



289018G2 EXPERIENCIA PROFESIONAL II: ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Proyecto de Práctica Profesional

“Caracterización de Epóxicos y sus parámetros de control a nivel ingenieril para un dispositivo de intervención cardiológica”

Autor: Daniel Rodríguez Chávez

Docente de práctica: Ing. Andrea Lineros Patarino

Supervisor de práctica: Ing. Josué Otárola Sanchez

II Cuatrimestre, 2022

Tabla de Contenidos

1.	DATOS DEL ESTUDIANTE	3
2.	ACERCA DE LA EMPRESA	3
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3.1	JUSTIFICACIÓN	4
3.2	ALCANCE DEL PROYECTO	4
4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
5.	EDT (ESTRUCTURA DETALLADA DEL TRABAJO)	6
6.	CRONOGRAMA	7
7.	DETERMINACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO	8
9.	RECURSOS Y PRESUPUESTO	10
10.	ASPECTOS MÁS RELEVANTES DEL PROYECTO DURANTE LAS HORAS AVANZADAS	10
11.	REPORTE DE AVANCE.	11
12.	REPORTE DE CAMBIOS Y ASPECTOS GENERALES	11
13.	EXPERIENCIA DE PRÁCTICA EN LA EMPRESA	12

1. Datos del estudiante

Nombre del estudiante: Daniel Rodríguez Chávez

Cédula: 801240501

Carrera: Licenciatura en Ingeniería química industrial

2. Acerca de la empresa

Boston Scientific es una empresa de manufactura en la industria médica, de origen norteamericano, multinacional, que inicio operaciones en Costa Rica en el 2004 en la Aurora de Heredia, extendiendo las mismas hacia la planta más grande hasta el momento en el Coyol de Alajuela en 2009, y una nueva planta por inaugurarse este año 2022 en La Lima de Cartago. La empresa es conocida a nivel mundial por la creación y distribución de dispositivos médicos de alta tecnología que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, así como productos médicos quirúrgicos mínimamente invasivos, es decir, que la integridad y el estilo de vida del paciente se vean lo menos afectados posible. Las operaciones en el país han crecido de manera tal, que hoy en día la empresa cuenta con un poco más de 7000 colaboradores en numerosas áreas profesionales, con dicho número con un potencial gran aumento por la nueva planta. Esta cuenta con un catálogo de más de 13000 productos con variantes, estos enfocados en las ramas de la medicina tales como urología, endoscopia, intervención periférica, cardiología y electrofisiología. Las funciones del estudiante inician como Practicante de ingeniería de manufactura, en uno de los equipos de ingeniería de la línea de producción del Opticross, catéter utilizado para ecografía intravascular y diagnóstico.

The logo for Boston Scientific, featuring the company name in a large, blue, serif font. The 'B' is particularly large and stylized, with the 'S' following it. The words 'Boston' and 'Scientific' are stacked vertically.

Advancing science for life™

3. Planteamiento del problema

En la planta de producción, se manufactura el dispositivo de intervención cardiológica antes mencionado, sin embargo, no sólo en una presentación, pues esta cuenta hasta con 6 variantes, con procesos de manufactura y características comerciales diferentes entre sí, entre ellos la versión Legacy del producto, la más antigua, una versión en HD, para una mejor calidad de imagen del ultrasonido y esta con otras variantes como HD 5 Y 6. El proceso de creación de dichos productos, incluye una serie de estaciones que se verán más adelante, donde básicamente se hace una transformación mediante suministros mayormente electrónicos. En este proceso, hay una utilización significativa de un compuesto llamado epóxicos, que actúa como resina semisólida para ya sea el sellado y el impedimento del paso de corriente eléctrica, o la inversa, como material conductor para mejorar este parámetro según sea requerido. Este material si bien se usa en una menor escala, pues se utilizan tubos de 1 centímetro cubico , hay un notable desperdicio de estos por falta de controles más específicos y medibles, ya que sólo se utiliza la variable tiempo para determinar si el epóxico está en condiciones de poder utilizarse, y de manera muy incierta y poco precisa, pues se dice que puede durar más cantidad o menos, dejándose a la libre y la incertidumbre. El eje central de este proyecto será poder determinar parámetros de control continuos que le indiquen al operador cuando sea necesario utilizar o no este material y lograr sacarle maximizar dicho suministro.

