

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

4F04: PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGÍSTICA EN
LA INDUSTRIAL REGIONAL I Y II.



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**Metodología y prototipo para el tratamiento de aguas residuales para una industria con
giro cartonero**

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

González Zamora, Brenda

Ledesma Montes, Samara Lizbet

Rico Garibay, Diego Axel

Profesor PAP: RAMIREZ GARCIA, MARIA YOLOTLXOCHITL

PORRAS QUEVEDO, GABRIELA

VALDIVIA URDIALES, BLANCA

Tlaquepaque, Jalisco, 03 de diciembre de 2022

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	3
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.....	3
Resumen.....	5
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional	5
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	5
1.2 Caracterización de la organización	6
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	7
1.4. Planeación de alternativa(s)	8
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora.....	9
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	11
1.7. Bibliografía y otros recursos	13

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

La empresa, es una fábrica de empaques de cartón especializada en hacer la impresión de las marcas de sus clientes en los mismos, así como el troquelado. Hoy en día, la empresa no cuenta con un sistema para tratar el agua proveniente de la limpieza de la máquina de imprenta estando esta contaminada con tinta y es descargada directamente al desagüe. Debido a la razón antes mencionada se tuvo como objetivo el tratamiento de estas, esto experimentando con dos metodologías, la floculación y la electro floculación. Para la floculación se hizo uso de una prueba de jarras para conocer el pH y la dosis óptima para que el contaminante floculara; mientras que para la electro floculación se utilizó un cátodo y ánodo de hierro. Como resultado se obtuvo que la metodología óptima es la floculación con sulfato de aluminio, llegando a obtener de hasta un 99% de remoción de tinta en el agua, así como ser muy económica. Adicionalmente se hizo el prototipo de una planta de tratamiento con un costo aproximado de \$7,963.37 para el primer mes.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

La metodología general que se ha llevado a cabo consta de:

- Conocimiento y entendimiento de las operaciones de la empresa y su disposición de aguas residuales.
- Conocimiento de la problemática y de la Normativa Mexicana vigente para la disposición de aguas residuales con pigmentos.
- Investigación y análisis de metodologías para el tratamiento de aguas en bibliografía.
- Recopilación de datos pertinentes sobre los químicos utilizados y los flujos volumétricos empleados.
- Toma de muestras de agua residual de la limpieza de maquinaria.
- Experimentación de las metodologías en laboratorio.
- Análisis de factibilidad.
- Hacer propuesta de la metodología implementada.
- Costos aproximados de la implementación.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Todas las actividades humanas implican la generación de residuos y los procesos de impresión no son una excepción. El agua que es utilizada dentro de una industria, en este caso el agua con tinta que sale del proceso de limpieza de la máquina de imprenta, se denomina agua residual de modo que contiene

materia orgánica y/o sustancias químicas que representa una alteración a su calidad original (Sedema, 2014). La tinta, es un pigmento mezclado con un componente líquido denominado vehículo con el que se forma una sustancia homogénea; al aplicarse a un soporte por medio de un carácter tipográfico deja una impresión de color (Muñoz, 2009). La tinta que se emplea en la empresa es una tinta en base agua y de acuerdo con la ficha técnica presentada está compuesta por amina 1, amina 3, amina 4, etanol e isopropanol.

El agua contaminada con tinta tiene distintos impactos a la calidad del agua al momento de llegar a un cuerpo de agua. No solo comprometen su estética, sino que ocasionan un aumento en la demanda química (DQO) y bioquímica (DBO) del cuerpo y perjudica el proceso de fotosíntesis al limitar la penetración de la luz al cuerpo. La alteración de los niveles de oxígeno disuelto representa una afectación a la biótica acuática (Lellis, 2019). El color, al ser un parámetro con baja biodegradabilidad y que se presenta incluso a concentraciones muy bajas, se considera uno de los parámetros que requieren un mayor esfuerzo para su eliminación. El tratamiento efectivo de las aguas residuales, minimizan las problemáticas anteriormente mencionadas, permiten cumplir con los requerimientos normativos e incluso posibilitan la incorporación/reutilización del agua en procesos productivos (Envitech, 2022).

La empresa de empaques e imprenta de cartón está ubicada en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga en el estado de Jalisco y descarga el agua con tinta sin tratamiento previo directamente al sistema de drenaje. Aunque el municipio cuenta con un plan de saneamiento para tratar el agua de las redes municipales previamente a su descarga en un cuerpo de agua; el porcentaje del agua que se trata no es el 100%. De acuerdo con la ficha técnica hidrológica municipal de Tlajomulco emitida por la Comisión Estatal del Agua en Jalisco (CEA) en el 2015, en el municipio existen 26 plantas tratadores de agua de las cuales solo siete se encuentra en operación y tratan aproximadamente el 71% de todas las aguas residuales.

Históricamente, el municipio realiza la descarga de sus aguas en la Laguna de Cajititlán. La laguna se ha ido contaminado de manera constante a lo largo de los años como consecuencia de las descargas industriales; el cuerpo de agua presenta condiciones que amenazan su calidad y alteran el desarrollo de vida dentro del ecosistema. Desde el 2009, en varios años incluyendo el actual, se ha registrado una alta mortalidad de peces por falta de oxígeno disuelto; además en múltiples investigaciones se ha determinado que la laguna presenta problemas de balance de agua, alta concentración de materia orgánica, proliferación de malezas acuáticas, pobre calidad bacteriológica y turbidez (Guzmán, 2014).

En cuestiones del marco legal, en el artículo 4to de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se establece que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque. En cuestión de calidad del agua, La Norma Oficial Mexicana que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores de la nación proveniente de la industria de pigmentos y que resulta de interés para la presente investigación es la NOM-0065-ECOL-1994. En ella se encuentran los valores y promedios permitidos para parámetros como sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, pH, entre otros.

