

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
CAMPUS GUANAJUATO
DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y
EXACTAS
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN POR EJERCICIO
PROFESIONAL
EXPERIENCIA PROFESIONAL EN LA
INDUSTRIA QUÍMICA Y AUTOMOTRIZ:
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA, HIGIENE,
SEGURIDAD Y SUSTENTABILIDAD

Presenta: Claudia Elizabeth Vargas Macías

Asesor: Dr. Fernando Israel Gómez Castro

Director de la División: Dr. Agustín Ramón Uribe Ramírez

Fecha de entrega: 26 de septiembre de 2022

Descripción de la trayectoria:

Egresada de la Licenciatura en Ingeniería Química en la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato en diciembre de 2019.

Durante el primer semestre del año 2019 desarrollé mis prácticas profesionales en Indorama Ventures Polymers México, empresa localizada en la ciudad de Querétaro, Querétaro. Dicha organización se dedica a la producción de Resinas PET, poliéster filamento y polímero amorfo HMLS en el área de Producción de Resinas PET, lugar donde desarrollé el proyecto de reducción de desperdicios en el proceso de extrusión-peletizado. Posteriormente, fui contratada en la misma empresa en el área de Ecología, Higiene, Seguridad y Sustentabilidad como Ingeniera EHSS responsable de Ambiente, Higiene, Seguridad Radiológica y Sustentabilidad, donde llevé a cabo mi ejercicio profesional durante un año y medio. Durante mi estadía, se lograron objetivos de relevancia corporativa como la inclusión de la empresa al Mercado de Carbono, la certificación de su inventario y cálculo de CyGEI, la recertificación del Sistema de Gestión Ambiental ISO-14001:2015, la actualización de su inventario de Residuos Peligrosos, así como el desarrollo de metodologías sistemáticas para estimar desviaciones en consumos energéticos, emisiones de gases de efecto invernadero, generación de residuos peligrosos y/o no peligrosos, consumo de recursos hídricos para identificar oportunamente fallas o desviaciones que impactan en los compromisos ecológicos y económicos. Además, se realizaron actividades de administración de Higiene y Seguridad como la evaluación de la exposición a agentes químicos y biológicos, evaluación de ruido laboral, iluminación y verificación del funcionamiento seguro y la hermeticidad de las fuentes de energía ionizante, entre otras funciones.

A mediados del año 2021, mudé mi carrera profesional a la empresa química-automotriz Johnson Matthey de México, localizada en el Parque Industrial Bernardo Quintana en el Marqués, Querétaro; en la cual ocupo actualmente la posición de Asesor EHS y soy responsable del área de Ambiente en el proceso de producción de convertidores catalíticos para la industria automotriz.

Esta organización es dimensionalmente mediana, pero tiene retos de profundidad para el área de Ecología, Higiene y Seguridad, ya que es considerada de alto riesgo ante las autoridades ambientales y laborales por el manejo de volúmenes altos de algunas sustancias químicas empleadas en la fabricación de soluciones de impregnación de los sustratos catalíticos. Por ello, el Corporativo a través de una estricta política de seguridad, ambiente e higiene, ha establecido múltiples protocolos y responsabilidades para el departamento del que formo parte. Actualmente, comparto el liderazgo del Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO-14001:2015, pertenezco al Comité de Seguridad Basado en Comportamientos, lidero el Sistema de Ergonomía, soy responsable del seguimiento al desempeño de los indicadores ambientales en el sitio, realizo evaluaciones ambientales continuas para el reporte oportuno a las autoridades correspondientes, apoyo en la investigación de incidentes, en las evaluaciones de riesgo de actividades y nuevos productos, trabajo en la implementación de

proyectos ambientales, me aseguro del cumplimiento legal ambiental a través de la administración de licencias, permisos y vigilancia de nuevos requerimientos y brindo asesorías o capacitaciones al personal respecto a temas de Seguridad, tales como trabajos peligrosos o normativas y temas generales de higiene, ambiente y seguridad.

A manera de corolario, el conocimiento de los procesos industriales, desde los conceptos más fundamentales de la termodinámica hasta los más particulares de la Seguridad Industrial obtenidos en la Licenciatura en Ingeniería Química representan los cimientos que me han permitido comprender los fenómenos y analizarlos hasta la raíz.

Descripción de las actividades a reportar:

Indorama Ventures Polymers México (IVPM) es una empresa localizada en Santiago de Querétaro, Qro. En ella se distribuyen 3 procesos productivos a través de diferentes líneas de procesos continuos de obtención de polímero amorfo que convergen por medio de reactores químicos de fase líquida que transforman las materias primas monoetilenglicol y ácido tereftálico en los siguientes productos finales: pellets cristalinos de resina PET, hilos para la producción poliéster textil o pellets amorfos para la producción de fibras de alto rendimiento.