3.1 Justificación

A lo largo del tiempo, la empresa como es de esperar tiene que lidiar con el desperdicio y siempre se opta por mantener una excelencia operativa estricta pero realista, esta es una meta que cumplir siempre por toda la unidad de producción. Esta también se ha caracterizado a nivel mundial por su trazabilidad casi perfecta y sus estrictos y eficaces parámetros de control. En este caso, para mal, es la excepción, pues si bien no es una variable crítica del proceso, su mejora en estándares medibles y posterior implementación puede suponer un ahorro económico considerable, una optimización en este material de gran relevancia y un elemento más a dicha trazabilidad. Mencionar también, que, por parte del estudiante, dicho proyecto resultaría un desafío y un despliegue de conocimiento aplicado para su profesión y crecimiento.

3.2 Alcance del proyecto

El proyecto se limitará principalmente en el material a caracterizar. En la línea se utilizan dos epóxicos. Epóxico negro Bondline 6511, que viene a ser el no conductor y que tiene como función el sellado y el epóxico de plata, el cual, aparte de sellar, juega un papel muy importante en mantener las conexiones eléctricas del dispositivo a plena capacidad. El análisis completo se enfocará principalmente en el aislante, el epoxy bondline 6511, con posibilidad de aplicar este estudio en el de plata, ya que es el ha presentado más problemas de propiedades físico química y el que más ha generado desperdicio

4. Objetivos del proyecto

Objetivo general

Proponer un parámetro de control y metodología de prueba para determinar el punto máximo de utilización de los epóxicos 6511 bondline y Silver loaded en las estaciones de manufactura utilizadas para el ensamble de un dispositivo médico renombrado como "Opticross"

Objetivos específicos

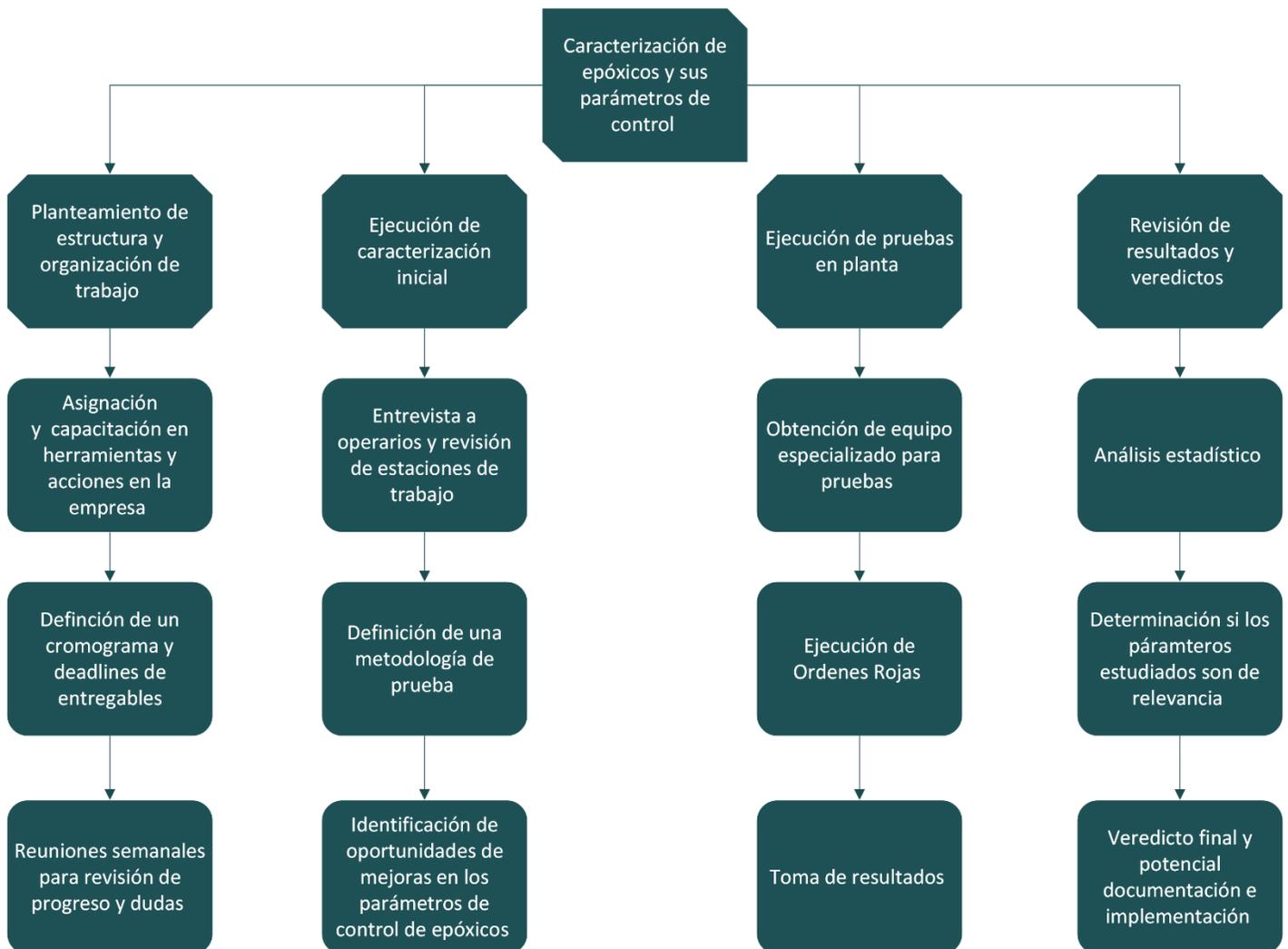
Analizar parámetros de proceso de manufactura relevantes para los epóxicos "6511 Bondline" y "Silver loaded 2080" para definir una variable de control que permita una utilización más eficiente