1.2 Caracterización de la organización

La empresa pertenece al sector de flexografía y troquelado de cajas de cartón. La flexografía consiste en utilizar una placa con relieve que se estampa sobre un soporte deseado como el cartón para obtener una impresión. Es una técnica muy utilizada para colocar la marca o el logo de alguna empresa sobre el empaque de su producto ya que se puede reproducir la misma impresión en una gran cantidad de empaques y con un bajo costo de producción (Oedim, 2019).

La empresa de fabricación de empaques e imprenta de cajas de cartón es una fábrica pequeña que cuenta con varias áreas en donde se realizan distintos procesos y cuenta con un total de trece empleados. Las

distintas áreas de la empresa son el troquelado, el pegado, el encrespado y la imprenta de cajas de cartón sobre pedido, así como su almacenamiento. En el proceso de imprenta, se utilizan tintas de color negro, azul, rojo, verde, naranja, rosa, gris y café. La utilización de varios colores y el hecho de que solo haya una maquinaria de imprenta en funcionamiento, provoca que se tenga que lavar al cambiar de color.

La empresa comunica que la limpieza se realiza diario por protocolo de mantenimiento para detectar posibles fallas y cada vez que se cambia de color y se estima que para cada limpieza se utilizan un aproximado de cinco a siete cubetas de 19 litros. La frecuencia con la que el agua contaminada se descarga directamente al desagüe ronda entre los 133 y 400 litros semanales; de los cuales ninguno recibe tratamiento previo.



Figura 1. Máquina de imprenta de cartón

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Se refiere como aguas industriales a todas aquellas aguas que son originadas en instalaciones comerciales e industriales por sus procesos de fabricación, producción o mantenimiento. La descarga de aguas residuales industriales sin tratamiento contamina los cuerpos receptores de agua poniendo en riesgo la salud e integridad de la población y ecosistemas. Los principales contaminantes son el nitrógeno y fósforo, compuestos orgánicos entre otros.

La empresa cartonera en su proceso de entintado del cartón utiliza alrededor de 400 litros semanales de agua para el mantenimiento de la maquinaria que utilizan. Esta agua al combinarse con las tintas se contamina y después se desecha al drenaje. Las tintas y pintura convencional en la actualidad son residuos peligrosos que necesitan un manejo adecuado antes de su desecho a los cuerpos de agua municipales.

Una de las problemáticas ha sido la escasa comunicación de la empresa con nosotros ya que nos dificulta el acceso a información útil como puede ser parámetros de su proceso, componentes de las tintas, entre otros tipos de información. En la tabla 1 se muestra la matriz de riesgo realizada en la que menciona algunas de las problemáticas que se pueden llegar a tener durante el proyecto como lo es obtener resultados incorrectos e incoherentes, así como que los tratamientos empleados no funcionen. Adicionalmente, también se identifica que los costos sean mayores al presupuesto de la empresa, impidiendo así se haga el tratamiento necesario a las aguas residuales de la empresa.

Matriz de riesgo								
Identificación			Análisis			Tratamiento		
No.	Actividad	Evento adverso	Probabilidad	Consecuencias	Evaluación	Decisión	Acciones	Indicadores
1	Análisis de la muestra	Resultados incorrectos	2	4	8	Desechar resultados	Rehacer análisis	Literatura
2	Experimentación en laboratorio	Resultados incoherentes	4	2	8	Volver a experimentar	Buscar asesorías	Literatura
3	Recopilación datos pertinentes	Resultados incoherentes	3	2	6	Volver a experimentar	Buscar asesorías	Datos de la empresa
4	Costos	Costos mayores al presupuesto	1	5	5	Analizar alternativas	Rehacer procesos y buscar alternativas más económicas	Costo total de propuesta contra el presupuesto
5	Entrega de propuesta	Cuestiones finales y detalles del proyecto	3	3	9	Consultar con asesor	Juntas para asesorías	Presentación y documento PAP terminado

Tabla 1. Matriz de riesgo (creación propia).

1.4. Planeación de alternativa(s)

Para resolver las problemáticas presentes primeramente se obtuvo la información de la tinta empleada por la industria, para así, mediante una revisión bibliográfica escoger los métodos que se emplean con dicho tipo de químicos. Se decidió experimentar con dos metodologías: la floculación y el electro floculación debido a la gran cantidad de bibliografía disponible y el alto porcentaje de remoción de color que reportan al aplicarlas. La metodología que se empleó para el uso de coagulantes está basada en el artículo “Removal of dye from water by coagulation using aluminum sulfate and lime” en la que se analizan distintas dosis de sulfato de aluminio y las condiciones óptimas de pH para la formación de flóculos. Para la electrocoagulación, se tomó como base un artículo llamado “Studies of Removal of Dyes from wastewater using electro-coagulation process”, en donde se analiza el proceso de electrolisis para eliminar el color y la demanda química de oxígeno de efluentes contaminados con tintas.

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Entendimiento de la problemática				
Planteamiento de los objetivos				
Revisión bibliográfica				
Recopilación de datos pertinentes				
Recolección de la muestra y planeación de metodologías/s				
Experimentación de metodología/s en laboratorio				
Caracterización del agua				
Diseño de prototipo				
Análisis de factibilidad y costos del tratamiento				
Entrega de propuesta				

Tabla 2. plan de trabajo semestral.

