

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TALLER DE CAPACITACIÓN EN
LA OPERACIÓN DE MÁQUINA EXTRUSORA DE PVC EN LA ASIGNATURA
DE TECNOLOGÍA PETROQUÍMICA-I CARRERA DE INGENIERÍA
PETROQUÍMICA DE LA U.A.J.M.S.”**

**TRABAJO QUE SE PRESENTA EN OPCIÓN AL DIPLOMADO
EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

AUTOR: ING. LIONEL CÁRDENAS CASTELLÓN

SUCRE – BOLIVIA

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar esta Monografía, como uno de los requisitos previos para la obtención del Diploma Académico del Diplomado en Educación Superior de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Asimismo, manifiesto mi acuerdo en que se utilice como material productivo dentro del Reglamento de Ciencia y Tecnología, siempre y cuando esta utilización no suponga ganancia económica potencial.

También, cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca los derechos de publicación de esta Monografía o de parte de ella, manteniendo mis derechos de autor hasta un período de 30 meses posterior a su aprobación.

Ing. Lionel Cárdenas Castellón

Sucre, Agosto de 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Octavina y tío Eddy, quienes me han brindado su apoyo de forma incondicional.

A mis parientes y seres queridos por su apoyo moral y ayudarme a alcanzar mis metas de superación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la sabiduría para la elaboración de la presente investigación.

A mis profesores por su pasión y dedicación en ser parte de mi crecimiento profesional.

A mis compañeros del diplomado por permitirme conocerlos, compartir experiencias y apoyarnos.

Finalmente, a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por brindar un espacio de educación de calidad y por la constante búsqueda de la excelencia académica que, sin su contribución, este trabajo no hubiera sido logrado satisfactoriamente.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	2
Antecedentes y justificación	2
Situación problemática	4
Pregunta de investigación.....	5
Objetivos	5
Objetivo general.....	5
Objetivo específico	5
CAPÍTULO I - MARCO CONCEPTUAL, MARCO CONTEXTUAL Y MARCO	
TEÓRICO	6
1.1. Marco conceptual.....	6
1.2. Marco contextual.....	7
1.2.1. Carrera de Ingeniería Petroquímica.....	7
1.2.2. Misión	8
1.2.3. Visión.	8
1.2.4. Perfil profesional.....	9
1.2.5. Plan de estudio.	9
1.3. Marco teórico.....	14
1.3.1. Cronología de los polímeros.....	14
1.3.2. Clasificación de los polímeros.....	15
1.3.3. Cadena de producción.....	20
1.3.4. Nomenclatura.....	21
1.3.5. Materias primas.....	22
1.3.6. Operación de la máquina extrusora de PVC.	24
CAPÍTULO II - MARCO METODOLÓGICO	33

2.1. Introducción	33
2.2. Análisis y discusión de resultados.	35
2.2.1. Cuestionario a estudiantes	35
2.2.2. Cuestionario a profesionales.	38
2.3. Propuesta de implementación de taller de capacitación en la operación de extrusora de PVC en la asignatura de tecnología petroquímica I.	41
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de estudio de la carrera Ingeniería Petroquímica. Saracho-IPQ (2010).	9
Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010) (continuación).....	10
Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010) (continuación).	11
Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010) (continuación).	12
Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010) (continuación).	13
Tabla 2. Cronología de la invención de los materiales poliméricos. M. Susano Cortizo (2023).....	15
Tabla 3. Clasificación de los polímeros de acuerdo a su naturaleza. Rafael (2007).	15
Tabla 4. Cadena petroquímica para algunos polímeros I.P.A. (2017).	20
Tabla 4. Cadena petroquímica para algunos polímeros I.P.A. (2017) (continuación)..	21
Tabla 5. Valores de operación a considerar de los plásticos más comunes. Acosta (2011).....	31
Tabla 6. Parámetro de funcionamiento del husillo, Acosta (2011).	32
Tabla 7. Cronograma de actividades. Acosta (2011).....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del almidón y celulosa como polímero natural. Mario (2012). ...	16
Figura 2: Estructura del polietileno y producto. Rafael (2007).	19
Figura 3: Reacción química del PET. Mexico (2023).	22
Figura 4: Esquema de un extrusor. Marti (2018).	26
Figura 5: Zonas de un extrusor. Marti (2018).	26
Figura 6: Esquema de un plato rompedor. Acosta (2011).	27
Figura 7: Dado de polímero del extrusor. Acosta (2011).	27
Figura 8: Resultado de la encuesta a estudiantes. Castellón (2024).	34
Figura 9: Resultado de la encuesta a profesionales. Cárdenas (2024).	34
Figura 10: Ilustración de resultados de la pregunta 1. Castellón (2024).	35
Figura 11: Ilustración de resultados de la pregunta 2. Castellón (2024).	36
Figura 12: Ilustración de resultados de la pregunta 3. Castellón (2024).	36
Figura 13: Ilustración de resultados de la pregunta 4. Castellón (2024).	37
Figura 14: Ilustración de resultados de la pregunta 5. Castellón (2024).	37
Figura 15: Ilustración de resultados de la pregunta 1. Cárdenas (2024).	38
Figura 16: Ilustración de resultados de la pregunta 2, Cárdenas (2024).	39
Figura 17: Ilustración de los resultados de la pregunta 3. Cárdenas (2024).	39
Figura 18: Ilustración de resultados de la pregunta 4. Cárdenas (2024).	40
Figura 19: Ilustración de resultados de la pregunta 5. Cárdenas (2024).	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Normativa vigente de Bolivia de plásticos de PVC IBNORCA.....	49
Anexo 2. Percepción de formación profesional en estudiantes de la carrera de Ingeniería Petroquímica.....	50
Anexo 3. Percepción de profesionales en escenarios laborales	51