Recomendar una equipo o medio de medición que permita cuantificar la variable de control en la utilización de los epóxicos 6511 Bondline y Silver loaded 2080

Elaborar una guía de utilización del equipo o medio de medición identificado que permita un monitoreo en ambiente de producción para la variable de control identificada

5. EDT (estructura detallada del trabajo)

Figura 2. Diagrama de estructura de trabajo. (Elaboración propia)



Se esquematizó mediante un diagrama de flujo, la estructura más concreta del trabajo realizado y por realizarse en la empresa. Hay que destacar que, para este entonces, se ha logrado cumplir la primera etapa de definición según la metodología DMAIC, y el primer módulo en el diagrama que es el planteamiento del trabajo. En ejecución está por terminarse la caracterización de la materia prima que se va a estudiar.

6. Cronograma

Tabla 1. Cronograma estipulado para realización del proyecto. (Elaboración propia)

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	% completado
Programada automáticamente	Caracterización de epóxicos y sus parámetros de control a nivel ingenieril	57 días	mar 24 05 22	mié 10 08 22			50%
Programada manualmente	Planeamiento de estructura y organización de trabajo	34 días	mar 24 05 22	vie 8 07 22		Josué Otárola ;Daniel Rodríguez	100%
Programada manualmente	Asignación de entrenamiento y capacitación en herramientas de la empresa	30 días	mar 24 05 22	lun 4 07 22		Josué Otárola	100%
Programada manualmente	Definición de cronograma y deadlines de entregables internos	2 días	jue 30 06 22	vie 1 07 22	2	Daniel Rodríguez ;Josué Otárola	100%
Programada manualmente	Definición de reuniones semanales para revisar progreso	1 día	jue 7 07 22	jue 7 07 22	3	Daniel Rodríguez ;Josué Otárola	100%
Programada manualmente	Ejecución de caracterización inicial	11 días	lun 4 07 22	lun 18 07 22	1	Daniel Rodríguez	97%
Programada manualmente	Entrevistas a los operarios y revisión de las estaciones de trabajo	6 días	lun 4 07 22	lun 11 07 22	1	Daniel Rodríguez	100%
Programada manualmente	Definición de una metodología de prueba	5 días	mar 12 07 22	lun 18 07 22	6	Daniel Rodríguez	90%
Programada manualmente	Identificación de oportunidades mejora en los epóxicos	5 días	lun 11 07 22	vie 15 07 22	2;3;4	Daniel Rodríguez	100%
Programada automáticamente	Ejecución de Pruebas en planta	11 días	mar 19 07 22	mar 2 08 22	5	Daniel Rodríguez; Departamento de planning; Josué Otárola	9%