De acuerdo con el cronograma propuesto a inicios del proyecto, nos encontramos actualmente en la parte de experimentación de metodologías en el laboratorio. Hasta el momento solo se han obtenidos resultados con la metodología de alumbre como coagulante, mientras que la electrocoagulación sigue en proceso de análisis. El paso siguiente del plan de trabajo que no se contempló al comenzar y que supone una cantidad de tiempo significativa es adaptar la metodología realizada en laboratorio a una mayor escala, considerando los volúmenes reales del agua a tratar y así comenzar con el análisis de factibilidad y la entrega de la propuesta.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Floculación-Coagulación

Para dicho proceso se utilizó la metodología de prueba de jarras para saber si floculaba el contaminante, para el cual se hicieron dos pruebas; una se basaba en la elección del pH óptimo en el que había una mejor floculación-coagulación, mientras que la segunda era para conocer la mejor concentración de químico a agregar. Para cada una de las pruebas se utilizaron tres jarras de 1 litro en un agitador mecánico, en donde a cada una se le agregó 100 mL de la muestra de agua.

Para modificar el pH de las muestras, se utilizó ácido clorhídrico (HCl) para hacerla más ácida y sosa (NaOH) para hacerla más básica. Los pH resultantes de cada jarra se muestran en la tabla 3.

Jarra	pH	Cantidad de químico adicionado
1	6.0	0.1 mL de HCl
2	7.0	Sin adición
3	8.0	1 g de NaOH

Tabla 3. Cantidad de sustancia adicionada y pH en prueba de jarras

Una vez que se tuvieron las muestras con distintos pH, se realizó un análisis para la adición del floculante con un pH neutro. Como se mencionó, hubo una revisión bibliográfica con anterioridad por lo que se decidió agregar 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 g de alumbre (sulfato de aluminio) a las jarras 1, 2, 5 y 6, respectivamente. Se agitó al máximo por un minuto. Después se dejó agitando a 20 rpm por 20 minutos para que reaccione el floculante en toda la mezcla. Seguidamente, se dejó reposar para observar la formación de los flóculos.

Finalmente, se extrajo una pequeña muestra de cada jarra que se depositó en distintos tubos de ensayo para comparar su turbiedad, con ayuda de un espectrofotómetro se midió la absorbancia de cada muestra con una longitud de onda de 620 nm, mientras que para la tinta negra con 400 nm y se registraron resultados. Se hizo por duplicado.

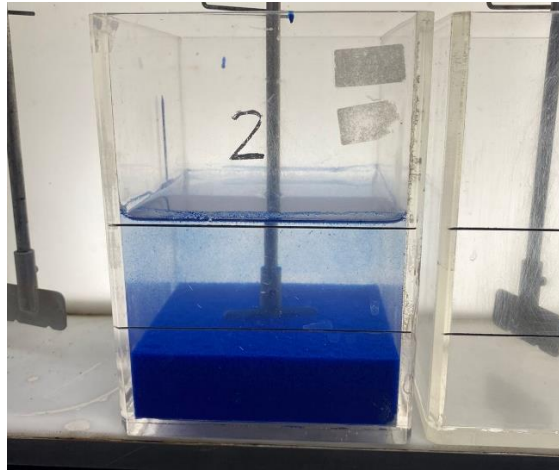


Figura 2. Prueba de jarras con sulfato de aluminio como coagulante

Electro floculación

Para el electro floculación se creó un sistema de un cátodo y ánodo de hierro colocados dentro de una disolución de 1 mL de muestra en 400 mL de agua de la llave (Figura 2). Se agregó sal y se sometió a una carga de 10mA por 20 minutos junto con una agitación. Posteriormente se esperó a que sedimentara el químico por aproximadamente 40 min.

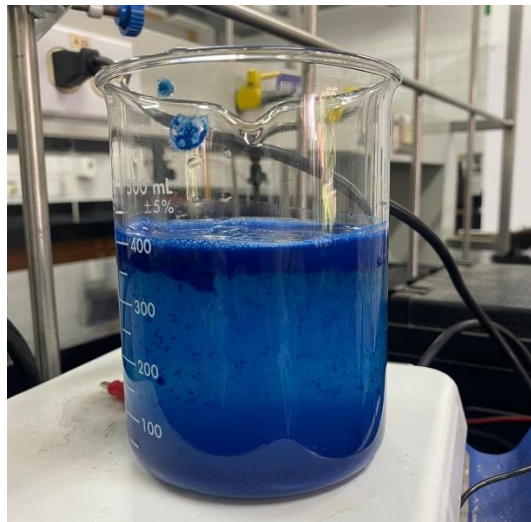


Figura 3. Electrocoagulación con electrodos de hierro.

Para calcular la eficiencia de la remoción obtenidas a partir de ambos métodos, se emplea la siguiente fórmula:

$$CR(\%) = \frac{(C_0 - C)}{C_0} \times 100$$

Donde C_0 y C son las concentraciones de antes y de después, respectivamente, de aplicar el método. Obtenidas con una curva de calibración realizada a partir de diluciones con distintas concentraciones de tinta azul pura. Cabe mencionar que resultaría pertinente realizar un análisis de la demanda química de oxígeno (DQO) para conocer la cantidad de oxígeno que necesaria para oxidar la materia orgánica presente en la muestra, ya que se es un dato especificado en los resultados de toda la bibliografía consultada y que además se encuentra dentro de los parámetros de los límites permisibles de la normativa mexicana en cuestión de descargas.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Se han realizado pruebas para poder separar el tinte del agua, estos experimentos han sido la prueba de jarras y electro floculación. La electro floculación ha sido el experimento con resultados menos favorables ya que a comparación de la prueba de jarras el electro floculación parece tener rendimientos más bajos por la cantidad de flóculos que se alcanzaban a ver. Esto puede ser porque los electrodos no eran de un tamaño favorable para la experimentación y se necesitarían tener unos de tamaño más grande.