La producción de polímero amorfo para los tres distintos productos lleva consigo una serie de operaciones y procesos unitarios que utilizan reactores químicos, eyectores de vacío, intercambiadores de calor de tubos y corazas, bombas centrífugas, medidores de energía ionizante de Co-60 y Cs-137, sistemas de enfriamiento; además de procesos administrativos y personal operativo encargado de la operación de los equipos. Para ello, también es necesaria la operación de una planta de Servicios que brinda energía térmica obtenida en hornos que funcionan a través de la combustión de gas natural y combustóleo, energía eléctrica alimentada a través de una subestación, suministro de materias primas a través de sistemas neumáticos, suministro de vapor de diferentes presiones generados en calderas y el suministro de agua helada o desionizada, producto del tratamiento químico y recirculación del agua de la Planta de Tratamiento de Aguas. Todas estas operaciones en conjunto producen y transportan los recursos necesarios para llevar a cabo las reacciones químicas, en cada uno de los procesos.

Más allá de lo que confiere la propia operación unitaria, al igual que el proceso unitario, las múltiples variables existentes en la operación de Indorama Ventures han hecho de la planta un ejercicio complejo desde la perspectiva de la Ecología y la Sustentabilidad. Visto desde la perspectiva de un sistema con entradas y salidas, estas últimas cobran suficiente relevancia por la característica de las materias primas, de los sub-productos y por la emisión y transferencia de contaminantes derivados del proceso hacia el agua, el suelo y el aire desde diversas fuentes. La vigilancia en esta etapa es crítica y corresponde a una de mis actividades principales realizadas que a continuación se mencionan con mayor detalle.

El agua de procesos proviene del sistema de agua potable, pero opera en circuito cerrado debido a la existencia de una planta de tratamiento lo suficientemente robusta para satisfacer agua reciclada a los procesos con las características fisicoquímicas para evitar la afectación de los productos. La salida consiste únicamente para agua de riego de las áreas verdes, por lo que, de manera indirecta, esto se dirige al agua subterránea que es de jurisdicción federal. La vigilancia de consumir únicamente el volumen autorizado, al igual que la vigilancia de la calidad fisicoquímica del agua de riego, puede derivar en investigaciones exhaustivas en caso del incumplimiento de alguno de los parámetros como grasas y aceites, nitrógeno total, metales pesados y cianuros.

En el suelo, se concentran los residuos de manejo especial y los residuos peligrosos. La producción de polietilentereftalato y el poliéster conlleva la generación de grandes cantidades de residuos, desde no peligrosos hasta residuos peligrosos nucleares, de los cuales, hay que responsabilizarse desde su generación hasta su disposición final. Indorama Ventures, reconocía la generación de residuos peligrosos a través de una clasificación muy antigua, por lo que ya no era adecuada a las actualizaciones de los nuevos procesos y productos. Esto originó la necesidad de realizar una revisión exhaustiva, en la cual, se registraron nuevos residuos y se caracterizaron en un Catálogo actualizado, donde se incluían los componentes peligrosos de los residuos, sus características CRETIB, la descripción del residuo, áreas generadoras y formas adecuadas de disposición.

La emisión y transferencia de contaminantes en el aire es el tema más apasionante que desarrollé en esta empresa. Es una de las pocas empresas mexicanas que figuran en el Mercado de Carbono, mismo que funge como un instrumento político para la reducción de las emisiones y la descarbonización de los Estados enfocado a las empresas que generan más de 100,000 toneladas de CO₂e anuales. A partir de 2021, las empresas que entraban dentro del umbral del Mercado de Carbono debían introducirse al programa piloto para el establecimiento de topes de emisión y la compraventa de derechos de emisión. Para ello, el establecimiento de una línea base de emisión en la organización basada en la cuantificación de las emisiones a través de metodologías sugeridas por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), era de suma relevancia. Para el año 2021, la certificación de tercera parte del inventario de emisiones se volvió una realidad en Indorama Ventures, ya que tuve la oportunidad de identificar y establecer procedimientos autenticables de seguimiento y cuantificación de todas aquellas fuentes de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero, a través de la clasificación de Emisiones Directas por Fuentes Fijas (Combustibles de operación de hornos y calderas, combustible en bombas de sistema contra incendios), Fuentes Móviles (Combustible para montacargas, tractor ferroviario, tractor agrícola, vehículos utilitarios), Otras fuentes (Gases refrigerantes para la generación de agua helada y la utilización de SF₆ en la subestación eléctrica, combustible usado en las prácticas de oxicorte y en la operación de las desbrozadoras), además de las Emisiones Indirectas, establecidas por los consumos eléctricos totales en la compañía. Este inventario, acompañado de una carga robusta de documentos auditables como facturas, inventarios de entradas y

salidas e histórico de horas de operación de los equipos, fue satisfactoriamente evaluado por un centro de certificación externo alcanzando un porcentaje de aproximación del 99.9998%. Este inventario, establece las bases para las emisiones directas de fuentes fijas que serán equivalentes a los derechos de emisión.

Las salidas de los procesos también tienen una afectación directa a los trabajadores. La energía utilizada en sus formas químicas, eléctricas, neumáticas y radiactivas, además de los procesos productivos *per se*, se transforman en ruido ambiental, ruido laboral, exposición a agentes químicos, exposición a energías ionizantes y otras implicaciones a la higiene y a la salud de los trabajadores, mismas, que fueron mapeadas en compañía de laboratorios certificados y personal interno para la evaluación de su control.