Programada manualmente	Obtención de equipo especializado	4 días	mar 19 07 22	vie 22 07 22	5	Daniel Rodríguez; Departamento de planning; Josué Otárola	25%
Programada manualmente	Ejecución de Ordenes Rojas	5 días	lun 25 07 22	vie 29 07 22	10	Daniel Rodríguez ;Departamento de planning	0%
Programada manualmente	Toma de Resultados	2 días	lun 1 08 22	mar 2 08 22	11	Daniel Rodríguez	0%
Programada manualmente	Revisión de resultados y veredicto	7 días	mar 2 08 22	mié 10 08 22	9	Daniel Rodríguez	0%
Programada manualmente	Análisis estadístico	3 días	mié 3 08 22	vie 5 08 22	9	Daniel Rodríguez	0%
Programada manualmente	Determinación si los parámetros estudiados son de relevancia o no	2 días	lun 8 08 22	mar 9 08 22	14	Core Team 2 Imagine Core ;Daniel Rodríguez	0%
Programada manualmente	Veredicto final	1 día	mié 10 08 22	mié 10 08 22	15	Core Team 2 Imagine Core ;Daniel Rodríguez	0%

Se realizó el cronograma del proyecto, desde que se empieza a laburar en la empresa hasta el final del proyecto. Se toman en cuenta el tiempo de entrenamiento, inducciones generales e inducción específica a la unidad de producción, ya que, por disposición de la empresa, estos son necesarios para realizar ciertas acciones requeridas en el proyecto y poder también ejecutar tareas como Ingeniero de manufactura. El primer mes fue una inducción y familiarización con todos los sistemas y dinámicas de la empresa, y a partir de esto, se identifican ciertos proyectos y oportunidades de mejora e implementación en las que se puede trabajar, y conforme a esto, se sientan las bases del proyecto a inicios de julio.

7. Determinación y gestión de riesgos del proyecto

Tabla 2. Matriz de gestión de riesgos del proyecto. (Elaboración propia)

ID	Descripción	Causa	Probabilidad	Impacto	Impacto cualitativo (promedio)	Estrategia	Acciones para implementar la estrategia
1	Incumplimiento de entrenamientos y deadlines de acciones semanales	Mala organización del tiempo y mala priorización de tareas	25%	70%	65%	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con los entrenamientos en el tiempo establecido Dar feedback necesario en caso de que una tarea pueda tener un retraso
2	No poder correr pruebas de campo	No hubo la aprobación respectiva y planificación para poder correr ordenes rojas	40%	80%	80%	Prevención	Hacer el request con el tiempo necesario para que el departamento de planning pueda prever el presupuesto necesario

3	Falta de equipo necesario para las pruebas	No se pudo conseguir el equipo de prueba en el plazo estimado	35%	80%	70%	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Contactar proveedores y el outsourcing en un tiempo prudencial • Utilizar los recursos necesarios para que el equipo sea obtenido y en posesión en el tiempo estipulado
---	--	---	-----	-----	-----	------------	--

Para poder determinar los potenciales riesgos y tareas con probabilidad de alguno a varios fallos en el camino, se utilizó la matriz de gestión de riesgos. Hay que mencionar que las fuentes de error en el proyecto se deben principalmente al factor tiempo y el cumplimiento de métricas asociadas como Deadlines y Límites, más que todos asociados al cuatrimestre, pues el proyecto puede extenderse hasta 6 meses máximo. Lo ideal, y la expectativa sería lograr completar todas las etapas de DMAIC hasta implementación.