La prueba de jarras ha funcionado tanto para la tinta azul como la negra, utilizando alumbre como floculante se ha encontrado con la experimentación que en una muestra de agua con de 1 L las condiciones favorables para la floculación es un pH de 7 (pH al que se encuentra la muestra) y con una cantidad de 1.0 g de sulfato de aluminio ya que las muestras que fueron sometidas a la prueba de jarras arrojaron resultados de absorbancia menores en comparación con los demás.

Se obtuvo el porcentaje de remoción para cada una de las tintas empleadas (negra y azul) mediante la prueba de jarras, obteniéndose 99.94% y 51.50% de remoción, respectivamente. Sin embargo, se generó una gran cantidad de lodos, siendo esta del 72% y 62% respectivamente. En la figura 3 se muestra la metodología que debería de implementar la empresa para poder lograr la separación de la tinta azul ya en su agua contaminada, en donde se hace una agitación a diferentes velocidades por ciertos tiempos añadiendo el coagulante y posteriormente se deja sedimentar, para así haya una recolecta de lodos por una empresa exterior y el agua tratada vaya directo al drenaje. Es importante mencionar que la adición de alumbre cambiará dependiendo del volumen de agua a tratar, teniendo una relación de 10.0 g de sulfato de aluminio por cada 1 L de agua contaminada.

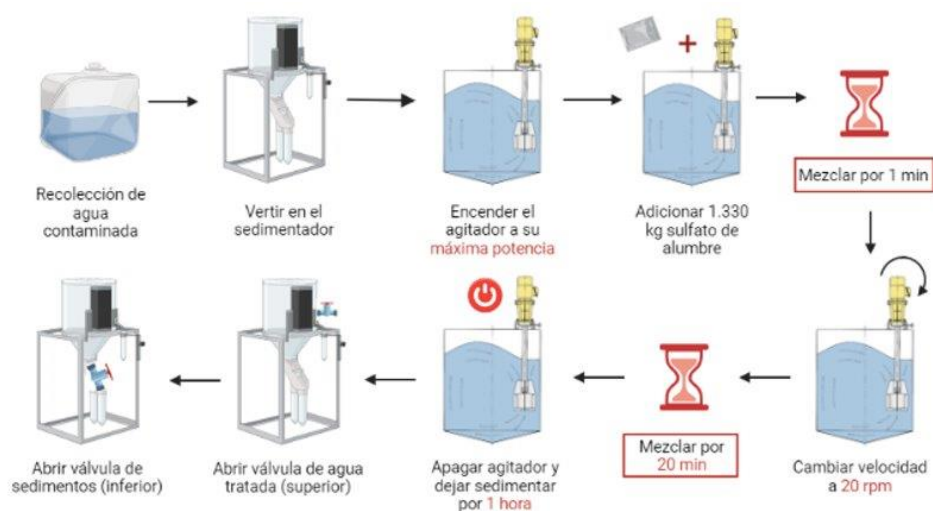


Figura 4. Proceso para el tratamiento de agua con tinta.

Una vez encontrada la metodología adecuada para el tratamiento del agua contaminada, se procedió a hacer el diseño del prototipo mostrado en la figura 4. Este se diseñó para ser lo más económicamente posible, por lo que consta de un tinaco inverso de 450 L; 2 tubos de PVC de 2", uno para la salida del agua tratada y otro para los lodos generados junto con su válvula cada una; un agitador con variación de velocidades de 2100 W y 110V. Además, cuenta con un soporte de metal para así tener la altura adecuada y que no sea necesaria una bomba. El efluente del tinaco será dirigido a tanques de 200 L, o puede ir directamente al alcantarillado, siendo esto únicamente para el agua tratada.

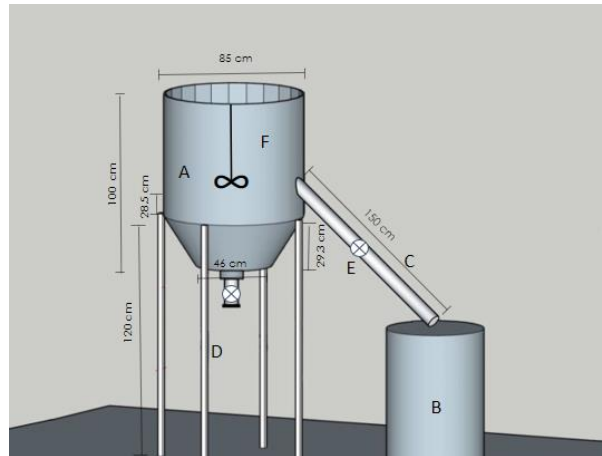


Figura 5. Prototipo del equipo para tratamiento de agua.

Para los gastos relacionados con la implementación de la planta se hicieron cuatro cotizaciones, 2 para la compra de alumbre (tabla 4) y 2 para la recolección de lodos (tabla 5). Para el alumbre la opción más económica es la opción Pochteca, en donde se gastarían \$2,928.42 al año ya que se necesitarían 9 sacos de 25 kg al año, así como para la recolección de lodos la opción 1 de soluciones ambientales gastando \$3,700 cada 3 meses por una recolección de lodos de 800 L/semana.

Alumbre			
Opción	Sulfato de aluminio (kg)	Precio (\$/bolsa)	\$/año
Aislinn	50	592.00	2,960.00
Pochteca	25	352.38	2,928.42

Tabla 4. Costo de alumbre por kg y año.