RESUMEN

En esta monografía, la propuesta de implementación de un taller de capacitación en la operación de máquina extrusora de PVC de la asignatura de tecnología petroquímica I, fue analizada, para lo cual se ha realizado una toma muestra de la población de estudiantes de octavo semestre y noveno semestre, quienes cursaron la asignatura, empleando el muestreo no probabilístico por conveniencia a través de un instrumento en línea, que son cuestionarios, que permitieron alcanzar a 21 estudiantes, 4 docentes y 7 profesionales que desempeñan trabajos en áreas como la industria de los plásticos, donde los resultados mostraron que el 100 % están de acuerdo en la propuesta del taller de capacitación en la operación de la máquina extrusora de PVC, dada su importancia en la formación del estudiante para el desarrollo de habilidades, con base a la información se concluye que en la propuesta hay una aceptación por su importancia temática y fue respaldado por la cantidad de estudiantes y profesionales encuestados a fin a los polímeros sintéticos, finalizando con un contenido tentativo de la propuesta.

Palabras clave: Operación de máquina extrusora; muestreo no probabilístico; desarrollo de habilidades.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes y justificación

En la época actual del mundo en general, se exige profesionales competentes en cada institución o entidad laboral, que permitan la constitución en el recurso de las organizaciones, dando lugar a las capacitaciones y talleres de los mismos, tomando en cuenta como una de las vías fundamentales en la propiciación integral de las necesidades requeridas en el desarrollo eficiente de las actividades laborales.

Las capacitaciones y talleres se proponen para llenar vacíos de la educación formal del profesional. Esto surge desde los años sesenta, cuando se comienzan a implantar sistemas de aprendizaje con formación ligados a trabajos industriales. En esa época, casi todos los países ya contaban con algunas instituciones con costosa orientación, desde una oferta de calificaciones, y que buscaron la conformación de sistemas nacionales de aprendizajes con fuerte apoyo de los ministerios de trabajo de cada país, donde la oferta de capacitaciones y talleres se centraba casi exclusivamente en las manufacturas y en la construcción. Desde entonces surge como propuesta de ajuste a los duros años de los ochenta la revisión de la formación profesional tradicional y del papel del Estado; y se producen cambios en los sistemas nacionales dando lugar a las capacitaciones, según el Centro Interamericano de Investigación y Documentación sobre formación profesional, donde en algunos países de América Latina como Chile, Argentina, Uruguay, Perú y Colombia, elaboraron programas estatales dirigidos a cursos de capacitación y talleres para ocupaciones con cierto grado de calificación, O.E.I. (2019).

Hoy en día, la educación ha cambiado el enfoque del modelo tradicional, que se basaba en un ambiente donde el docente enseñaba al estudiante de forma hipotética y deductiva, dejando de lado el desarrollo de las habilidades que debería de tener el estudiante. Sin embargo, con el tiempo, se pasó a un modelo de enseñanza y aprendizaje enfocado en las competencias que debe de desarrollar el estudiante, Veizaga (2024), tomando en cuenta como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje a los talleres y capacitaciones; según el plan estratégico institucional de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, se ha identificado que existe escasez en cursos de talleres y capacitaciones; por tanto, la materia de Tecnología Petroquímica-I, que se centra enfocada en los productos poliméricos, no

cuenta con talleres de capacitación en la operación de equipo, generando un descuido de la calidad y exigencia que debería de tener la prestigiosa institución U.A.J.M.S. (2015).

