

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN FLOCULANTE DE ORIGEN NATURAL A  
PARTIR DE MUCILAGO DE SÁBILA**

PRESENTADO POR:

**ELMER ERNESTO CARDONA ROJAS**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**INGENIERO QUÍMICO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2022

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ADALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

DIRECTORA:

**ING. SARA ELISABETH ORELLANA BERRÍOS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

Trabajo de graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO QUÍMICO.**

Título:

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN FLOCULANTE DE ORIGEN NATURAL A  
PARTIR DE MUCILAGO DE SÁBILA**

Presentado por:

**ELMER ERNESTO CARDONA ROJAS**

Trabajo de graduación aprobado por:

Docente asesor:

**ING. JAIR EDGARDO HERRERA REYNA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2022**

TRABAJO DE GRADO APROBADO POR:

DOCENTE ASESOR

ING. JAIR EDGARDO HERRERA REINA

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, por permitir la oportunidad de acceder a educación universitaria brindando salud, capacidades necesarias y demás requerimientos durante la formación como ingeniero químico y por seguir brindando oportunidades de crecimiento personal y profesional.

Al Ing. Jair Edgardo Herrera Reyna e Ing. Edwin Antonio Alvarado Alvarado por el conocimiento y amplia experiencia compartida en el área de diseño de productos químicos y por la ejecución del curso enriquecedor para los estudiantes de ingeniería química y todas las orientaciones concernientes a la aplicabilidad de la formación universitaria.

Al personal docente de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos por el conocimiento, paciencia y cariño compartido durante los años de estudio y el desarrollo del trabajo de grado.

A mi familia y amigos, por ser apoyo económico, emocional académico durante los años de formación y las posteriores etapas concernientes al desarrollo personal y profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo comprende la planificación, desarrollo, ejecución y resultados del proyecto de diseño de un floculante de origen vegetal para el tratamiento de aguas residuales a través de la aplicación del pensamiento de diseño (Design Thinking) al diseño de productos en la industria química mediante la ejecución de cada una de sus etapas con la finalidad de diseñar para el cliente, dicha aplicación permite conocer en primer instancia expectativas de los clientes, los inconvenientes técnicos a los que puede ser expuesto el desarrollo y demás factibilidades importantes en el diseño y desarrollo de productos, además del seguimiento del modelo de negocio del lienzo (Business Model Canvas) para el establecimiento del modelo de negocio.

La documentación del proceso mencionado se fundamenta en la norma UNE 166001:2006 que establece los requisitos para la gestión y sistematización de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación. La evidencia documental se encuentra contemplada en el documento anexo Memoria de trabajo, el cual cumple con todos los requisitos exigidos por la norma.

La aplicación del pensamiento de diseño al desarrollo de productos en la industria química permitió el conocimiento y utilización de la herramienta denominada mapa de empatía. Mediante la etapa de empatizar del pensamiento de diseño se tuvo una serie de entrevistas con personas encargadas o relacionadas con sistemas de tratamiento de aguas residuales conociendo y reflejando en la herramienta mencionada las necesidades que la industria de aguas residuales requiere suplir.

La aplicación del modelo de negocio del lienzo permitió el establecimiento del modelo de negocio para el producto a diseñar y la incursión en un mundo de conocimientos diferente al entorno de la formación de un ingeniero químico destacando aspectos como la propuesta de valor del producto, la segmentación y relación con los clientes y las actividades, recursos y socios claves.

Finalmente se concluye con el desarrollo de un prototipo a nivel de laboratorio que evidencia la factibilidad técnica del producto en función de los componentes activos que brindan la capacidad de flocular a las especies de origen vegetal.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1 CAPITULO I.....	2
1.1 Descripción del proyecto de aplicación. ....	3
1.2 Objetivo general del proyecto.....	3
1.3 Objetivos específicos del proyecto de aplicación. ....	3
1.4 Resultados esperados del proyecto de aplicación. ....	3
2 CAPÍTULO II.....	4
2.1 Norma UNE 166001:2006. ....	4
2.2 Pensamiento de diseño (Design Thinking).....	5
2.3 Modelo de negocios del lienzo (Business Model Canvas). ....	5
2.4 Reporte A3. ....	7
3 CAPÍTULO III.....	8
3.1 Fases del pensamiento de diseño (Design Thinking).....	8
3.2 Fases del modelo de negocios del lienzo (Business Model Canvas). ....	9
3.3 Modelo de negocios del lienzo (Business Model Canvas). ....	11
3.4 Pirámide de valor de la marca.....	12
3.5 Spot publicitario.....	12
3.6 Canales de distribución. ....	12
3.7 Estructura organizativa.....	13
3.8 Funciones de la estructura organizativa.....	13
4 CONCLUSIONES .....	14
5 RECOMENDACIONES.....	17
6 BIBLIOGRAFÍA.....	19
7 ANEXOS.....	20



## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 3.1:</b> Estructura de canal de distribución del producto.....	12
<b>Figura 3.2:</b> Estructura de la organización, nombre de puestos de trabajo. ....	13
<b>Figura D.1:</b> Fase y tareas asociadas al primer cuatrimestre del proyecto.....	33
<b>Figura D.2:</b> Estructura organizativa, egresados y facilitadores.....	34
<b>Figura D.3:</b> Descripción del perfil de Elmer Cardona. ....	36
<b>Figura D.4:</b> Descripción del perfil de Jonathan Jiménez. ....	36
<b>Figura D.5:</b> Etapas del pensamiento de diseño en la duración del proyecto.....	37

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 3.1:</b> Descripción de puestos de trabajo de la organización.....	13
<b>Tabla D.1:</b> Resumen de resultados investigación.....	30
<b>Tabla D.2:</b> Funciones de egresados y facilitadores. ....	35
<b>Tabla D.3:</b> Estimación de presupuesto del proyecto.....	38
<b>Tabla D.4:</b> Descripción de equipos de laboratorio. ....	39
<b>Tabla D.5:</b> Descripción de cambios realizados a la memoria de trabajo. ....	40

## **INTRODUCCIÓN**

El constante desarrollo de la industria química plantea la necesidad de nuevas competencias de los profesionales de la ingeniería química, que sean garantes del cumplimiento de las exigencias del mercado y autores de los nuevos desarrollos de productos químicos.

La factibilidad comercial de un producto está grandemente vinculada a tres elementos: los clientes, el capital y un producto de calidad.

La formación técnica de los estudiantes de ingeniería química permite el abordaje de los problemas de la industria en la búsqueda de una solución factible que cumpla los requerimientos técnicos que garantice la calidad del producto a ofrecer, por otra parte la búsqueda de clientes o el segmento de clientes suele ser un área ajena al ingeniero químico sin embargo mediante la aplicación de los modelos del pensamiento de diseño y el modelo de negocios del lienzo se ha establecido la factibilidad de los modelos mencionados de aplicarlos al área de la industria química siendo ejecutados estos por profesionales con formación técnica en procesos químicos.

El desarrollo del curso de Diseño de nuevos productos en la industria química combina el uso de los modelos de pensamiento de diseño y el modelo de negocios del lienzo para abordar la solución a un problema de la industria o diseñar un producto para el cliente, estableciendo las limitantes técnicas que la formación del ingeniero químico le facilita identificar y a la vez establecer la factibilidad comercial del producto basándose en los resultados de las diferentes herramientas utilizadas como mapas de empatías, testeos, etc.

Establecer las limitantes técnicas de un producto a diseñar y conocer las expectativas de los clientes permite establecer que tan factible será el desarrollo del producto para así minimizar el riesgo de inversión por parte de futuros emprendimientos.

## **1 CAPITULO I**

La industria del tratamiento de aguas residuales hoy en día es para las empresas industriales un requerimiento de carácter funcional para sus procesos productivos. Es importante para las empresas la búsqueda de mejores alternativas en el mercado para la ejecución de sus procesos importantes, comúnmente en el tratamiento de aguas residuales son utilizados productos químicos que contienen la capacidad de coagular y flocular las aguas residuales para un posterior tratamiento.

En el mercado nacional se encuentran productos como sulfato de aluminio, el policloruro de aluminio, entre otras sales. No existen productos de origen natural que ofrezcan a la industria la oportunidad de incorporar a sus procesos una solución ecológica.

Existen investigaciones de carácter académico que validan la efectividad de productos alternativos en el tratamiento de aguas residuales, principalmente para la etapa de coagulación-floculación. En estas investigaciones son comunes el uso de extractos origen vegetal, donde podemos destacar el uso del gel de aloe vera debido a su capacidad de floculación que radica en sus polisacáridos de larga, además la extracción de estos geles son desarrollados por los investigadores a nivel de laboratorio, en la búsqueda de escalamiento industrial de estos procesos resulta conveniente el buscar un extracto comercial para evaluar la capacidad de remoción de turbidez como parámetro de la calidad de polisacáridos presentes en el producto comercial.

Para conocer de primera instancia las expectativas que tienen los clientes de esta industria, las limitantes técnicas y económicas que representan el desarrollo de un producto que supla el uso de coagulantes químicos de forma parcial o total se aplica la metodología del pensamiento de diseño al desarrollo de productos en la industria química.

### **1.1 Descripción del proyecto de aplicación.**

Diseñar y desarrollar aplicando los modelos pensamiento de diseño (Design Thinking) y el modelo de negocio del lienzo (Business Model Canvas) y otras herramientas expuestas en el curso Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos en la Industria Química, un floculante de origen natural para su aplicabilidad en la clarificación de aguas residuales caracterizando el rango de propiedades (turbidez, pH, color, etc.) en el cual el producto presenta efectividad y definiendo la formulación óptima del floculante, fomentando el desarrollo e investigación de tecnologías alternativas en el tratamiento de aguas residuales que reduzcan el impacto directo en el medio ambiente y creando una cultura de aplicación de los modelos mencionados en el desarrollo, investigación y diseño en las ramas de ingeniería química.

### **1.2 Objetivo general del proyecto.**

1. Diseñar y desarrollar un producto de origen natural cuya aplicabilidad en el proceso de clarificación de aguas residuales sea efectiva.