Recolección de lodos		
OPCIÓN 1: Soluciones ambientales		
3 meses de recolección	\$3,700.00 + IVA	\$308.25 a la semana + IVA
1 vez a la semana		
Para 800 L/semana		
OPCIÓN 2: Gen		
Tambo de 200 L	\$1,200.00	\$4,400.00 a la semana
Flete de recolección	\$2,000.00	
	\$3,200.00 + IVA	

Tabla 5. Costo por la recolección de lodos con dos opciones diferentes (Gen y Soluciones ambientales).

Así mismo se hizo la cotización para el diseño del prototipo en donde cada uno de los artefactos fueron cotizados y se obtuvo un total de \$6,486.00 (tabla 6). Una vez teniendo todas las cotizaciones se hizo un estimado de la inversión total que se debería de hacer tanto para el primer mes, como para los siguientes.

Material	Unidades	Precio (\$)
Tinaco	1	576.00
Base 1.2 m	1	1,100.00
Tubo PVC 2" x 3 m de largo	1	129.00
Tubo PVC 2" x 1 m de largo	1	48.00
Válvula 2" PVC	2	329.00
Mezclador	1	2,000.00
Base motor	1	400.00
Tambo 55 galones	2	550.00
Escalera 1 peldaño	1	475.00
TOTAL		6,486.00

Tabla 6. Costo de alumbre por kg y año.

En la tabla 7 se muestra la inversión final, siendo esta de \$7,963.37 para el primer mes, mientras que para el segundo mes y los posteriores solo sería una inversión de \$1,477.37 ya que únicamente se tendría que hacer la recolección de lodos y la compra del alumbre. Cabe aclarar que la mano de obra no se tomó en cuenta ya que se considera un proceso que no requiere mucho tiempo, por lo cual, estaría dentro de la jornada laboral de los trabajadores y no interferiría con algún otro de sus trabajos.

Proceso	Precios (\$)	A pagar (\$) mes 1	A pagar (\$) mes siguiente
Sulfato de aluminio	244.04	7,963.37	1,477.37
Recolección de lodos	1,233.33		
Sedimentador	6,486.00		

Tabla 7. Costo total del equipo, servicios y reactivos.

1.7. Bibliografía y otros recursos

- CEA. (2015). Ficha técnica hidrológica municipal: Tlajomulco de Zúñiga. Jalisco Gobierno del Estado. Recuperado de:

https://www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrologicas/region4/tlajomulco%20de%20zu%C3%B1iga.pdf

- Envitech. (2022). Tratamiento para la eliminación del color en aguas residuales de la industria textil. Recuperado de: <https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-para-la-eliminacion-del-color-en-aguas-residuales-de-la-industria-textil/#>
- Guzmán, U. (2014). Deterioro de la Laguna de Cajititlán, Jalisco. UNAM. Recuperado de: http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion1/S1-CS05.pdf
- Lellis, B. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. SBBiotec. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452072119300413>
- Muñoz, M. (2009). Tintas y pigmentos. Universidad Jorge Tade Lozano. Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/1107352/>
- Oedim. (2019). ¿Qué es la flexografía? Recuperado de: <https://www.oedim.com/blog/que-es-la-flexografia-proceso-de-impresion-y-aplicaciones>
- Patel, N. (2010). Studies on Removal of Dyes from wastewater using Electro-coagulation Process. NIRMA UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, VOL.1, NO.1, J
- SEDEMA. (2014). Glosario Agua residual. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/glosario-definicion/Agua%20residual>
- Yeheyes, K. (2006). REMOVAL OF DYE FROM WATER BY COAGULATION USING ALUMINIUM SULFATE AND LIME. Faculty of Science, Addis Ababa University. SINET Ethiopian Journal of Science.

2. Productos

Dicho lo anterior, se presentan las fichas de los productos elaborados para la problemática presente en donde en la primera se encuentra la metodología a implementar por la empresa para tratar el agua contaminada, mientras que el segundo es el equipo necesario para llevar a cabo la metodología mencionada.

Nombre y código del PAP	PAP Programa para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional I. (O2021_PAP4F04C)
Nombre del proyecto	Metodología para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con tinta para una industria con giro cartonero
Descripción	La metodología presente tiene como objetivo el tratamiento de agua contaminada con tinta mediante la adición de un coagulante conocido como sulfato de aluminio para así hacer la separación de la tinta con el agua de manera económica y eficaz. Además de evitar la clausura del lugar por falta de cumplimiento a las normas mexicanas.
Autores:	Brenda González, Samara Ledesma y Diego Rico

Tabla 8. Ficha 1 de productos elaborados

Nombre y código del PAP	PAP Programa para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional I. (O2021_PAP4F04C)
Nombre del proyecto	Diseño de prototipo para el tratamiento de aguas residuales por método coagulación-floculación
Descripción	El diseño del prototipo se basa en un sedimentador económico creado con un tinaco inverso, en el cual se va a llevar la metodología propuesta con ayuda de un agitador para hacer el tratamiento de agua contaminada. En el mismo se tendrán dos salidas para así hacer la separación de los lodos y del agua tratada.
Autores:	Brenda González, Samara Ledesma y Diego Rico

Tabla 9. Ficha 2 de productos elaborados

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino. A continuación, se presentan las reflexiones de cada uno de los integrantes del proyecto, en el cual se muestran los aprendizajes obtenidos a lo largo de todo el PAP.

Samara L. Ledesma Montes

REFLEXIONES ÉTICAS: Durante el proyecto, considero que existieron varios retos que pudieron haber obstaculizado nuestro proceso para lograr los objetivos. Esto sucedió ya que la empresa no nos brindaba completamente la información o se tardaban en hacerlo, sin embargo, considero que hubo respeto y entendimiento por parte del equipo, ya que era una situación difícil.