8. Aseguramiento de la calidad del proyecto

Tabla 3. Criterios de aceptación y acciones para la calidad del proyecto. (Elaboración propia)

Entregable (tomado de la EDT)	Criterios de aceptación	Aseguramiento de la calidad	Frecuencia de la revisión
Planeamiento de estructura y organización del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Tener claro que acciones ir realizando durante la semana • Garantizar un progreso relevante del proyecto cada semana • Contar con el entrenamiento necesario para poder ejecutar tareas y acciones importantes para el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener esquematizado las tareas de la semana y estar en constante update con el supervisor • Recibir el entrenamiento constantemente y por la otra parte, cumplir con los deadlines de estos 	Semanal
Ejecución de caracterización inicial del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener información relevante, por parte de los operarios o de la inspección física del proceso • Tener definidos los aspectos necesarios para construir una metodología de prueba • Poseer una ruta clara, que se busca mejorar con respecto a los epóxicos y el proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Estar constantemente en el piso de producción revisando los procesos • Documentar constantemente cambios, información importante acerca de epóxicos y la estaciones que utilizan, así como feedback por parte de empleados. • Investigación propia 	Semanal, con updates necesarios cualquier día
Ejecución de pruebas en planta	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar pruebas en tiempo real y con condiciones reales en la planta de producción • Contar con el equipo necesario para realizar las pruebas • Obtener resultados relevantes cualitativos • Obtener resultados reproducibles y repetibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con el departamento de planning la ejecución de las ordenes rojas en el tiempo estipulado • Conseguir cotizaciones y visitas a la empresa para revisión de los equipos • Establecer un experimento estructurado con variables dependientes relevantes y cuantificables 	Semanal
Revisión de resultados y veredictos	<ul style="list-style-type: none"> • Tener un análisis estadístico que demuestre como los factores estudiados puede tener o no relevancia en el proceso • Saber si el proyecto puede ser implementado 	Investigar y saber utilizar las distintas herramientas estadísticas, de manera que estás funcionen para hacer un planteamiento de los datos óptimo y que estos puedan ser presentables frente a un grupo de profesionales en el área	Semanal

Para poder mantener métricas y un estándar de calidad definido en función de cada tarea, se realizó la matriz de criterios de aceptación. El proyecto como tal puede llegar a ser un tanto ambiguo en este aspecto, pues lo requerido es poder cumplir con las tareas establecidas en el cronograma, ojalá en el tiempo requerido para así garantizar un progreso importante por cada semana. Para cada tarea claramente se espera un nivel técnico y de calidad alto, pues

se trata de un proyecto que puede llegar a implementarse en una industria sumamente rigurosa y estricta en sus operaciones.

9. Recursos y presupuesto

Se tienen contemplados la utilización de ciertos recursos externos e internos de la empresa para llevar a cabo la realización del proyecto con éxito. Inicialmente hacer la aclaración de que el recurso humano no suma costo a la operación, ya que es principalmente utilizado para ayudas y aprobaciones y es interno, no se contará como tal un recurso externo tal como consultoría o diseño en la materia de servicios profesionales y similares. También hay que mencionar que un presupuesto como tal aún no se ha definido, sin embargo, se sabe que al menos las órdenes rojas no podrán exceder las 100 unidades, debido a un límite en tiempo de producción y costos.

Tabla 4. Recursos necesarios y costos estimados. (Elaboración propia)

Recurso	Descripción	Costo estimado (\$)
Equipo de refrigeración para almacenamiento de epóxicos	Se necesita cotizar y comprar un equipo de refrigeración para pruebas de almacenamiento de la materia prima a estudiar	265
Ordenes Rojas	Es necesario correr ordenes de prueba en la planta de producción, para determinar qué factores y que observaciones en tiempo real se tienen acerca de la posible nueva implementación	114 (Costo unitario)
Raw Material (epóxicos)	Se necesita sacar de las materias primas varias muestras de epóxicos para pruebas en laboratorio. (Al menos 8 epóxicos en total, 4 de cada tipo)	80
Viscosímetro	Viscosímetro que cumpla las necesidades del proceso, que básicamente se necesita que pueda medir un volumen pequeño y que pueda medir viscosidades altas	Se cuenta con uno para pruebas en la empresa

