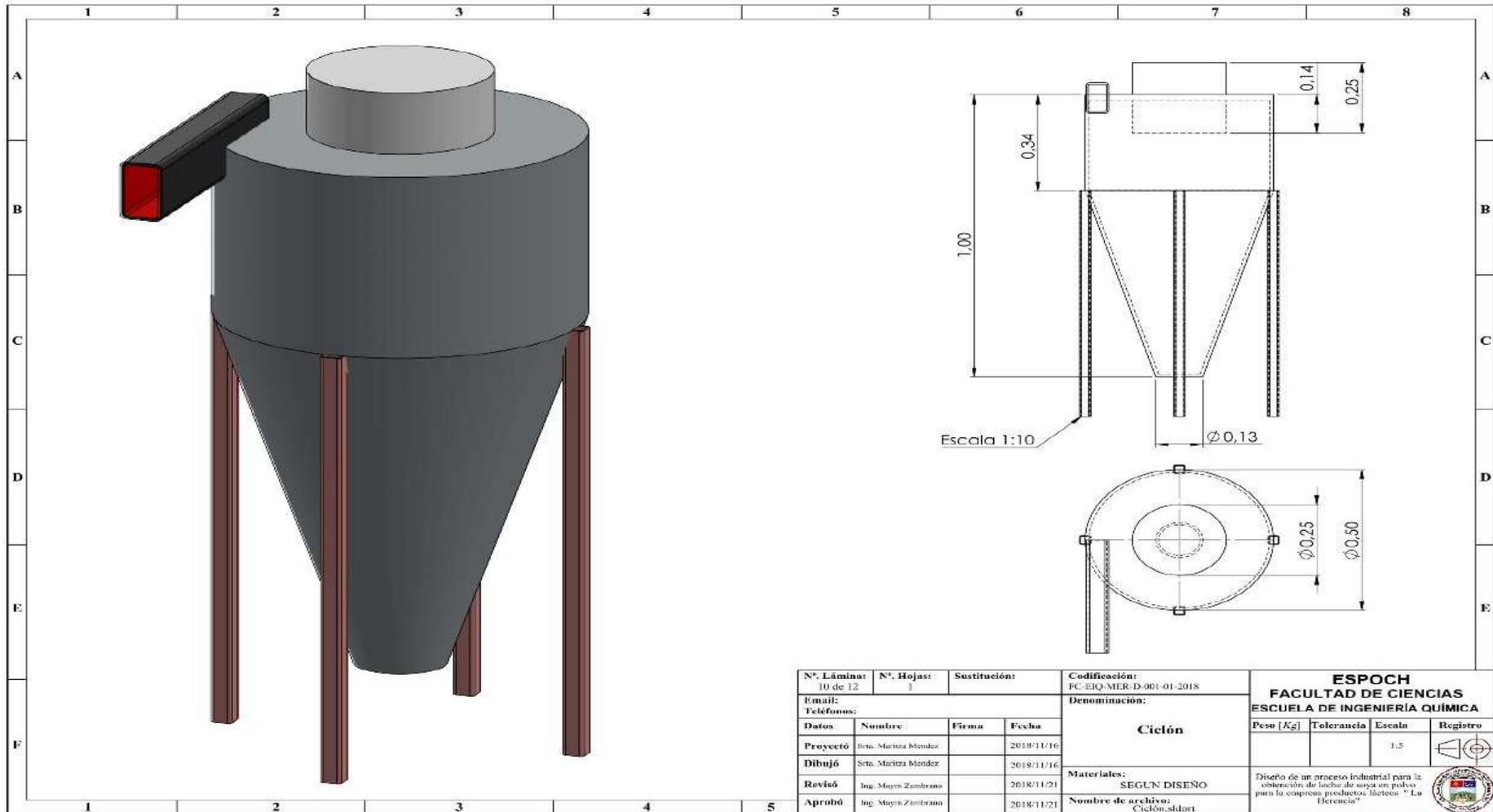
ANEXO M: Diseño de La cámara de secado



N°. Láminas: 9 de 12	N°. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FC-EIQ-MER-D-001-01-2018	<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
Email: Teléfonos:			Denominación:  <b>Camara de Secado</b>				
<b>Datos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>	<b>Materiales:</b> SEGUN DISEÑO <b>Nombre de archivo:</b> Camara.sldprt			
<b>Proyectó</b>	Sra. Marcela Méndez		2018/11/16				
<b>Dibujó</b>	Sra. Marcela Méndez		2018/11/16				
<b>Revisó</b>	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21				
<b>Aprobó</b>	Ing. Mayra Zambrano		2018/11/21	Diseño de un proceso industrial para la obtención de leche de soya en polvo para la empresa productos lácteos "La Herencia"			