REFLEXIONES SOCIALES: Creo firmemente que durante mi proceso como persona y como estudiante, elegí un proyecto adecuado ya que me ayudó a visualizar que no solamente se tiene que atender situaciones de trabajo, sino de responsabilidad social. Al escoger este proyecto, tomé la decisión justamente por eso, ya que la empresa tiene una responsabilidad con el medio ambiente y con la sociedad, de manera que está tratando de optimizar sus procesos para tratar de mitigar el daño que pueden llegar a provocar. Con esto me doy cuenta que al tomar este tipo de proyectos o retos, me ayudaron a comprender y a ver las posibles soluciones que puedes encontrar en aplicar dentro de mi carrera y el campo laboral en general.

REFLEXIONES DE DIMENSIÓN PERSONA: Al atender las sesiones impartidas, pude visualizar mi camino dentro del proyecto y dentro de la carrera. No solamente como profesionista, sino como persona. Considero que este tipo de acompañamientos son necesarios durante nuestra carrera como profesionistas ya que te retan a pensar sobre los pros y contras de las situaciones que se viven. Me encuentro muy satisfecha con el trabajo realizado y apoyo la

decisión de este tipo de actividades enriquecedoras para los alumnos que continúen dentro de este PAP.

REFLEXIONES PERSONALES: Definitivamente fue un proceso nuevo y lleno de retos, pero al poder trabajar en un equipo multidisciplinario puedes comprender distintos enfoques, y aportar o proponer soluciones. Me voy muy satisfecha con el trabajo realizado que se hizo, de forma personal y con el equipo de trabajo, porque se lograron los objetivos y se pudieron corregir o solucionar las situaciones que se presentaron a lo largo del semestre.

Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
Conocimientos	Legislación ambiental	Revisión de Normas Oficiales Mexicanas	Tanto para la ingeniería ambiental como las empresas es de gran relevancia las normas ya que de estas se derivan muchas problemáticas
	Conocimientos básicos tratamiento de aguas	Proceso de una planta de tratamientos	Las PTAR son indispensables para uno de las ODS así como también para resolver una de las mayores problemáticas globales que es la escases de agua potable.
	Desarrollo de prototipo	Proyecto de creación de un prototipo para la planta de la Empresa	Ya que la empresa no contaba con una planta, se hizo el diseño de una por medio de autocad
	Metodología de solidos suspendidos	Prueba de cono Imhoff	Se hizo la investigación de las diferentes metodologías para la determinación de solidos suspendidos basados en las NOM's
Habilidades	Adaptación	Juntas agendadas tanto con asesoras como de los puros integrantes	Los tiempos y actitudes de todos los integrantes eran diferentes, por lo que adaptarnos y buscar algo en común era esencial
	Búsqueda de asesoramiento	Ayuda a profesores de ing. Ambiental y química	Los diferentes conocimientos de los profesores nos ayudaron a tener un panorama más amplio de la problemática, así como de sus soluciones
	Trabajo en equipo	Durante el proyecto reforcé el trabajar en equipo y poder crear un canal de comunicación donde	Anteriormente había trabajado en equipo, pero al ser un proyecto con una dificultad mayor, comprendí que se necesita de todos los integrantes para lograr los objetivos.

		todos nos entenderíamos.	
	Trabajo individual	Reforcé mi capacidad para trabajar por mi cuenta durante varios procesos del PAP.	Aprendí que por mi cuenta puedo ser muy eficiente y lograr lo que me proponga. Es bueno buscar asesoramiento por parte de otras personas, pero la investigación propia puede ser exitosa.
	Toma de decisiones	Durante el PAP, tuve que tomar decisiones difíciles que se presentaron día a día	Hubo momentos donde lo planeado no salía como se esperaba, por lo que tuve que analizar la situación y elegir la mejor opción que se presentaba para resolver el problema.
Actitudes	Responsable	Siempre he tratado de ser lo más responsable posible en de todas las tareas que se me asignan, ya sean profesionales o personales.	En cuanto a la escuela y el trabajo son de las prioridades más importantes de mi vida, por ello les doy mucha importancia.
	Comprometida	Considero que soy una persona comprometida porque cumplo con todas mis responsabilidades.	En cualquier actividad que me encuentre haciendo ya sea profesional o personal, siempre le dedico el tiempo necesario.
	Apasionada	Estudio ingeniería ambiental, precisamente por mi preocupación ante la degradación al medio ambiente.	Me apasiona el hecho de poder ayudar de alguna manera al ambiente y a las personas, además de que me gusta mi carrera por todo lo que aprendo cada día.
	Paciencia	Aprendí a ser paciente ya que no todos trabajan a un mismo ritmo.	Tuve que acoplarme a las distintas maneras de trabajar de mis compañeros y siempre sacar provecho de ello.
	Empatía	Durante el proyecto desarrollé mi empatía respecto a las situaciones que se presentaron tanto a mis maestros, como a mis compañeros.	Comprendí que en el equipo, cada uno tenía diferentes contextos por lo que el trabajo debía ser equitativo, pero siempre respetando el proceso de cada persona.

Brenda González Zamora

REFLEXIONES ÉTICAS: Durante la realización del PAP considero que tuve que cambiar la perspectiva con la que yo veía las cosas para poder ser tolerante ante las circunstancias que se me iban presentando. Desde un inicio del proyecto tuve que reflexionar acerca de la experiencia que yo quería obtener del PAP y encontrar un punto medio entre lo que esperaba la empresa y lo que esperaba la institución, aunque eso significara no cumplir con algunas de mis normas morales. Una de las situaciones más difíciles durante todo el proceso fue darme cuenta que la empresa no tenía interés en el proyecto y pues no nos facilitaron la información que les estábamos pidiendo. Esa situación me causó mucha decepción y desmotivación, fue hasta que no lo tomé personal, dejé mis juicios de lado y traté de ser una persona empática que pude tener una buena actitud hacia el proyecto.