### **1.3 Objetivos específicos del proyecto de aplicación.**

1. Identificar las principales deficiencias o inconvenientes en el proceso de clarificación de aguas residuales.
2. Diseñar un producto capaz de suplir total o parcialmente las deficiencias o inconvenientes identificados en el proceso de clarificación de aguas residuales.
3. Comparar la eficiencia del producto diseñado con la eficiencia de los productos mencionados en la retroalimentación de los clientes como productos usados en el proceso de clarificación.
4. Medir la aceptabilidad del producto diseñado.

### **1.4 Resultados esperados del proyecto de aplicación.**

1. Diseñar un producto que permita cumplir el requerimiento del curso Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos en la Industria Química.

2. Aplicar las metodologías pensamiento de diseño y modelo de negocios del lienzo al diseño y desarrollo de productos en la industria química.
3. Aportar soluciones ecológicas a los problemas e inconvenientes en el tratamiento de aguas residuales.

## **2 CAPÍTULO II**

La ejecución del proyecto de diseño y desarrollo de nuevos productos en la industria química implica la documentación, el seguimiento de metodologías sistemáticas de desarrollo e innovación y la administración de cada etapa del proyecto, dicha ejecución está sustentadas en los siguientes elementos descritos.

### **2.1 Norma UNE 166001:2006.**

La documentación del proyecto obedece a la Norma UNE-166001:2006: Gestión de la I+D+i que establece los requisitos de un proyecto de Investigación, Desarrollo e Innovación.

Objetivos de la norma UNE 166001:2006 (Gestión-Calidad.com, 2016).

- a. Unificar criterios en los proyectos de I+D+i.
- b. Mejorar su gestión.
- c. Referencia para definir, documentar y desarrollar proyectos de I+D+i.
- d. Facilitar el reconocimiento por entidades acreditadas y ante terceras partes.

La norma UNE 166001:2006 describe los requisitos fundamentales que debe tener un proyecto de I+D+i, cada requisito fundamental está asociado a un punto de la norma los cuales son corresponden al apartado 4 de la norma.

Las partes de la norma UNE 166001:2006 son:

- I. Objetivo y campo de aplicación.
- II. Normas para consulta.
- III. Definiciones.
- IV. Requisitos.

V. Explotación de resultados.

## **2.2 Pensamiento de diseño (Design Thinking).**

El desarrollo de productos en la industria química y sobre todo su innovación representa un reto grande para cualquier ingeniero químico y una de las preguntas importantes al iniciar un proceso de esta envergadura sería: ¿qué innovar?

En una época donde se suele creer que todo está inventado y que solo la creatividad es capaz de guiarnos en ese mundo de la innovación se vuelve aún más complicado encaminarnos en es este mundo. Pero como todo proceso, el seguir una metodología sistemática garantiza una mejor ejecución de cualquier proyecto y se ha encontrado esta metodología en el pensamiento de diseño.

## **2.3 Modelo de negocios del lienzo (Business Model Canvas).**

El desarrollo de un producto necesita una estructura de negocio que sea capaz de ponerlo en el mercado mediante la comercialización. Establecer la idea de negocio es una tarea compleja, sin embargo, en el desarrollo del proyecto se estableció una metodología sistemática basada en el modelo de negocios del lienzo para establecer el modelo de negocio.

El modelo de negocios del lienzo (Modelo Canvas, s.f.) es una herramienta que ayuda a comprender un modelo de negocio de una forma estructurada y sencilla. El uso de esta herramienta permite obtener información sobre los clientes, cual es la propuesta de valor que se ofrece y a través de que canales se ofrece esa propuesta de valor y como la empresa genera ingresos, todo esto a través de los siguientes elementos.

### **I. Segmentos de mercado.**

La segmentación de clientes son las personas, organizaciones y usuarios para los cuales una empresa o negocio crear valor.

## **II. Propuesta de valor.**

La propuesta de valor es la estrategia que se utiliza para defender el producto o servicio que se ofrece a la segmentación de clientes, esta propuesta debe solucionar un problema o necesidad del cliente.

## **III. Canales.**

Los canales en el modelo de negocios del lienzo son los medios que permiten transmitir la propuesta de valor a los clientes, representa cualquier elemento que brinde el contacto entre la empresa y el segmento de clientes.

## **IV. Relaciones con clientes.**

Establece la forma de atraer, conservar o incrementar el número de clientes, generando un vínculo entre estos mediante un canal específico.

## **V. Fuentes de ingresos.**

Las fuentes de ingresos corresponden a las estrategias o métodos para percibir ingresos económicos en la empresa, el cual determina la estabilidad financiera de la misma.

## **VI. Recursos clave.**

Los recursos clave del modelo de negocios del lienzo son elementos que permiten elaborar y ofrecer una propuesta de valor atractiva para el nicho de clientes, son comunes: los recursos financieros, recursos humanos, recursos físicos y recursos intelectuales.

## **VII. Actividades clave.**

Son actividades de carácter prioritario que se ejecutan para el correcto funcionamiento de la empresa. La ejecución deficiente de éstas pondría en riesgo el éxito de la empresa.



### **VIII. Asociaciones clave.**

Es importante establecer relaciones con socios que puedan ayudarnos a alcanzar los objetivos de nuestra empresa. Las asociaciones clave puede comprender a personas, organizaciones u otras empresas cuyas actividades guarden vínculo nuestra empresa o producto.

### **IX. Estructura de coste.**

Este apartado del modelo de negocios del lienzo consiste en identificar los costos de la empresa, tomando de base las actividades clave, los socios clave y recursos clave.

## **2.4 Reporte A3.**

El reporte A3 es una herramienta de resolución de problemas, la cual está fundamentada en el ciclo Deming (PDCA). Esta herramienta permite analizar un problema y la gestión de su solución en una sola hoja conteniendo los siguientes:

- I. Antecedentes.
- II. Situación actual.
- III. Objetivos de mejora.
- IV. Análisis de las causas.
- V. Acciones de mejora.
- VI. Plan de acción.
- VII. Seguimiento de resultados.

Los fundamentos de esta herramienta según el sitio web (Progresá Lean, s.f.) son:

- a. Proceso de pensamiento lógico basado en la disciplina PDCA y orientado a la causa raíz.
- b. Objetividad.
- c. Obtener resultados utilizando procesos excelentes.
- d. Síntesis y visualización.
- e. Alineación con todos los interesados.

- f. Coherencia dentro y consistencia a través de la organización.

### 3 CAPÍTULO III

#### 3.1 Fases del pensamiento de diseño (Design Thinking).

Las etapas del pensamiento de diseño (Design Thinking, s.f.) fueron ejecutadas de la siguiente manera:

Pensamiento de diseño, una herramienta que en principio resulta difícil hacerla encajar con el método científico que termina rigiendo en parte la mayoría de desarrollos de la industria química, sin embargo, a lo largo de la cátedra se logró aplicar cada una de sus etapas al diseño del producto. La herramienta no está enfocada en el desarrollo explícito del producto, sino en el proceso completo de diseño, es decir utilizando el pensamiento de diseño no nos centramos únicamente en las características del producto (del floculante para este caso) y el proceso de diseño abarca en este caso desde la identificación de los principales inconvenientes que tienen los clientes, aquello que les duele y buscarían solventar y así da inicio el diseñar para el cliente y aunque cuando se prototipa se encuentran las limitantes de carácter técnico, se tiene claro desde el principio qué debemos buscar solucionarle al cliente.

Las etapas de pensamiento de diseño aplicadas al diseño y desarrollo de productos en la industria química que representan el objetivo logrado se explican a continuación.

- I. **Empatizar:** para saber qué se debía diseñar se necesitó conocer al cliente, saber qué buscaba resolver él en su proceso, esta etapa se abarcó a través de entrevistas online a personas encargadas de plantas de tratamiento, a docentes del área y terceros que comercializan productos tradicionales para este fin, al final con el fin de documentar el proceso, un cuestionario fue llenado a través de formularios de Google. Esta retroalimentación que se obtuvieron, permitió utilizar una herramienta fundamental en el diseño y la

innovación: el mapa de empatía, el cual contiene la información más relevante obtenida de los clientes.

- II. Definir:** tener definido las necesidades de los clientes permitió identificar las principales y comunes a la mayoría de clientes. Esta identificación permitió abordar su solución, aunque en cierta medida la solución estuvo limitada por el aspecto técnico, como ejemplo el % de componentes activos del aloe en un extracto de aloe vera comercial.
- III. Idear:** atendiendo las características que tenía las principales necesidades de los clientes, la fase de idear abarcó cierta revisión bibliográfica para conocer diferentes especies de origen vegetal que pudieran resolver lo que el cliente necesitaba, en esta etapa se encuentran las limitantes de variantes vegetales disponibles en cantidad y calidad para lo que se persigue.
- IV. Prototipar:** se diseñó un prototipo a nivel de laboratorio, haciendo uso de un extracto de aloe vera para medir la capacidad de floculación que tenía este.
- V. Testear:** aunque la etapa de testeo, implica la evaluación por parte de los clientes por las características del producto también es válida la evaluación a nivel de laboratorio, debido a que son variables de carácter técnico las que se evalúan y que dan la pauta de aceptabilidad por parte de los clientes.

### **3.2 Fases del modelo de negocios del lienzo (Business Model Canvas).**

Las fases del modelo de negocios del lienzo (Business Models Inc, s.f.). aplicadas al proyecto son:

#### **I. Promesa de marca.**

“Contribuyamos con el medio ambiente a reducir el impacto ambiental de residuos de tratamiento de aguas residuales, transformando su sistema de clarificación en un sistema eco amigable sin agregar costos extras a su proceso y de manera práctica”.

## **II. Soporte de la marca.**

- a. Origen natural: Un producto producido a base natural (Aloe Vera) que fomenta el uso de alternativas naturales en la industria de aguas residuales.
- b. Fácil aplicabilidad: Utilice nuestro floculante de manera directa, permitiéndole un ahorro de tiempo y carga de trabajo.
- c. Menor impacto ambiental: Genere residuos biodegradables que facilite la disposición final de lodos residuales.
- d. Reducción de costos: Reduzca el costo que implica la disposición de los lodos residuales.