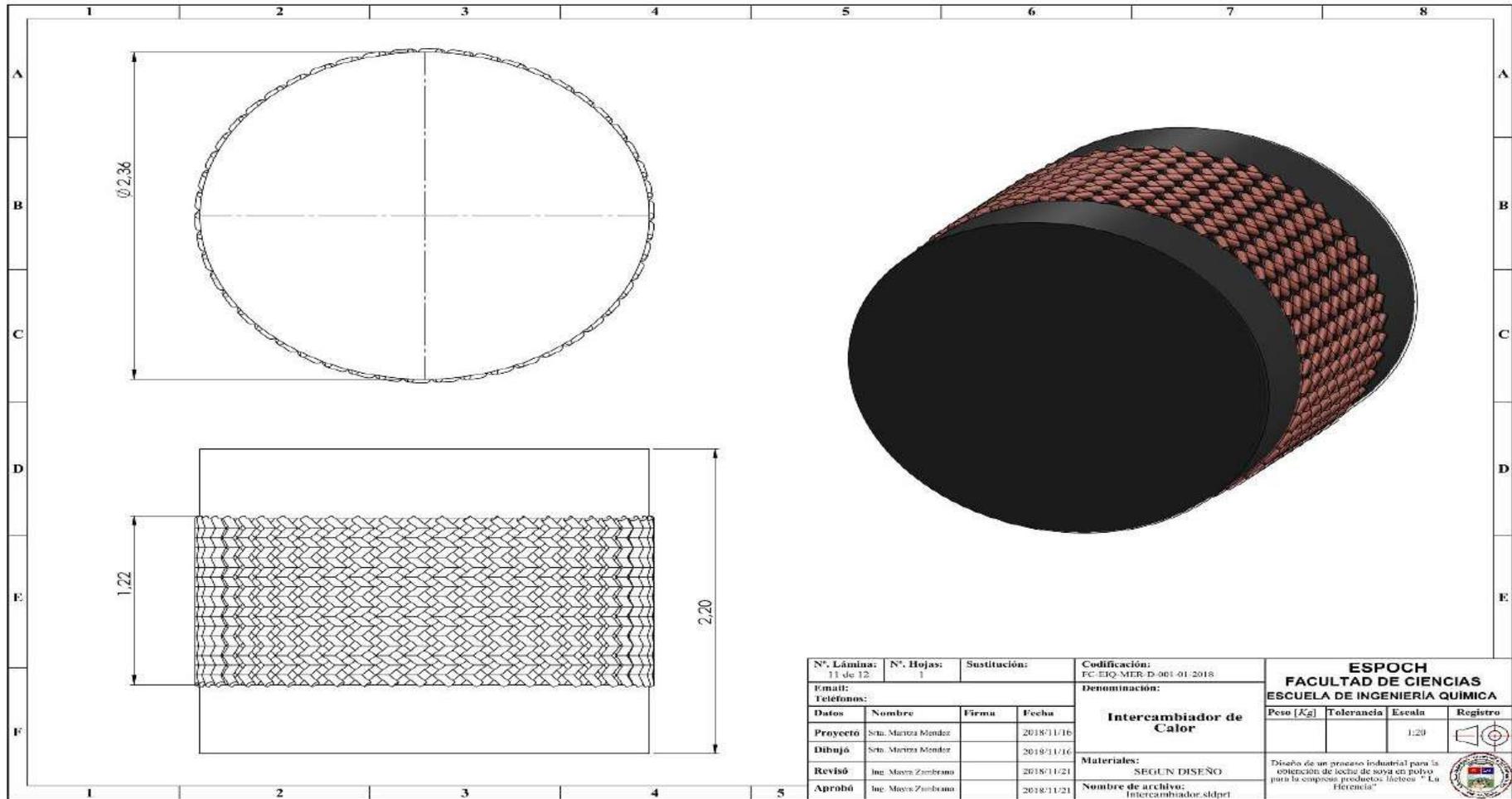


ANEXO N: Diseño del ciclón



N°. Lámina: 10 de 12		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: PC-EQ-MER-D-001-01-2018		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>							
Email: Teléfonos:						Denominación:  <b>Ciclón</b>						Peso [Kg]		Tolerancia	
Dato:		Nombre:		Firma:		Fecha:		Materiales: SEGUN DISENO Nombre de archivos: Ciclón.sldprt				1.5			
Proyectó		Sta. Maritza Méndez				2018/11/16									
Dibujó		Sta. Maritza Méndez				2018/11/16									
Revisó		Ing. Mayra Zambrano				2018/11/21									
Aprobó		Ing. Mayra Zambrano				2018/11/21		Diseño de un proceso industrial para la sustentación de leches de soja en polvo para la empresa productora lácteos "La Hércules" 							

ANEXO P: Diseño del intercambiador de calor



N°. Lámina: 11 de 12		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FC-EIQ-MER-D-001-01-2018		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>					
Email:		Teléfonos:		Denominación: <b>Intercambiador de Calor</b>		Peso [Kg]						Tolerancia	
<b>Datos</b>		<b>Nombre</b>		<b>Firma</b>		<b>Fecha</b>		<b>Materiales:</b> SEGUN DISEÑO		Diseño de un proceso industrial para la esterilización de leche de soja en polvo para la empresa productos lácteos "La Hércules"			
<b>Proyecto</b>		Sra. Mariza Méndez				2018/11/16							
<b>Dibujo</b>		Sra. Mariza Méndez				2018/11/16							
<b>Revisó</b>		Ing. Marco Zambrano				2018/11/21							
<b>Aprobó</b>		Ing. Marco Zambrano				2018/11/21		<b>Nombre de archivo:</b> Intercambiador.sldprt					

ANEXO Q: Diseño de la distribución de la planta