REFLEXIONES SOCIALES: Considero que este proyecto me dio muchas herramientas para comunicarme con las demás personas. Me hizo darme cuenta de que la actitud con la que interactuó con las personas puede hacer un cambio muy significativo en la manera en la que transmito mis ideas y en la que las demás personas las reciben. Me gustó ver el cambio que tuvimos como equipo durante todo el proyecto, ya que en un inicio realmente no lográbamos conectar y nuestra comunicación era muy mala y al final puedo decir que logramos sacar adelante lo que necesitábamos y pudimos establecer un modo adecuado. Otro aspecto importante que mencionar fue la relación que tuvimos con las asesoras, creo que hubo un antes y un después en nuestra relación desde el momento en el que fuimos vulnerables y expresamos nuestro sentir. A pesar de no tener mucha relación con la empresa, considero que la experiencia de ir y compartirles nuestro prototipo y la idea que desarrollamos para el tratamiento fue muy enriquecedor para mí crecimiento y me ayudó a quitarme varios miedos.

REFLEXIONES PERSONALES: Puedo decir que toda la experiencia me ayudó mucho a conocer aspectos de mí que no conocía, pero sobre todo a creer en mí misma. Empecé con muchos miedos e inseguridades y sin creer que no podía hacer nada sin ayuda y acabé con un sentimiento de seguridad y de satisfacción. Fue todo un viaje de distintas emociones en las que la mayoría del tiempo sentí mucha frustración de no poder avanzar o no saber cómo dar más de mí, con el tiempo entendí que me tenía que desapegar de la idea que yo tenía del PAP para poder adquirir conocimientos que antes no tenía.

DIMENSIÓN PERSONA: Las sesiones con Andrés me ayudaron a tomar un respiro y a salir un rato de mis pensamientos. Nos dio varias herramientas para salir de nosotros mismo, mediante la meditación y la introspección, para poder observar la situación desde lejos y entender que hay ocasiones en las que lo único que tienes que hacer es dar un paso hacia atrás y observar. Además, se trató de un espacio en el que pude compartir mis preocupaciones con respecto al PAP pero sobre todo escuchar las de los demás y darme cuenta de que, pues a pesar de ser personas bien distintas con proyectos bien diferentes pues compartimos los mismos miedos y las mismas preocupaciones, pero tal vez a partir de procesos mentales bien diferentes. Creo que fue un acompañamiento muy necesario para enfrentar este tipo de proyectos porque al final una persona no solo es su trabajo o su escuela, sino que no puede dejar de lado su parte emocional.

Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza
Conocimientos	Conceptos de química	Trabajo en el laboratorio e investigación acerca de la coagulación-floculación y sobre las tintas en base de agua.	Muy relevante para entender de fondo los métodos con los que se puede tratar un agua contaminada.
	Uso de los instrumentos y el laboratorio	Varias sesiones de laboratorio a lo largo del proyecto y experimentación con más de un método para el tratamiento de agua.	Es una competencia muy importante ya que es una buena base para realizar cualquier tipo de trabajo en un laboratorio.
	Legislación ambiental	Investigación acerca de las normas mexicanas relacionadas a la descarga de aguas municipales en México.	Entender la legislación es necesario para conocer los límites permisibles y poder establecer objetivos que vayan acorde a ello y se sigan los procedimientos establecidos en la ley.
	Diseño de prototipo	Diseño de una unidad de coagulación-floculación para tratar 400L de agua con tinta.	Es importante ya que una herramienta que te permite llevar una idea a una versión preliminar de un producto final y te permite compartir esa idea con otras personas e incluso a hacer una negociación.
	Cálculo de costos	Tablas de costos con varias opciones para la empresa.	Es muy relevante en cualquier ámbito de la vida y al momento de presentar cualquier tipo de proyecto ya que la parte económica es casi siempre lo que permite o no realizar un proyecto.
Habilidades	Trabajo en equipo	Es una habilidad que he ido desarrollado con el tiempo, se utilizo durante toda la elaboración del proyecto PAP, no solo con mis compañeros, sino que también con las asesoras.	Es una competencia que puede llegar a incrementar la productividad y aumentar la resolución de problemas.
	Planeación	Es una habilidad que he ido obteniendo a lo largo de éstos últimos semestres mediante el ámbito académico.	Es una habilidad que ahorra mucho tiempo y recursos. Es la base de cualquier proyecto.
	Negociación	Aunque en todos los aspectos de la vida se tiene que negociar considero que, durante el PAP, la negociación es una habilidad que tuve que incrementar para poder recibir ciertos beneficios	Se necesita en todos los aspectos de la vida ya que permite poner límites.

		y al mismo tiempo convencer a la empresa de nuestra idea.	
	Resolución de problemas	Es una habilidad que he ido desarrollando toda la vida pero que sale a relucir en circunstancias como el PAP en las que hay muchas cosas que pueden salir mal.	Es relevante para todos los ámbitos de la vida. Es de las habilidades más importantes ya que te permite seguir avanzando.
Actitudes	Proactividad	Al enfrentarme a las dificultades del PAP haciéndome cargo de algunas actividades que necesitaban atención y asumir su responsabilidad por iniciativa propia.	Es una actitud que sirve en todos los ámbitos de la vida.
	Liderazgo	Es una actitud que he ido adquiriendo a lo largo de los semestres y que pude reforzar en el PAP.	El liderazgo es una actitud muy relevante al momento de enfrentarse tener que coordinar una situación con otras personas.
	Disposición a ceder	Es una actitud que aprendí a mantener durante el PAP en aquellos momentos en los que sabía que las cosas no dependían de mí y que no siempre iban a suceder como yo quería y que el hecho de ceder en ocasiones me ayudaría mantener mi energía en lo que sí dependía de mí.	Es muy importante saber identificar aquellos momentos en los que se debe ceder y estar dispuesto a ello al momento de realizar cualquier negociación. No solo en el ámbito laboral sino en la vida en general.
	Empatía	Al no juzgar ni a la empresa o a mis compañeros respecto a sus decisiones, ideas y formas de actuar. Es una actitud que siempre he tenido pero que he ido reforzado durante el semestre.	Es una actitud que te permite mantener una relación con las demás personas lo cual es muy relevante en la vida y en cualquier trabajo. Te permite entender las necesidades de los demás.