Durante mi experiencia en Indorama Ventures, pude obtener una perspectiva general del rol y la importancia del departamento de EHS como un ente que balancea la productividad con la sustentabilidad laboral, observando y entendiendo los sistemas complejos como balances de entradas y salidas. Entendí y aprendí finalmente, la importancia del funcionamiento de los procesos acompañados del conocimiento de sus efectos más allá de los propios fenómenos productivos para la proyección de mejoras en pro de los trabajadores y del medio ambiente.

Más tarde, recibí la oportunidad de trabajar en la empresa Johnson Matthey México del ramo químico-automotriz, donde laboro actualmente desde junio del 2021. La empresa, localizada en el municipio de El Marqués, Querétaro, funciona desde el año 1993 y posee certificaciones como ISO-9001:2015, ISO-14001:2015 e IATF-16494:2016. En esta organización, ocupó el cargo de Asesor EHS responsable del área ambiental y del sistema de ergonomía. A pesar de ser una empresa mediana, posee características interesantes como Empresa de Alto Riesgo por el elevado almacenamiento de químicos como el ácido nítrico, además de albergar cientos de sustancias utilizadas para la fabricación de piezas catalíticas para el control de emisiones.

La producción de estas piezas catalíticas se lleva a cabo en procesos por lote, ya que las tecnologías varían según los requisitos de los clientes. A grandes rasgos, el proceso comienza con la recepción de químicos peligrosos y no peligrosos, además de los sustratos cerámicos prefabricados. Estos materiales, son dirigidos a los procesos productivos correspondientes, donde son transformados. Los químicos, en su mayoría polvos o metales en solución y ácidos, son recibidos por el área de “Batching”, donde se producen lodos con metales ferrosos o no ferrosos en suspensión dentro de tanques con agitación constante por la adición manual de químicos usando contenedores y algunos sistemas hidráulicos. Estos lodos son enviados al área de producción, que a través de 4 líneas productivas semi-automatizadas, impregna los sustratos cerámicos cilíndricos con los lodos obteniendo las características de retención de metales y humedad deseadas. Las piezas obtenidas, son enviadas a un horno eléctrico de calcinación donde pierden la humedad, pero contienen las partículas metálicas de interés en su interfase.

La producción en Johnson Matthey, al igual que Indorama Ventures, debe ser contemplada por el departamento de EHS como un -instrumento de entradas y salidas-. En principio, la recepción de químicos se hace a través de montacarguistas que manejan grandes volúmenes de químicos peligrosos en sus actividades rutinarias. Los lodos producidos en el área de Batching se fabrican manualmente con un técnico que realiza las adiciones de los químicos a través de contenedores o sistemas hidráulicos. Las líneas productivas que reciben los lodos requieren de operadores encargados de pasar las piezas que pueden pesar de 300 g a 8 kg de peso de una etapa de manera repetitiva hasta que las piezas tienen la impregnación adecuada de partículas catalíticas y luego las hacen pasar por los hornos eléctricos de calcinación, donde se removerá el disolvente ácido y se producirán grandes volúmenes de vapores que saldrán a través de un ducto atmosférico. En el camino, se producen grandes volúmenes de residuos no peligrosos y residuos peligrosos, los cuales pueden ser altamente valorizables por su composición porcentual en peso de *metales preciosos*.

Actualmente, mis responsabilidades en el giro ambiental consisten en la vigilancia del cumplimiento legal en materia de residuos, agua residual, emisiones atmosféricas, agentes contaminantes y liderazgo en el Sistema de Gestión Ambiental ISO-14001:2015 de la organización, ya que se reciben auditorías de tercera parte y auditorías internas. En la higiene, la vigilancia de la ergonomía ha sido una de las preocupaciones corporativas más relevantes en el área productiva, ya que existen tecnologías de reciente producción que conllevan sustratos cerámicos cilíndricos que pueden pesar hasta 8 kg con humedad y que son manejados como carga por el personal de las líneas a través de diferentes etapas, por lo que soy responsable de las evaluaciones ergonómicas, la determinación de su riesgo y la validación de los controles. Respecto al tema de Seguridad, tengo responsabilidad en las auditorías de trabajos peligrosos, formo parte de la brigada multifuncional de emergencias, participo en la investigación de incidentes, audito el desempeño EHS en los procesos y realizo evaluaciones de riesgo en nuevos proyectos y productos.

El área de Ecología, Higiene y Seguridad es un pilar fundamental en las organizaciones productivas. A través de los años, he aprendido que los días laborales no son monótonos, sino que requieren una apertura del equipo de trabajo para admitir que los cambios en regulaciones, en procesos y cambios naturales de las organizaciones a través del tiempo traerán consigo nuevos retos para la vigilancia de los trabajadores y el cuidado medioambiental, balanceando la productividad y el desarrollo económico.

Sinodales propuestos

Dra. Rosalba Fuentes Ramírez

Dr. David Contreras López

Dr. Tzayam Pérez Segura

Dr. Héctor Hernández Escoto (suplente)