## **III. Valores de la marca.**

- a. Innovación: Aportamos una solución diferente al tratamiento de aguas residuales. Seamos pioneros de una nueva tecnología en el área.
- b. Interacción: Ofrecemos un seguimiento constante, atentos a la búsqueda de soluciones de sus inconvenientes en clarificación de aguas residuales.
- c. Justo a la medida: Fabricamos lo que necesita, evitándole sobre stock o espacio requerido para almacenamiento.

## **IV. Carácter de la marca**

- a. Aportar soluciones: Buscamos aportar soluciones que se traduzcan en beneficio al medio ambiente sin descuidar los costos de su empresa.
- b. Objetivos compartidos: Apasionados por la investigación, compartimos el objetivo de un proceso económico y eficiente para la clarificación de aguas residuales.
- c. Investigación: realizamos constantemente investigaciones que abonen al desarrollo de productos vinculados a sus necesidades.

## **V. Ampliación de marca.**

- a. Inhibidoras de corrosión: con el objetivo de dar soluciones integrales desarrollamos proyectos paralelos vinculados al tratamiento de aguas residuales no solo para la etapa de coagulación-floculación sino el proceso en general.

## **VI. Pirámide de valor de marca.**

- a. Creencias y valores: Alternativa natural, fácil aplicabilidad y sin elevar costos
- b. Beneficios: Residuos biodegradables para una mejor disposición final.
- c. Características y atributos: Polímero natural que ofrece la capacidad de flocular.

### **3.3 Modelo de negocios del lienzo (Business Model Canvas).**

#### **I. Segmento de clientes.**

- a. Empresas que cuenten con sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- b. Interesados en recibir asistencia técnica en servicios de tratamiento de aguas residuales.

#### **II. Propuesta de valor.**

- a. Floculante de origen natural.
- b. Residuos biodegradables.
- c. Fácil aplicabilidad.

#### **III. Canales.**

- a. Redes sociales.
- b. Página web.

#### **IV. Relación con los clientes.**

- a. Asistencia técnica al adquirir el producto.

#### **V. Flujo de ingresos.**

- a. Venta de producto.
- b. Servicio técnico.

#### **VI. Recursos clave.**

- a. Soporte para clientes por personal calificado.
- b. Diseño de productos personalizado.

#### **VII. Actividades clave.**

- a. Producción de floculante.
- b. Solución de problemas.

### **VIII. Aliados clave.**

- a. Profesionales que se desempeñan en el área de tratamiento de aguas residuales.
- b. Profesionales que se desempeñan en el área de legislación ambiental.

### **IX. Estructura de costes.**

- a. Estructura organizacional.
- b. Suministro de materia prima.

### **3.4 Pirámide de valor de la marca.**

- a. Alternativa natural de fácil aplicabilidad.
- b. Generación de residuos biodegradables.
- c. Polímero natural, pH estable y reduce procesamiento de residuos.
- d. No requiere ajustar pH.

### **3.5 Spot publicitario.**

*“Un polímero de origen natural que brinda un proceso ecológico y de bajo de impacto ambiental”*

*“La alta biodegradabilidad de la materia prima origen principal otorga el beneficio de residuos de fácil disposición final”*

*“Una experiencia en conjunto, donde conoceremos sus necesidades y requerimiento para sus mejores resultados”*

### **3.6 Canales de distribución.**

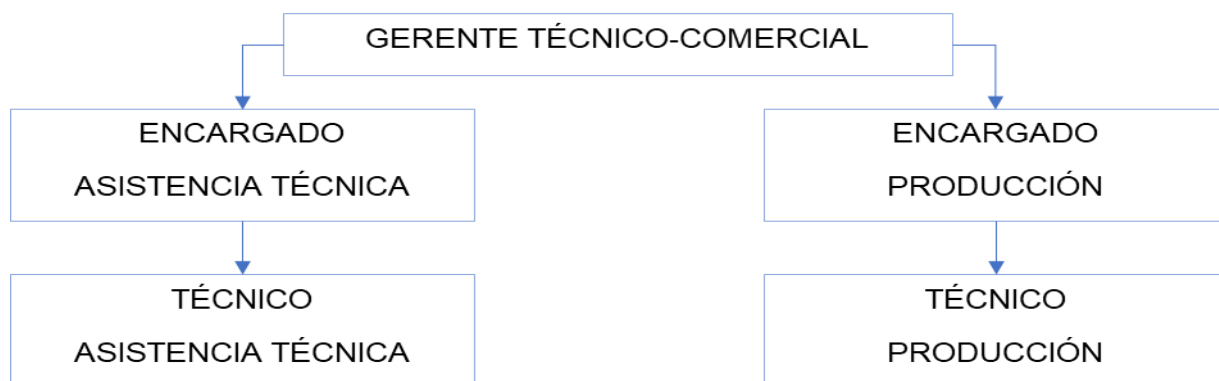
El canal de distribución más adecuado corresponde al nivel 0 representado en la figura 3.1 el cual es un canal directo entre el fabricante del producto y el cliente o consumidor.



**Figura 3.1:** Estructura de canal de distribución del producto.

### 3.7 Estructura organizativa.

Toda organización requiere la estructuración de sus miembros, en la figura 3.2 se detalla la estructura organizativa de nuestra organización.



**Figura 3.2:** Estructura de la organización, nombre de puestos de trabajo.

### 3.8 Funciones de la estructura organizativa.

Una vez definida la estructura de la organización se definen las funciones de cada miembro en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1:** Descripción de puestos de trabajo de la organización

PUESTO	FUNCIONES
Gerente técnico-comercial.	Planificar y direccionar las actividades de ingeniería y de diseño, así como diseñar y ejecutar estrategias que permitan el cumplimiento de los objetivos empresariales.
Encargado de asistencia técnica.	Coordinar el seguimiento de los clientes con contrato de servicio y capacitar constantemente a los técnicos.
Encargado de Investigación y desarrollo	Coordinar la constante actualización de nuevas tecnologías de origen natural aplicables al tratamiento de aguas residuales y direccionar proyectos de investigación y desarrollo de nuevos productos para nuestros clientes.

## **4 CONCLUSIONES**

### **FACTIBILIDAD DEL PROYECTO O DESARROLLO.**

#### **TÉCNICA:**

- I. La capacidad de floculación de una especie vegetal está determinada por los componentes activos característicos de la especie, los polisacáridos son parte de los componentes activos del aloe vera, pero existe un porcentaje máximo de estos componentes activos en la especie vegetal. El gel de aloe vera contiene 43% de componentes activos, el cual representa la máxima capacidad floculante que podríamos obtener de un producto diseñado a base de aloe vera.
- II. Un floculante cuya base sea un extracto de aloe vera de tipo comercial deberá tener una excelente calidad para alcanzar la máxima capacidad de flocular que puede ofrecer la especie vegetal, siendo la calidad definida por el porcentaje de componentes activos.

#### **ECONÓMICA:**

- III. La elaboración de un floculante natural cuyo origen es el extracto de Aloe Vera presenta un elevado costo de producción a nivel de laboratorio esto debido a los precios que implican tanto el extracto de mayor calidad disponible en el mercado nacional como la adquisición unitaria del solvente utilizado para un procedimiento que asegure una máxima capacidad de floculación.
- IV. Un producto de origen vegetal para el uso en el tratamiento de aguas residuales tiene una alta aceptabilidad en el mercado, sin embargo, la factibilidad económica pone en riesgo la comercialización exitosa del producto, debiéndose buscar alternativas más económicas que permita sustentar el alto interés de la industria de incursionar en tecnologías ecológicas para sus procesos.



- V. A escala industrial, el abastecimiento de materias primas plantea dos escenarios; el primero compete a la especie vegetal donde su adquisición implicaría la importación de materia prima, debido a que en El Salvador no se cuenta con plantaciones de Aloe Vera para el uso industrial, el segundo corresponde al abastecimiento del solvente de extracción puede ser abarcado en el mercado nacional.
- VI. A nivel de prototipo, el diseño de un floculante de origen vegetal comprende el uso principal de gel de aloe vera y etanol, la adquisición unitaria de estos productos en el mercado no representa un problema mayor en términos legales. La adquisición a escala industrial de estos productos si representa un mayor esfuerzo en términos legales ya que implicaría el trámite de los permisos necesarios tanto para la importación del gel de aloe vera como la compra del etanol en el mercado nacional.

#### **PROTOTIPOS:**

- VII. El producto diseñado parte de un extracto de Aloe Vera comercial que contiene un 5% del componente activo de la especie vegetal el cual tiene una capacidad baja de floculación debido a la naturaleza del extracto de aloe vera. A nivel laboratorio y tomando como indicador la remoción de turbidez se obtiene una remoción de 6.9% lo cual valida el hecho de que la capacidad de floculación de un extracto de origen vegetal está determinada por sus componentes activos. A mayor concentración de componentes activos, puede obtenerse una mejor capacidad floculante.

#### **EXPECTATIVAS DE CLIENTES:**

- VIII. En la etapa de las entrevistas realizadas a las personas que, vinculadas al tratamiento de aguas residuales, las características que debían tener un producto de origen natural para incorporarlo en su proceso destacaban una fácil aplicabilidad, poca variabilidad del pH de agua tratada y una mejor disposición de sus lodos.

## **COSTOS Y EMPRENDIMIENTO:**

- IX. El costo por kilogramo de floculante líquido alcanza un costo total de \$81.03 estimado con precios unitarios de materia prima en el mercado nacional, el alto costo representa un obstáculo a nivel de emprendimiento no solo por la capacidad económica necesaria para dar inicio al proyecto sino por el costo de venta que implicaría el producto siendo necesario escalar a nivel industrial.

## **APRENDIZAJES:**

- X. El pensamiento de diseño es posible vincularlo al método científico que rige el diseño de experimentos y a su vez el desarrollo de productos de la industria química, el pensamiento de diseño permite desarrollar productos para las clientes y no para el producto, es decir diseñar en función de lo que el cliente busca solucionar conociendo sus prioridades.
- XI. Las etapas del pensamiento de diseño aplicadas al diseño y desarrollo de productos en la industria química permiten integrar el método científico con el desarrollo de productos que innoven en la búsqueda de soluciones para los clientes. El pensamiento de diseño en la industria química es diseñar para el cliente.