Diego Axel Rico Garibay

REFLEXIÓN ÉTICA: Este PAP para mí fue algo muy interesante en términos éticos porque el objetivo del PAP es poder tratar el agua que sale como desecho de su proceso, y la empresa como no le han llamado la atención aún pues la desecha al drenaje causando daños ambientales irreversibles. Desde mi punto de vista el actuar con ética en todo momento es algo que debemos de hacer siempre, incluso en las actividades básicas, el hecho de siempre estar pensando en realizar las cosas buscando el bien común, buscando actuar de la manera correcta puede hacer un cambio drástico en nuestra vida y la de los demás.

REFLEXIÓN SOCIAL: En términos sociales este PAP abarca mucho lo que tiene que ver con daños al cuerpo de agua a donde llegan los desechos de esta empresa, en este caso, la laguna de Cajititlán. El

deterioro de este cuerpo de agua es algo que nos incumbe a todos ya que persisten los problemas socioambientales que amenazan al entorno natural y a las poblaciones originarias.

REFLEXIÓN DIMENSIÓN PERSONA: Esta actividad me gustó mucho, primero que nada, la manera de ponerme a visualizar la manera en la que fui llevando el PAP como un externo completamente me hizo valorar muy bien mis acciones y la verdad es que me hizo sentir muy satisfecho por la manera en la que me desenvolví en el mismo, las preguntas que nos hizo Andrés me iban dando armas para reforzar ese sentimiento. Desde mi punto de vista creo que debemos reflexionar donde estamos parados, valorar lo que enserio es importante y con base a eso identificar palabras y darles nuestro propio significado para que podamos usarlas como base para el futuro.

REFLEXIONES PERSONALES: Para mí este proyecto fue muy satisfactorio en varios aspectos, considero que de mi parte fue muy bien aprovechado porque pude conocer a fondo algunos conceptos de materias que estuve llevando al mismo tiempo de llevar este PAP, cosa que es muy bueno experimentarlo fuera del salón de clase porque estamos guiados por nuestros asesores. Al inicio este PAP figuraba un poco complejo para mi persona porque era algo que nunca había hecho, pero considero que gracias al buen equipo que creamos y a nuestras asesoras que siempre nos estaban apoyando logramos realizarlo en tiempo y forma sin ningún problema. Esto me deja grandes enseñanzas, una de las principales es que enserio debo de quitarme ese miedo a lo desconocido, esas circunstancias son retos que los debo de tomar y aprovechar para lograr convertirme en una persona mucho más completa. En términos técnicos este PAP también me ayudo a trabajar muchas de mis habilidades que tenía como ingeniero químico, desarrollar muchas nuevas que me ayudarán mucho en mi futuro profesional.

Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
Conocimientos	Cálculo de costos.	Materia de costos y administración de la producción cursada en sexto semestre.	Es indispensable para calcular los costos necesarios para llevar a cabo la operación.
	Ingeniería de proyecto	Materia llevada en penúltimo semestre.	Importante para una planeación adecuada.
	Diseño de prototipo.	Materia de dibujo por computadora cursada en primer semestre.	Ayuda a tener mejor visualización del objeto en 3D.
	Conocimientos de ingeniería.	Cálculo, mecánica analítica y química.	Usados para tomar decisiones con base en los resultados obtenidos.
	Legislación ambiental.	Materia procesos de conservación del medio ambiente este semestre.	Simular por medio de software ahorra tiempo, esfuerzo y dinero.

	Reportes químicos (espectrofotometría)	Resultados de análisis de muestras	Así tuvimos la capacidad de tomar decisiones sobre las muestras.
Habilidades	Manejo de Excel.	Herramienta utilizada a lo largo de toda la carrera.	Es una herramienta que facilita el control y la organización de la empresa.
	Cronometraje de tiempos.	Herramienta utilizada a lo largo de la carrera.	La toma de tiempos es indispensable para conocer un proceso de manera precisa.
	Optimización de procesos.	Actividad realizada en varias materias a lo largo de la carrera.	Permite ahorrar dinero y tiempo, eliminando desperdicios.
	Uso de espectrofotómetro	Resultados de análisis de muestras	Determinar concentraciones de muestras para saber si se habían tratado correctamente o no.
Actitudes	Flexibilidad.	Actitud desempeñada a lo largo de mi vida profesional y académica.	Es importante la adaptación al cambio.
	Disposición de aprender.	Actitud desempeñada a lo largo de mi vida para sacar provecho de todas las actividades que realice.	Para mejorar algo, debes de conocerlo, eso implica tener mentalidad abierta para recibir nueva información.
	Paciencia	Aprendí a ser paciente porque al principio se tardó en comenzar el proyecto porque la empresa no contestaba los mensajes y no nos daban información para poder empezar con lo mínimo.	Aprendí a trabajar bajo la presión de las entregas porque el ritmo en el que la empresa nos disponía muestras era muy tardado y tuvimos que hacer distintas planeaciones a lo largo del proyecto por el lento avance de la empresa en cuanto a la ayuda con información y muestras.