10. Aspectos más relevantes del proyecto durante las horas avanzadas

10.3 Principales retos u obstáculos presentados: El proyecto esencialmente, lo más complicado ha sido definir que implementar como tal, y si puede llegar a ser relevante esto. Se habló en su momento de viscosidad, de pruebas de estrés del producto, de caracterización eléctrica, entre otras, y estas tenían sus complicaciones y no se asociaban mucho a la carrera de ingeniería química. Desde un inicio eso sí, lo que lo facilitó más, fue la delimitación de oportunidades de mejora sólo a epóxicos, ya que es casi el único compuesto químico que se utiliza en la operación

10.4 Lecciones aprendidas: Se debe reconocer que un inicio de la caracterización y organización de las tareas hubiera optimizado y reducido el tiempo del proyecto y se hubiera podido ser más flexible con los deadlines.

10.5 Actividades pendientes: Aún es necesario la realización de todo el estudio de campo para poder tener resultados verídicos y saber si dicha implementación puede ser viable o no. Podría decirse con satisfacción que se ha terminado la fase teórica del proyecto.

11. Reporte de Avance.

El proyecto, hasta el momento de la entrega de resultados, se logró completar con éxito las primera dos etapas esquematizadas en la estructura, esto vendría a representar un 50% de avance en el proyecto.

Etapas	Actividades	Estado
Planeamiento de estructura y organización del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Asignación y capacitación en herramientas y acciones en la empresa • Definición de un cronograma y deadlines de entregables • Reuniones semanales para revisión de progreso y dudas 	Completada
Ejecución de caracterización inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista a operarios y revisión de estaciones de trabajo • Definición de una metodología de prueba • Identificación de oportunidades de mejora 	Completada

12. Reporte de cambios y aspectos generales

- Hubo ciertos cambios en la ejecución del proyecto. Inicialmente se iba a terminar de establecer la metodología de prueba, esto en función de que los equipos presentes en la empresa como el viscosímetro, que nos iba a ayudar a definir un parámetro de control crítico para el proceso, no cumplían con las necesidades del epóxicos en cuanto a mediciones, ya que eran equipos para fluidos de mayor volumen y el que se maneja es bastante bajo.
- Se pudo establecer un método eficiente para el mantenimiento del equipo hipotético que se utilizaría, que sería por medio de acetona como disolvente del epóxico, para evitar incrustaciones y el posterior mal funcionamiento del equipo
- Se investigó acerca de un equipo que cumpliera con la necesidad y se determinó que uno presente en la empresa, conocido como MicroVisc, será el ideal para estas pruebas.
- La ejecución de las demás etapas no fue posible, ya que para la ejecución de ordenes rojas que era la siguiente en el cronograma, constaba de un proceso de entrenamiento considerablemente amplio, así como sesiones de mentoría con el supervisor más seguidas y un tanto complicadas de agendar, así como estas implicaban un presupuesto considerable para la unidad de producción. En estos últimos meses, el PU estaba en una situación complicada en la que los recursos era importante priorizarlos en la resolución de este problema, por lo que, por una cuestión de prioridades, de planificación y del enfoque del presupuesto, aún no se han podido llevarse a cabo.

- De los aspectos más relevantes, creo que lo más complicado ha sido la cuantificación de variables totalmente nuevas en un proceso, si bien ya se tenía experiencia en esto, aplicarlo a un entorno de producción real, con todos sus pros, y sus contras, ha sido complicado.
- Para más adelante, conforme el proyecto se vaya desarrollando en sus últimas fases, se recomienda el tiempo en entrenamiento más eficiente, así como una mejor predicción de riesgos, ya que estos no logaron anticiparse en el estudio realizado con anterioridad.