## 5 RECOMENDACIONES

- I. La utilización de un extracto de gel de aloe de mayor calidad, el cual contendrá en mayor concentración los componentes activos de la especie vegetal que permita una mayor capacidad floculante, capaz de sustituir total o parcialmente el uso de productos convencionales.
- II. La utilización de un método manual de extracción del gel de aloe vera para comparar la capacidad floculante con uno comercial.
- III. El diseño de un método de extracción de los componentes activos de una especie vegetal con capacidad floculante que no exceda el costo de los convencionales.
- IV. La utilización de extractos de otras especies vegetales o la combinación de estas a fin de obtener una combinación que reduzca el uso de floculantes químicos.
- V. Que la industria nacional establezca alianzas con las instituciones educativas que incursionan en proyectos de innovación y desarrollo. Estas alianzas deberán promover, incentivar y acompañar la ejecución de proyectos de innovación y desarrollo para garantizar una mejor búsqueda de soluciones para los principales inconvenientes a los que se enfrenta la industria nacional.
- VI. Crear internamente en las empresas áreas enfocadas en la innovación y desarrollo de productos que se integren en conjunto con la ingeniería de la calidad y procesos buscando factibilidad técnica y económica de nuevos productos o mejorando los ya existentes teniendo como piedra angular el diseño pensando en los clientes.
- VII. La continuidad del curso “Diseño y desarrollo de nuevos productos en la industria química” como proceso de trabajo de grado fortaleciendo las competencias de los egresados de ingeniería química.
- VIII. Revisar la legislación ambiental actual para garantizar mejores prácticas por parte de la industria nacional, buscando crear una cultura donde el

uso de alternativas ecológicas no sea solo visto como requisitos necesarios de cumplimiento en el territorio nacional.

- IX. Acompañar a la industria nacional en la búsqueda de soluciones de los principales inconvenientes a los que se enfrenta a nivel técnico, que permita sentir el compromiso e interés del desarrollo industrial en el territorio nacional que a su vez brinde oportunidades de desarrollo para profesionales de la ingeniería química.
- X. Que las instituciones de carácter técnico estén dirigidas por profesionales competentes en el área que permita un mejor desarrollo de la industria nacional y una mejor gestión de los recursos tanto naturales como capital humano presente en el país.
- XI. El acompañamiento a las instituciones educativas en los proyectos de investigación y desarrollo promoviendo la ejecución de talleres, cursos y planes de estudio enfocados en el diseño de productos por parte de la industria nacional.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

1. Business Models Inc. (s.f.). Países Bajos. Recuperado el 7 de noviembre de 2021, de [www.businessmodelsinc.com](http://www.businessmodelsinc.com)
2. Design Thinking. (s.f.). España. Recuperado el 8 de noviembre de 2021, de <https://www.designthinking.es/>
3. Diestra, F., & Isaac, R. (2019). Efecto de la concentración de Aloe Vera y tiempo de floculación en la remoción de sólidos suspendidos. Trujillo, Perú. Recuperado el 5 de noviembre de 2021
4. Gestión-Calidad.com. México. (7 de Noviembre de 2016). Recuperado el 5 de Noviembre de 2021, de <https://gestion-calidad.com/idi/une-166001-2006>
5. Modelo Canvas. (s.f.). España. Recuperado el 5 de Noviembre de 2021, de <https://modelocanvas.net>
6. Progesa Lean. (s.f.). España. Recuperado el 6 de Noviembre de 2021, de <https://www.progressalean.com/a3-report-herramienta-lean-manufacturing-de-resolucion-de-problemas/>

## **7 ANEXOS**

<b>ANEXO A: CUESTIONARIO PARA ELABORAR MAPA DE EMPATÍA.....</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO B: REPORTE A3 PRIMERA FASE.....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO C: REPORTE A3 SEGUNDA FASE.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO D: MEMORIA DE TRABAJO .....</b>	<b>25</b>

## **ANEXO A: CUESTIONARIO PARA ELABORAR MAPA DE EMPATÍA**

### **CUESTIONARIO**

#### **DISEÑO DE UN COAGULANTE/FLOCULANTE A PARTIR DE MUCILAGO VEGETAL**

Objetivo: Recolectar información para el diseño y desarrollo de un producto de origen vegetal para el uso de la clarificación de aguas requisito del curso Diseño de Nuevos Productos en la Industria Química.

#### Lo que ve (visual)

1. ¿Qué productos para la clarificación de aguas conoce o ha utilizado?
2. ¿Qué características tienen los productos para la clarificación de aguas que conoce?
3. ¿Qué lo hace declinarse por un determinado producto para utilizarlo en su proceso?

#### Lo que escucha (auditiva)

4. ¿Qué productos para la clarificación de aguas ha escuchado de mayor utilización que usted no haya usado en su proceso?
5. ¿Qué características poseen los productos que le han recomendado para usar en su proceso?
6. ¿Con qué frecuencia adquiere los productos recomendados por terceros?

#### Lo que piensa y siente

7. ¿Qué opinión tiene acerca de la tendencia actual de procesos amigables con el medio ambiente?
8. ¿Qué opinión tiene de un producto de uso en la clarificación de aguas de origen natural?
9. ¿Qué características esperaría que tenga un producto de origen vegetal para utilización en la clarificación de aguas?

Lo que dice

10. ¿Qué lo hace consumidor de un producto determinado para la clarificación de aguas?
11. ¿Qué lo haría adquirir un producto de origen natural para la clarificación de aguas?
12. ¿Por qué utiliza los productos mencionados en su proceso?

Lo que le duele





13. ¿Qué variables de su proceso le genera inconvenientes con los productos que actualmente utiliza?
14. ¿Qué características cambiaría de los productos que utiliza en su proceso?
15. ¿Qué característica o inconvenientes no aceptaría en un nuevo producto

El beneficio

16. ¿Cuál es el principal beneficio que esperaría del uso de un producto de origen natural?
17. ¿Qué valor agregado esperaría en su proceso el uso de un producto de origen natural?
18. ¿Qué valor agregado le daría en su empresa el uso de un producto de origen natural



# ANEXO B: REPORTE A3 PRIMERA FASE.

A3 - PLAN DE DESPLIEGUE DE ESTRATEGIA Y SEGUIMIENTO RD+I			
SEGMENTO	CLARIFICACIÓN DE AGUAS	PROPIETARIO	ELMER CARDONA
TEMA	COAGULANTE/FLOCULANTE NATURAL	PATROCINADOR	ELMER CARDONA
HOSHIN	LA SENCILLEZ DE LOS PROCESOS ES LA GARANTÍA DE		
METRICAS CLAVE (DESEMPEÑO)			
ACTIVIDAD	INICIO	FIN	
Estudio de Design Thinking	26-abr-21	26-abr-21	
Estudio Business Model Canvas	28-abr-21	3-jun-21	
Estudio reporte A3	27-abr-21	28-abr-21	
Comprensión UNE 166001:2006 (puntos pendientes)	28-abr-21	12-may-21	
Resumen de tesis sobre coagulantes o floculantes de origen natural	1-may-21	12-may-21	
Investigación de desarrollos de productos similares en otros países.	2-may-21	20-may-21	
Estimación de parámetros adecuados que deben tener las aguas a tratar	27-may-21	11-jun-21	
Revisión con mentores el resumen bibliográfico del estudio	5-jun-21	12-jun-21	
Diseño de cuestionario para mapa de empatía	24-abr-21	25-abr-21	
Revisión con Ing. Edwin Alvarenga para validación	25-abr-21	26-abr-21	
Programación entrevistas	1-may-21	3-may-21	
Elaboración del mapa de empatía	14-may-21	15-may-21	
Identificar los inconvenientes y causales de atraso en la etapa de empatizar.	24-abr-21	25-abr-21	
Mapear la disponibilidad de especialistas para la entrevista.	1-may-21	3-may-21	
Revisar disponibilidad de materia prima de las especies vegetales de mayor investigación validada	17-may-21	24-may-21	
Estimación de costos de producción a nivel de laboratorio de producto.	24-may-21	7-jun-21	
Verificar factibilidad de extracción de mucilagos	8-jun-21	15-jun-21	
REFLEXION ACTIVIDADES PERIODO ACTUALMENTE (BALANCE)			
ACTIVIDAD	RATING	NECESIDADES Y RESULTADOS CLAVE / PROBLEMAS / APRENDIZAJES	
La base para el diseño y desarrollo de nuevos productos parte de la aplicación de Design Thinking, aunque existe información en la red y se contó con una mentoría sobre la herramienta aún existe una brecha en la comprensión completa de la herramienta. Aprender haciendo será el camino a seguir	100	SE REQUIERE ENTRENAMIENTO TEORICO Y PRACTICO PARA MANEJO DE HERRAMIENTAS (DESIGN THINKING, BUSINESS MODEL CANVAS, A3, ETC) Y COACHING DE MENTORES. CAMBIO DE YO HAGO & TU ME VES A TU HACES & YO TE VEO	
Otra de las herramientas a usar en el diseño y desarrollo del producto es Model Canvas	100	Falta comprensión de aplicabilidad de este modelo al diseño, ¿en qué etapa de Design Thinkign comienza a aplicar?	
La referencia de documentación es la norma UNE 166001:2006 y el seguimiento del desarrollo de proyecto tiene como base el reporte A3	100	Aun están pendientes los apartados referidos a requisitos de protección intelectual, registros y normativas. También sigue pendiente el tema de legislaciones y otras regulaciones.	
Desarrollo de entrevistas y mapas de empatía, conocer las expectativas de los usuarios.	100	Se requiere la programación de entrevistas con personas vinculadas o con conocimiento de floculantes o coagulantes, en su mayoría de manera virtual por limitante de tiempo. De momento no se cuenta con los insights de clientes que permitan identificar cuáles son las principales dolencias en el uso de productos	
Investigación de variables de proceso e investigación bibliográfica mas extensa y específica de potenciales especies vegetales.	100	Aunque existe la mención de ciertos antecedentes a nivel de investigación aun no están definidas ciertas variables cómo la calidad del agua a tratar.	
Designación de presupuesto: Aun no está definido qué materias primas e utilizarán, sin embargo pueden estimarse otros costos implícitos en el diseño y desarrollo	100	Aunque el prototipo se va desarrollar a nivel de laboratorio, será necesario en algun momento comprar un producto sintético para pruebas. Esto por que en cierta medida el producto podría ser un sustituto parcial del coagulantes o floculante sintético.	
REFLEXION OBJETIVOS PERIODO ACTUAL (ENFOQUE)			
	Se debe contar con una programación diaria de consultas en la web referente a las herramientas de utilidad con el curso. Design Thinkin, Bussines Model Canvas y A3.		
	Se deben investigar y crear una matriz que contenga información de las propiedades de los mucilagos de las especies vegetales potencialmente estudiadas. La base debe tomar investigaciones que cuenten con parte experimental y con resultados aceptables. Resumen técnico de investigaciones realizadas e identificación de las características de las aguas utilizadas.		
	Para poder identificar las necesidades, expectativas e insights en general de los clientes se vuelve importante la entrevista con estos, existe un número muy bajo de contactos por tanto se deben doblar esfuerzos en la búsqueda. A día de hoy se cuenta con clientes que esperan primero el producto y la entrevista después. Elaboración de mapa de empatía. Convertir las necesidades en variables o características del producto		
	Identificar las limitantes del proyecto a nivel personal, técnico y contextual con el fin de buscar planes de acción para subsanar en la medida de lo posible estas limitantes. Identificar y tomar acciones y decisiones oportunas para la ejecución correcta del proyecto.		

PLANEACION Y SEGUIMIENTO																		
ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	METRICA	META	INICIO	FIN	E	P	M	A	M	J	J	S	O	N	D		
Autocapacitación en herramientas Design Thinking, Bussines Model Canvas y A3.	Estudio de Design Thinking	Horas semanales de lecturas, videos y consultas	4 HR/SEM	26-abr-21	28-may-21												100	
	Estudio Bussines Model Canvas	Horas semanales de lecturas, videos y consultas	2 HR/SEM	28-abr-21	3-jun-21												100	
	Estudio reporte A3	Consultas a bajo Palacios	100%	27-abr-21	28-abr-21												100	
	Comprensión UNE 166001:2006 (puntos pendientes)	Cumplimiento contra calendario	100%	28-abr-21	12-may-21													100
ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	METRICA	META	INICIO	FIN	E	P	M	A	M	J	J	S	O	N	D		
Resumen técnico de investigaciones realizadas e identificación de las características de las aguas utilizadas.	Resumen de tesis sobre coagulantes o floculantes de origen natural	Cumplimiento contra calendario	4 tesis	1-may-21	12-may-21													75
	Investigación de desarrollos de productos similares en otros países.	Cumplimiento contra calendario	2 productos	2-may-21	20-may-21													100
	Estimación de parámetros adecuados que deben tener las aguas a tratar	Investigación bibliográfica	3 parámetros	27-may-21	11-jun-21													75
	Revisión con mentores el resumen bibliográfico del estudio	Aprobación mentores	Aprobación	5-jun-21	13-jun-21													100
ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	METRICA	META	INICIO	FIN	E	P	M	A	M	J	J	S	O	N	D		
Elaboración de mapa de empatía. Convertir las necesidades en variables o características del producto	Diseño de cuestionario para mapa de empatía	Revisión de Ing. Edwin Alvarenga para validación	Aprobación	24-abr-21	25-abr-21													100
	Revisión con Ing. Edwin Alvarenga para validación	Revisión de Ing. Edwin Alvarenga para validación	Aprobación	25-abr-21	26-abr-21													100
	Programación entrevistas	Entrevistas programadas	15 programadas	1-may-21	3-may-21													100
	Aplicación del cuestionario	Personas entrevistadas	15 personas entrevistadas	4-may-21	13-may-21													100
	Elaboración del mapa de empatía	Aprobación mentores	Insights clientes	14-may-21	10-may-21													100
ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	METRICA	META	INICIO	FIN	E	P	M	A	M	J	J	S	O	N	D		
Identificar y tomar acciones y decisiones oportunas para la ejecución correcta del proyecto.	Identificar los inconvenientes y causales de atraso en la etapa de empatizar.	Número de entrevistados	15 personas entrevistadas	4-may-21	13-may-21													100
	Mapear la disponibilidad de especialistas para la entrevista.	Personas OK entrevista	15 personas OK entrevista	1-may-21	3-may-21													100
	Revisar disponibilidad de materia prima de las especies vegetales de mayor investigación validada	Consulta de materia prima a nivel laboratorio	Tener definida disponibilidad	17-may-21	24-may-21													50
	Estimación de costos de producción a nivel de laboratorio de producto.	Precios de materias primas	Estimar costo del producto	24-may-21	7-jun-21													75
	Verificar factibilidad de extracción de mucilagos	Extracción de mucilagos	2 mucilagos	8-jun-21	15-jun-21													50
SEGUIMIENTO																		
RESPONSABLE	FECHA	CIERRE	COMENTARIOS															

# ANEXO C: REPORTE A3 SEGUNDA FASE.

A3 - PLAN DE DESPLIEGUE DE ESTRATEGIA Y SEGUIMIENTO RD+I	
SEGMENTO	CLARIFICACIÓN DE AGUAS
TEMA	COAGULANTE/FLOCULANTE NATURAL
HOSHIN	LA SENCILLEZ DE LOS PROCESOS ES LA GARANTÍA DE LA EFICIENCIA

METRICAS CLAVE (DESEMPEÑO)																				
ACTIVIDAD	Fecha de inicio	Fecha de finalización	1.1.09.-2021	1.2.09.-2021	1.3.09.-2021	1.4.09.-2021	1.5.09.-2021	1.6.09.-2021	1.7.09.-2021	1.8.09.-2021	1.9.09.-2021	1.10.09.-2021	1.11.09.-2021	1.12.09.-2021	1.1.10.-2021	1.2.10.-2021	1.3.10.-2021	1.4.10.-2021	1.5.10.-2021	
Aplicabilidad Design Thinking	11-sep-21	12-oct-21																		
Aplicabilidad Business Model Canvas	11-sep-21	12-oct-21																		
Estimación de costos de producción a nivel de laboratorio	11-sep-21	11-sep-21																		
Creación de BMC del floculante natural	11-sep-21	11-sep-21																		
Revisión bibliográfica de marchas de producción a nivel lab	12-sep-21	14-sep-21																		
Desarrollo de prototipo de floculante natural	16-sep-21	16-sep-21																		
Pruebas de efectividad de floculante	16-sep-21	16-sep-21																		
Correcciones a BMC de producto	18-sep-21	28-sep-21																		
Creación de canales de distribución	23-sep-21	30-sep-21																		
Revisión de estrategia de publicidad	30-sep-21	07-oct-21																		
Seguimiento a estrategia de publicidad	07-oct-21	14-oct-21																		
Actualización de documentación	15-oct-21	17-oct-21																		

REFLEXION ACTIVIDADES PERIODO ACTUALMENTE (BALANCE)		
ACTIVIDAD	RATING	NECESIDADES Y RESULTADOS CLAVE / PROBLEMAS / APRENDIZAJES
La aplicación de Design Thinking al diseño y desarrollo de productos en Ingeniería Química en sus etapas de empatizar, definir e idear quedando pendiente prototipar y evaluar a desarrollarse pronto.	90	En las etapas desarrolladas se deben hacer las correcciones obtenidas en la revisión con facilitadores, compañeros de clase y demás personas que han aportado mediante consultas. Afinar detalles.
Aplicar el Business Model Canvas al producto para ser evaluado en primer instancia por facilitadores previo a una evaluación de un panel experto en el modelo.	90	Al tener la retroalimentación por parte de los facilitadores, hacer las correcciones necesarias para la exposición al penal de expertos en Business Model Canvas.
Diseñar el prototipo del floculante de origen natural siguiendo las etapas encontradas en investigaciones previas.	75	Evaluar la funcionalidad del floculante de origen natural y determinar el comportamiento de la capacidad floculante en el tiempo una vez extraído de la especie vegetal.
Poner en marcha la estrategia de marketing y comercialización del producto.	70	Realizar las correcciones de esta etapa y evaluar la eficacia de lo desarrollado: publicidad en redes sociales, spot publicitario, etc.
Preparar los avances y prototipos para la primera evaluación ante un panel de expertos tando de la UES como entidades que cooperaran en el diseño de productos.	80	Al obtener el prototipo del producto, se deberá preparar todo lo requerido y solicitado por los facilitadores para los paneles evaluadores.
Actualizar memoria de trabajo bajo la norma UNE 166001:2006	90	Una vez realizadas las correcciones a todos las avances entregados se debe documentar dichos avances en la memoria de trabajo.

REFLEXION OBJETIVOS PERIODO ACTUAL (ENFOQUE)	
	Aunque ya se han desarrollado las etapas de empatizar, definir e idear se deben hacer los ajustes necesarios a estas etapas tomando de base la retroalimentación recibida. Una vez completa las siguientes dos etapas, prototipar y evaluar se habrá completado la aplicación del modelo Design Thinking al diseño y desarrollo de productos en ingeniería química.
	La aplicación del Business Model Canvas queda sujeta a observaciones y modificaciones en función del primer borrador entregado. Resulta importante, continuar afinando los detalles de la aplicabilidad del modelo al diseño del floculante de origen natural, pues esto será sometido a un panel evaluador de expertos.
	Desarrollar a nivel de laboratorio un prototipo del floculante de origen vegetal, tomando el mejor solvente para extracción de mucilago de la especie vegetal recomendado en investigaciones previas del tema.
	Completar las herramientas utilizadas en el curso: Design Thinking, Business Model Canvas, A3, documentación basada en norma UNE 166001:2006, entre otras para la evaluación con un primer panel de personal académico de la UES.