13. Experiencia de práctica en la empresa

Al inicio fue complicado el acostumbrarse a un ambiente de con un ritmo considerablemente intenso, pues yo venía de un estilo de vida muy diferente a este, debido a la pandemia, a esto se le suma que es mi primer trabajo oficial, por lo que fue algo abrumador al inicio empezar en una empresa tan grande y compleja como esta. La presentación de resultados y el entendimiento del proceso antes de dar alguna opinión o feed back fue muy importante. Sin embargo, la amabilidad y mentalidad de siempre colaborar y ayudar de la mayoría de los compañeros de la unidad de producción debo decir que me ayudo bastante a lograr despejar duda, a tomar confianza en expresarme y decir lo que pienso y a entender mejor, de que va el asunto, como se diría popularmente.

Quiero hacer en este apartado el reconocimiento a mi compañero Diego Castro, quien desde que llegué, siempre sin ningún tipo de orden mandatorio, ni nada similar, se tomó el tiempo durante varios días de varias semanas de explicarme todo el proceso que íbamos a manejar en el día a día y de enseñarme muchas cosas más, refiérase a plataformas mañas, cosas que debería o no debería hacer y fue muy autentico y directo conmigo todo el tiempo, el entendía mucho mi posición por un tiempo y el mismo mencionaba que estuvo similar hacía poco tiempo. Hoy que hace poco cumplí 3 meses en la empresa, el sigue guiándome y discutimos cuestiones de trabajo más seguido, ya que poseo más conocimiento.

He logrado establecer muy buenos vínculos a parte de este, diría que al menos vínculos sanos en lo laboral, otro caso muy importante es con mi supervisor, quien ha me ha ayudado bastante a mi acoplamiento y a guiarme por el camino correcto en la empresa y quien siempre está ahí buscando alternativas en un punto medio, donde salga beneficiado tanto yo como las otras partes, en casos de que hayan discrepancias, esto principalmente con algunos compañeros quienes es normal, tenemos diferentes formas de trabajar y de pensar, que se den malo entendidos o ciertas diferencias. Al inicio fue un poco difícil agarrar la confianza y la comunicación con él era muy pausada, pero en el momento que nos sentamos a hablar bien 1 a 1 que se me dio mi primera retroalimentación, fue mucho más sencillo hablar con él de las cosas que me afectaban, que necesitaba para poder ir aportando al equipo. Mi actitud, siento yo, que, si bien tuvo ciertos tropezones y algunas fallas, siempre fue muy diligente hacia mis compañeros. Se dio retroalimentación acerca de ciertos puntos habilidades que debía mejorar y siento las he aceptado he intentado aplicar poco a poco.

En el apartado de aporte a la empresa, creo que también al inicio, como todo, no lograba ver cuál era mi aporte real a la empresa, hasta que mi trabajo se veía reflejado en datos, en información cualitativa muy valiosa para investigaciones, así como revisión de unidades y documentación, para posterior reporte y escalación al departamento de entrenamiento. Esto poseía un impacto significativo a nivel económico para la unidad de producción ya que significaba la reducción de defectos asociados al operador y por ende menos perdidas. Durante estos meses, he aprendido muchas cosas. Logré saber cómo dar un sustaining aunque sea básico a una o varias líneas de producción donde es importante estar pendiente y poder reaccionar a tiempo a para que un problema o defecto no se haga más grande. También la presentación de datos, así como el manejo de documentos técnicos en una base de datos, fue algo de muchísima relevancia, ya que esto suma a mi curriculum interno cuando ya tenga la posibilidad de aplicar a un puesto fijo a lo interno, así como también en alguna otra empresa que maneje plataformas iguales o similares como Windchill, SAP o sharepoint.

Como conclusión, estoy muy agradecido, pues estoy viendo que topé con una gran empresa, donde si bien no estoy ejerciendo una profesión purista de ingeniero químico, sigue siendo ingeniería y bastante práctica, que se ajusta a mis habilidades y puedo demostrar y sacar todo el potencial de estas. Espero poder terminar se ejecutar mi proyecto de graduación e hipotéticamente implementarlo, así como comenzar a incursionar en acciones de mayor relevancia que beneficien la unidad de producción que vayan aumentando mi valor técnico.