PLANEACION Y SEGUIMIENTO																		
ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	METRICA	META	INICIO	FIN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Aplicación de Design Thinking al diseño y desarrollo de productos en Ingeniería Química, Business Model Canvas y A3.	Diseño y aplicación de cuestionario, entrevista y consulta a personas vinculadas a posibles clientes.	Programación de entrevistas, consultas y cuestionarios.	10 personas.	26-abr-21	28-may-21													
	Definir las principales necesidades de los usuarios de floculantes naturales.	Elaborar principales inconvenientes de los usuarios.	2 HR/SEM	28-abr-21	3-jun-21													
	Idear el desarrollo de un producto que solventa las principales dolencias de los usuarios de floculantes.	Investigación bibliográfica	100%	3-jun-21	8-jul-21													
	Prototipar el floculante de origen natural	Prototipo en 3D del producto.	1 prototipo	16-sep-21	30-sep-21													
Aplicación del Business Model Canvas al diseño y desarrollo de productos en Ingeniería Química.	Trabajar BMC de dos empresas para familiarizarse con la aplicación del modelo.	Entrega de BMC a facilitadores.	2 BMC	19-jun-21	25-jun-21													
	Trabajar BMC para el diseño de un floculante de origen natural.	Entrega de BMC a facilitadores.	1 BMC	10-sep-21	11-sep-21													
	Correcciones a BMC del diseño de un floculante de origen natural.	Entrega de BMC a facilitadores.	1 BMC	16-sep-21	23-sep-21													
	Evaluación de BMC por parte de panel de expertos.	Entrega de BMC	1 BMC	27-sep-21	30-sep-21													
Diseño de prototipo en planta piloto de Universidad de El Salvador	Revisión bibliográfica de investigaciones previas.	3 resúmenes de investigaciones.	3 investigaciones	21-jul-21	26-jul-21													
	Estimación de costos de producción a nivel de laboratorio de productos.	Coteo de producción de prototipo	Costeo	28-jul-21	29-jul-21													
	Diseño de prototipo en planta piloto	1 prototipo de floculantes	1 prototipo	16-sep-21	16-sep-21													
	Evaluación de prototipo en planta piloto.	% de remoción de turbidez	% de remoción según literatura	30-sep-21	30-nov-21													
Evaluación de Proyecto por Jurado	Completar la aplicación del Design Thinking al diseño y desarrollo de productos en Ingeniería Química.	Etapas completadas	5 etapas	4-may-21	13-may-21													
	Completar la aplicación del Business Model Canvas al diseño y desarrollo de productos en Ingeniería Química.	Evaluación de facilitadores y expertos	OK de facilitadores y expertos	1-may-21	3-may-21													
	Documentar el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en la industria química.	1 memoria de trabajo	Proyecto aprobado	17-may-21	24-may-21													

SEGUIMIENTO	RESPONSABLE	FECHA	CIERRE	COMENTARIOS

## **ANEXO D: MEMORIA DE TRABAJO**

### **1. RESPONSABILIDADES**

Los estudiantes egresados: Elmer Ernesto Cardona Rojas y Jonathan Wilfredo Jiménez Martínez tienen la responsabilidad de crear un proyecto de investigación, desarrollo e innovación de nuevos productos para la industria química y documentar desde sus etapas iniciales hasta las finales acorde con la norma UNE 16601:2006.

Los egresados deberán documentar y aplicar directamente a su investigación, los conceptos y herramientas teóricas de cátedra y concretizarlos en la fabricación de prototipos funcionales de productos o servicios, que deberán ser sometidos a la aprobación de paneles evaluadores internos y externos, a fin de aprobar satisfactoriamente su trabajo de grado.

Los egresados deberán basar la selección de los productos o servicios a obtener, en criterio de factibilidad técnica, económica y comercial sustentados con evidencia documental o de investigación.

Los egresados deberán entregar como requisito para las revisiones periódicas, esta memoria en físico, asegurando que el documento impreso cumpla con los requerimientos de formato y contenido requeridos para el registro de su trabajo de grado, sin descuidar ningún aspecto en formato y contenido que comprometa la calidad académica del documento.

Los facilitadores: Ing. Jair Edgardo Herrera e Ing. Edwin Antonio Alvarenga son responsables de establecer los lineamientos, dar soporte teórico y práctico, además de asistir a sesiones programadas para dar seguimiento en el proyecto, haciendo ver los avances, retrasos y/o limitaciones, así como también, validar de manera objetiva la viabilidad o factibilidad del desarrollo en cada una de sus etapas. De esta evaluación objetivo periódica podrá depender la continuidad o no del proyecto escogido y en definitiva la calificación y aprobación del trabajo de grado que este representa.

## **2. MEMORIA**

### **2.1. Objetivos y planteamiento para alcanzarlos.**

El tratamiento de aguas residuales y potabilización de agua se ha vuelto una industria especializada de la Ingeniería Química. El tratamiento de aguas puede incluir desde la depuración del agua para ser vertido en un cuerpo receptor hasta la potabilización de agua para consumo. Un proceso de importancia es la clarificación cuya finalidad es la eliminación o remoción de turbiedad o materiales coloidales en el agua.

Los procesos de coagulación-floculación son ampliamente utilizados en la clarificación del agua, para ello el uso de sustancias llamadas coagulantes y floculantes juegan el papel protagónico del proceso. Los coagulantes y floculantes pueden ser coagulantes orgánicos e inorgánicos. Existen coagulantes naturales modificados químicamente de importante uso.

El desarrollo de producto natural para el uso en el proceso de clarificación de aguas y de fácil acceso en El Salvador permitirá una cultura de tratamiento de agua desde una forma domestica hasta la industria nacional. Dicha cultura se vuelve necesaria en un sistema de producción que cada vez utiliza en mayor medida el recurso hídrico para los procesos industriales y menos comunidades tienen acceso a agua potable o de buena calidad debido a la explotación del recurso.

El desarrollo del producto antes mencionado consiste en la aplicación del pensamiento de diseño para identificar las necesidades, deficiencias o principales inconvenientes a los que se enfrentan las empresas que disponen de plantas o sistemas de tratamiento de aguas residuales o comunidades que utilizan el proceso de clarificación, para diseñar un producto de origen vegetal extracción de un mucilago de origen vegetal.

Según la literatura existen investigaciones que validan el uso principalmente de mucilagos de origen vegetal en la remoción de turbidez, color, solidos suspendidos incluso metales pesados en aguas residuales.

## **2.2. Objetivos medibles cuantitativos:**

- I. Identificar las principales deficiencias o inconvenientes en el proceso de clarificación de aguas residuales.
- II. Diseñar un producto capaz de suplir total o parcialmente las deficiencias o inconvenientes identificados en el proceso de clarificación de aguas residuales.
- III. Comparar las eficiencias del producto diseñado con los productos tradicionalmente utilizados en el proceso de clarificación de aguas residuales.
- IV. Diagnosticar el % del mercado de tratamiento de aguas residuales que puede adquirir el producto diseñado.

## **2.3. Objetivos medibles cualitativos:**

- I. Demostrar viabilidad de uso de alternativas de origen natural en el tratamiento de aguas residuales.
- II. Explicar las ventajas de la utilización de alternativas naturales en los procesos de tratamiento de aguas residuales.
- III. Potenciar la investigación y desarrollo de productos naturales en la industria química.
- IV. Demostrar la aplicación del pensamiento de diseño en el desarrollo de productos de la industria química.

## **2.4. Impacto y oportunidades técnicas, económicas y sociales:**

### **a. Oportunidades técnicas.**

La utilización de un producto de origen natural en la clarificación de aguas residuales o domésticas que remueva total o parcialmente los sólidos suspendidos, el color o ciertos contaminantes.

Disminuir el efecto ambiental de los productos utilizados en el proceso de clarificación de aguas residuales o domésticas.

### **b. Oportunidades económicas**

Diseñar un producto que implique un menor costo asociado al tratamiento de residuos residuales.

Utilizar el pensamiento de diseño y el modelo de negocios del lienzo para crear un producto comercialmente factible.

### **c. Oportunidades sociales.**

Crear una cultura de cuidado del agua y uso racional en los procesos de la industria.

Plantear proyectos comunitarios que permitan ofrecer un agua de mejor calidad.

## **2.5. ESTUDIO DE ESTADO.**

### **2.5.1. Estudio actual de conocimientos, productos, procesos y tecnologías.**

Actualmente para el proceso de clarificación de aguas residuales o domésticas es de uso común los coagulantes y floculantes químicos como lo son los compuestos inorgánicos de aluminio y hierro, ejemplo de estos son: el sulfato de aluminio y cloruro férrico. También son de uso frecuente los compuestos inorgánicos prepolimerizados tales como los PAC's.

Se han desarrollado una serie de investigaciones sobre la efectividad de diferentes mucilagos extraídos de origen vegetal, en el tratamiento de aguas residuales específicamente para coagulación y floculación de metales pesados, sólidos en suspensión, turbidez, colorantes y demanda química de oxígeno presentes.

Las especies vegetales que más se han estudiado y utilizado en los procesos de coagulación son Moringa oleífera (Moringa) y Opuntia ficus indica (cactus).

La actividad coagulante de la Moringa muestra efectividad en la eliminación de turbidez, demanda química de oxígeno y metales pesados y ciertas propiedades antimicrobianas.

Existen también investigaciones que muestran la propiedad de coagular que posee el mucilago de café, mostrando una eficiencia de 29%. Otra de las especies estudiadas es el Aloe Vera, donde su capacidad de remoción de turbidez puede llegar a ser incluso del 87%. El factor que principalmente afecta la eficiencia de los mucilagos como coagulantes o floculantes en aguas residuales es el método de extracción.

### **2.5.2. Estudio de arena competitivas. Desventajas y limitaciones de lo existente.**

Una de las ventajas que presentan los coagulantes alternativos (PAC's) frente a los coagulantes convencionales es el un mejor desempeño en la remoción de turbidez.

Aunque el uso de los coagulantes alternativos muestre una mejor eficiencia la variabilidad de las características fisicoquímicas del efluente de agua vuelve esta eficiencia más o menos ventajosa frente a los coagulantes convencionales.

En algunas especies vegetales, el pH no afecta significativamente la capacidad coagulante en relación a los coagulantes convencionales. Los coagulantes naturales se han convertido en tema de interés en las investigaciones sobre tratamiento de aguas residuales dado que son compuestos que de baja nocividad al medio ambiente y salud del ser humano y un bajo costo de adquisición.

La utilización de sulfato de aluminio produce un lodo abundante que es difícil de deshidratar y la eficiencia de este depende altamente del pH del agua a tratar. Las altas concentraciones de aluminio en agua pueden tener repercusiones en la salud. Los coagulantes convencionales y alternativos poseen baja biodegradabilidad en el suelo y agua, esto genera residuos de lodos con elevados niveles de toxicidad.

Los coagulantes naturales de origen vegetal tienen viabilidad económica gracias a que las plantas pueden ser cultivadas localmente, generando así un autoabastecimiento de materias primas.

### 2.5.3. Avances que representa el proyecto respecto de lo previsto y determinado como estado actual.

Dado que los productos naturales de uso en el tratamiento de aguas residuales o domésticas solo se encuentran a nivel de investigación en El Salvador, el desarrollo de un coagulante natural vendrá acompañado de una concientización de los beneficios que conlleva el uso de estas alternativas. Se presentan los siguientes resúmenes de investigaciones que muestran resultados del uso de coagulantes de origen natural.

Efecto de la concentración de Aloe Vera (Sábila) y tiempo de floculación en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica biodegradable de aguas residuales municipales sector el Cerillo, Santiago de Chuco (Diestra & Isaac, 2019) La extracción del gel de Aloe Vera en la investigación se hace de forma manual, realizando un proceso de secado y molienda posterior a fin de obtener un mucilago en forma de gránulos muy finos. Los valores en gramos del mucilago y la respectiva concentración en solución para realizar las pruebas quedan registrados en la tabla D.1.

**Tabla D.1:** Resumen de resultados investigación

**Fuente:** (Diestra & Isaac, 2019)

<b>Peso(g)</b>	<b>Concentración (ppm)</b>	<b>Designación</b>	<b>Tiempo de floculación</b>	<b>Remoción de turbidez</b>
0.05	1000	T1	10 min	81.8
0.01	2000	T2	20 min	84.3
0.15	3000	T3	30 min	87.9
0.2	4000	T4	40 min	82.87
0.25	5000	T5	50 min	80.5
0.3	6000	T6	60 min	78.7



Mediante una extracción directa de mucilago pero que ha pasado por un proceso térmico y el procesamiento para volverlo un polvo fino se obtienen resultados superiores a remoción de 80%.

#### **2.5.4. Requisitos de protección intelectual, registros, normativas.**

##### **2.5.4.1. Legislación y otras regulaciones mandatorias.**

Las aguas residuales se definen como las aguas que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes y vertidas a un cuerpo receptor según el Reglamento Especial de Aguas Residuales.

El objetivo del reglamento mencionado es velar por que las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores y es aplicable a todo el territorio nacional sin dependencia de la procedencia y destino de las aguas residuales. Este reglamento también define los parámetros de análisis de características fisicoquímicas y microbiológicas para aguas residuales de tipo ordinario y tipo especial.

Las características fisicoquímicas y microbiológicas son de tipo cuantitativo y están reguladas también por el reglamento técnico salvadoreño RTS 13.05.01:2015 AGUAS RESIDUALES. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES PARA DESCARGA Y MANEJO DE LODOS RESIDUALES. Las aguas residuales cuya descarga de efluentes líquidos de actividades comerciales, industriales, agroindustriales, hospitalaria o de cualquier otro tipo que afecten o puedan afectar directamente a los sistemas de alcantarillado sanitario en propiedad o administrados por ANDA está regulado por NORMA TÉCNICA PARA REGULAR CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES ESPECIALES DESCARGADAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO (ANDA).

### **3. PLANIFICACIÓN.**

#### **3.1. Estructura del proyecto.**

La estructura del proyecto que busca el diseño de un producto que innove la clarificación de aguas residuales que sustituya de manera total o parcial el uso de coagulantes y floculantes químicos o sintéticos se divide en tres grandes aspectos.

El primera, busca documentar el proceso de investigación, desarrollo y prototipo del producto basado en la norma UNE 16601:2006. Esta documentación en físico estará sujeta a revisión y correcciones pertinentes por los facilitadores.

El segundo, busca diseñar de forma metódica un producto sustentable técnica y económicamente. El pensamiento de diseño es la base para el proceso de diseño, consta de cinco elementos: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar. La aplicación correcta del pensamiento de diseño permitirá la determinación del producto requerido en el área de clarificación de aguas residuales o potabilización de agua.

La sustentabilidad económica mencionada en el párrafo anterior comprende el tercer aspecto del proyecto. La búsqueda de creación y captura de valor de mercado toma de guía el modelo de negocios del lienzo.

### 3.2. Fases y tareas asociadas.

La planificación de cada una de las actividades debe comprender un tiempo de ejecución, en la figura D.1 se detallan.

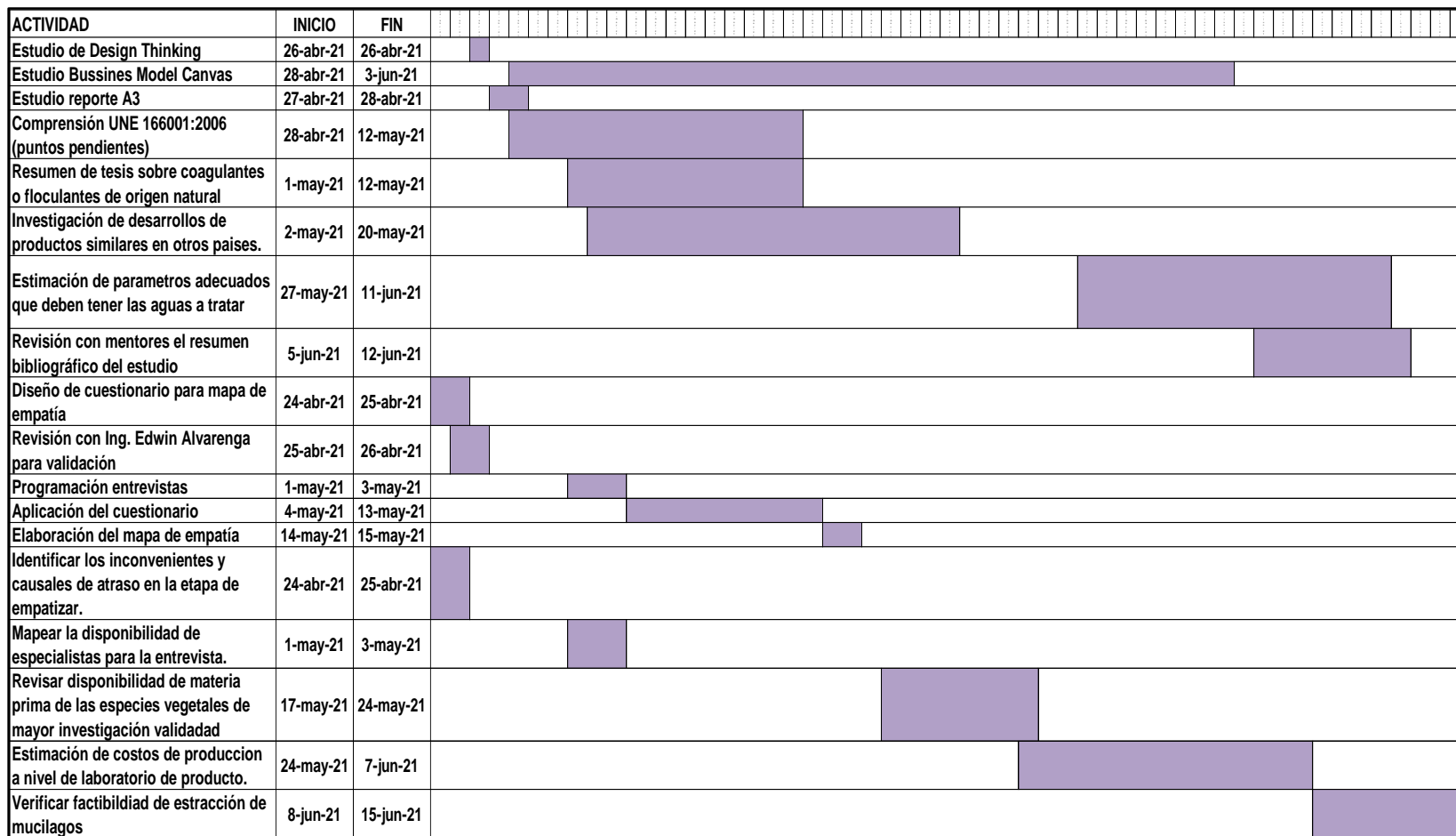


Figura D.1: Fase y tareas asociadas al primer cuatrimestre del proyecto.

### 3.3. Análisis de riesgos y continuidad de proyecto.

#### a. Actividad microbiológica de la materia prima del producto:

Debido a que se busca diseñar un producto de origen vegetal, la actividad biológica puede que afecte el tiempo de vida del producto diseñado, deberá buscarse en la literatura disponible el método de preservación.

#### b. Perdida del valor diferenciador del producto:

En la búsqueda de diseñar un producto de origen vegetal que tenga un mayor tiempo de vida puede que el uso del método de preservación afecte la baja nocividad del producto. Se deberá entonces, fabricar el producto por medio de pedido para pronta utilización.

#### c. Baja eficiencia del producto en la clarificación de aguas residuales o domésticas:

Si el producto de origen natural muestra una baja eficiencia en la clarificación de aguas residuales o domésticas, podrá alternarse su uso mediante la determinación de una dosis optima de producto natural y producto tradicional en la clarificación a fin de disminuir, aunque en menor medida las deficiencias encontradas.

### 3.4. Estructura organizativa: Roles y responsabilidades del compañero de trabajo.

La estructura correspondiente al proyecto incluye a los facilitadores y compañero de trabajo, la interacción entre las partes se muestra en la figura D.2.

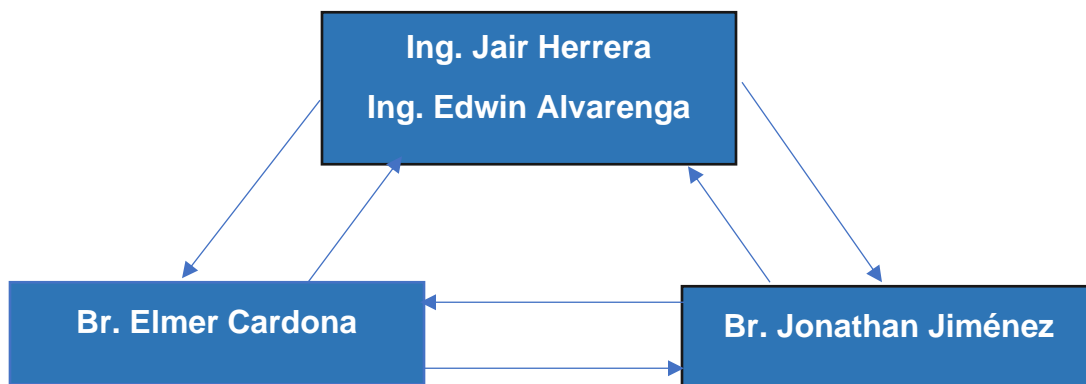


Figura D.2: Estructura organizativa, egresados y facilitadores.

Las funciones de los facilitadores y egresados durante el proyecto se muestran en la tabla D.2.

**Tabla D.2:** Funciones de egresados y facilitadores.

Ing. Jair Herrera	Dar lineamientos y orientación sobre aplicabilidad de norma UNE 166001 al diseño de producto seleccionado. Asesorar el procedimiento del pensamiento de diseño. Evaluar avances del proyecto.
Ing. Edwin Alvarenga	Dar lineamientos y orientación sobre la aplicación del modelo de negocios del lienzo. Dar asesoría sobre adquisición de materia prima requerida y aspectos legales pertinentes. Evaluar avances del proyecto.
Br. Elmer Cardona	Diseñar o desarrollar un producto innovador en el área de tratamiento de aguas residuales. Documentar el desarrollo del proyecto en base a norma UNE 166001:2006.
Br. Jonathan Jiménez	Supervisar los avances del proyecto que el compañero proporcione en las fechas establecidas, brindado así una retroalimentación continua. Contribuir con el avance del proyecto a través de la metodología establecida.

### 3.5. Definición del perfil profesional.

Se describen los perfiles de los estudiantes egresados Elmer Cardona en la figura D.3 y Jonathan Jiménez en la figura D.4.

## ELMER CARDONA

- Egresado de Ingeniería química.
- Experiencia en seguimiento de la producción y conocimiento de fabricación de tintas para empaques, conocimientos básicos sobre ingeniería de procesos y sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Autodidacta y orientado a resultados.
- Trabajo en equipo y empatía.
- Enfoque al cliente y gestión de expectativas.



*“La sencillez de los procesos es la garantía de la eficiencia”*



Figura D.3: Descripción del perfil de Elmer Cardona.

	PERSONALES	SOCIALES	NEGOCIOS
 <p><b>JONATHAN JIMÉNEZ</b></p>	- Proactividad	- Empatía	- Capacidad <u>analítica</u>
	- Disciplina	- Honestidad	- Disciplina
	- Control de Emociones	- Inteligencia emocional	- Control de Estrés
	- Creatividad	- Adaptabilidad	- Gestión del tiempo
	- Liderazgo	- Trabajo en equipo	- Lealtad
	- Resiliencia	- Asertivo	- Calculador

## - Enfocado a la Mejora Continua -

Figura D.4: Descripción del perfil de Jonathan Jiménez.

### 3.6. Control del programa de trabajo.

La aplicación del pensamiento de diseño al diseño y desarrollo de nuevos productos en la industria química se calendariza en la figura D.5.

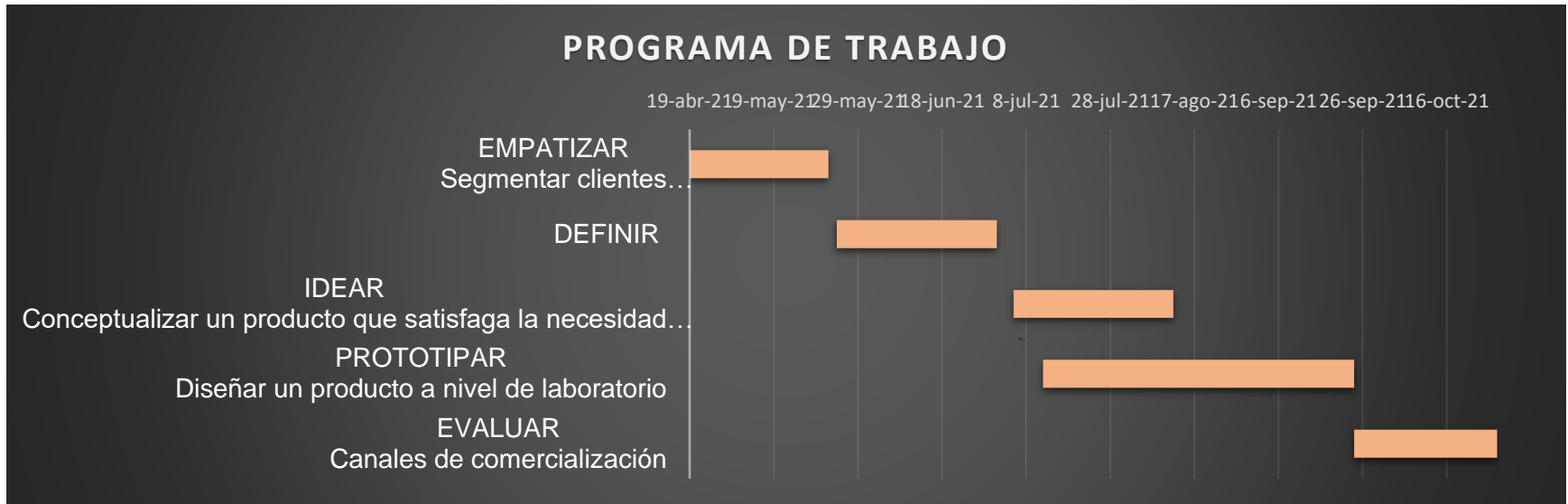


Figura D.5: Etapas del pensamiento de diseño en la duración del proyecto.

#### 4. PRESUPUESTO.

##### 4.1. Estimación de costos del proyecto.

En la tabla D.3 se detallan los precios estimados para cada una de las materias primas y demás recursos necesarios para el desarrollo del producto.

**Tabla D.3:** Estimación de presupuesto del proyecto.

DETALLE		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	RESERVA (20%)	TOTAL
Materia Prima	Aloe Vera	5	Kg	\$10.00	\$2.00	\$52.00
	Nopal	5	Kg	\$10.00	\$2.00	\$52.00
	Café	5	Kg	\$10.00	\$2.00	\$52.00
Reactivos	Agua Destilada	5	L	\$1.00	\$0.20	\$5.20
	Etanol	2	Gal	\$10.00	\$2.00	\$22.00
Caracterización del agua		6		\$35.00	\$7.00	\$217.00
Cristalería	Varios	1		\$100.00	\$20.00	\$120.00
Movilización		1		\$25	\$5.00	\$30.00
<b>TOTAL</b>						\$550.20

##### 4.2. Origen de recursos y asignación.

Los recursos serán cubiertos por el egresado.

##### 4.3. Limitantes posibles.

Dado que una de las especies a estudiar para el diseño del producto es el café, el precio y la accesibilidad de este estará limitada.

##### 4.4. Mano de obra.

Las pruebas, ensayos y todo lo referido a mano de obra estará a cargo del estudiante egresado.



#### 4.5. Equipos.

En la etapa de experimentación se hará uso de los equipos descritos en la tabla D.4 los cuales se estima el uso en planta piloto de la Escuela de Ingeniería Química.

**Tabla D.4:** Descripción de equipos de laboratorio.

<b>Mortero de laboratorio</b>	
<b>Equipo para prueba de jarras</b>	
<b>Turbidímetro</b>	
<b>Estufa de laboratorio</b>	

## 5. SEGUIMIENTO A PROYECTO.

### 5.1. Control de cambios de memoria de trabajo.

Durante el desarrollo de la memoria de trabajo, se realizaron cambios o modificaciones en función de las revisiones con los facilitadores, estos se describen en la tabla D.5.

**Tabla D.5:** Descripción de cambios realizados a la memoria de trabajo.

<b>CONTROL DE CAMBIOS MEMORIA DE TRABAJO</b>						
<b>Número de versión</b>	<b>Entrega versión actual</b>	<b>Fecha reunión/modificación</b>	<b>Entrega versión nueva</b>	<b>Numeral modificado</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Observaciones sobre cambios o validaciones</b>
V1	5-abr-21	8-abr-21	17-abr-21	1-6	Se adapta borrador del proyecto a la estructura de la norma UNE Se replantean los objetivos a fin de no especificar el producto. La aplicación del modelo determinará el producto a diseñar	
V2	17-abr-21		1-may-21	2.5.5 3.2 6.2	En tema de reglamentos y normas aplicables se anexa las tres principales vinculadas al área de aguas residuales. Las fases y tareas asociadas corresponden a primer cuatrimestre del proyecto. Se anexa minuta de primera reunión de retroalimentación realizada con facilitadores.	
V3	1-may-21	13-may-21	18-may-21	2.5.3 4.1	Se agrega resultados resúmenes que validan el uso de Aloe Vera como coagulante natural. Se agregan los costos estimados del proyecto.	Pendientes puntos 2.5, 4 y 6.

## 5.2. Minutas de reuniones con facilitadores.

Minuta reunión No.1
---------------------

Fecha	20/4/2021
-------	-----------

<b>Asistentes</b>
Ing. Jair Herrera
Ing. Edwin Alvarenga
Br. Elmer Cardona

<b>Resumen</b>
<p>La reunión se realiza en las instalaciones de la Universidad de El Salvador a las 16 horas con 30 minutos. El objetivo principal de esta era definir los criterios para la selección de las dos ideas de diseño. Se abordaron y acordaron los siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>I. Definir por parte del egresado qué proyecto tomar, el de mucilagos de origen vegetal o el producto de origen vegetal.</li><li>II. Si se define como proyecto el producto de origen vegetal, deberá acotarse la línea del producto a realizar mientras que si se decide por el mucilago de origen vegetal se proporcionarán contactos que serán de utilidad para la etapa 1 de pensamiento de diseño.</li><li>III. Se realizan consultas por parte del egresado referente a al presupuesto: qué consideraciones tomar para estimarlo y referente a requisitos de protección intelectual y legislación y otras regulaciones mandatorias.</li></ol>