En nuestro país, Bolivia, el concepto de capacitaciones o cursos de taller aún no se encuentran arraigados dentro de la educación superior, como en otras regiones o países; por tanto, al momento de la exposición de escenarios de operación tecnológica de polímeros, como la operación de extrusora, el profesional posee deficiencia en la práctica. Como el mercado demanda de profesionales competentes y habilidades en las partes operativas, se realizan capacitaciones externas con otras instituciones fuera de la educación superior, con el fin de mantenerse actualizado y competitivo en el mercado de Bolivia. Cahuasa (2023).

Según una encuesta técnica realizada a distintas empresas de producción de plásticos, poseen más personal técnico en operación de máquinas de extrusoras de plásticos PVC. De los cuales los técnicos operadores de extrusoras con frecuencia son personas capacitadas solo para la operación, y no así como la optimización e ingeniería de diseño, poseyendo deficiencia en la ingeniería de polímeros, según el formulario-01. Castellón (2024).

Los integrantes del Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (CEUB) promueven el mejoramiento de la calidad y pertinencia educativa en los procesos de enseñanza, aprendizaje, investigación e interacción social a través del reglamento General de Evaluación, Acreditación de carreras y programas, donde establece, en su artículo 14 del capítulo III, la obligatoriedad de que las universidades miembros del CEUB cuenten con procesos de autoevaluación y deben de presentar informes del mismo cada cuatro años. Boliviana (1941-2024).

Pese a que las instituciones de educación superior en Bolivia se encuentran regidas en el reglamento de la CEUB, se tienen en el mercado profesionales en distintas áreas, que carecen de habilidades prácticas en escenarios operativos, al igual que los profesionales de la carrera de Ingeniera Petroquímica en la asignatura de Tecnología Petroquímica-I, "Polímeros", de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Por tanto, la educación superior en el proceso de enseñanza y aprendizaje debe trabajar en talleres y capacitaciones sin fines de lucro, obteniendo así profesionales de calidad y excelencia. Tomando en cuenta que los sistemas de educación están directamente relacionados con los estándares de vida de crecimiento económico y competitividad, garantizando el bienestar de los países.

Situación problemática

La educación superior aún no se encuentra libre de la globalización, donde la competitividad de las universidades nacionales tanto públicas como privadas se encuentran presentes con sus características singulares que las determinan y cuentan con programas de posgrado en talleres de capacitaciones en distintas áreas, Universidad Mayor (1985), ofreciendo flexibilidad para el acceso de acuerdo a la posibilidad de los interesados, extendiéndose incluso con programas virtuales en una red global de todo el mundo, dejando en claro la renovación de calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje en nuestros países Latinoamericanos y obtener como resultado profesionales con un alto índice de calidad en el ámbito laboral de todo el mundo, enmarcando la preparación continua y actualización en un mercado competitivo, en tal sentido que el estudiante interesado pueda seleccionar como una institución que logre complementar más allá de su expectativa profesional y ser parte de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

La CEUB considera las autoevaluaciones como una de las herramientas para mejorar la calidad de la educación, pero solo se limita a cuantificar el grado de cumplimiento del lineamiento del reglamento de acreditación. Boliviana (1941-2024), dejando de lado los estándares actualizados de calidad; es decir, no existe un documento en específico para lograr el desarrollo de habilidades laborales. Por tanto, la falta de preparación práctica en la asignatura de tecnología petroquímica-I se refleja en la industria y empresas actuales dedicadas a la elaboración de PVC, como personal con deficiencia en operación de extrusoras de PVC, optimización de equipos e ingeniería de diseño de los polímeros. Castellón (2024).

Pregunta de investigación

¿De qué manera la implementación del taller de capacitación en la operación de extrusora de PVC en la asignatura de Tecnología Petroquímica-I permitirá desarrollar habilidades prácticas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Petroquímica de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la implementación del taller de capacitación en la operación de extrusora de PVC, en la materia de Tecnología Petroquímica-I, carrera de Ingeniería Petroquímica de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Objetivo específico

- Describir conceptos teóricos y fundamentos relacionados con la familia de los polímeros sintéticos.
- Identificar la necesidad de incorporar talleres de capacitación en la operación de máquinas extrusoras de PVC en la asignatura de tecnología petroquímica-I.
- Establecer una propuesta de capacitación en la manipulación y operación de equipos de extrusoras de PVC para la asignatura de Tecnología Petroquímica-I.

CAPÍTULO I - MARCO CONCEPTUAL, MARCO CONTEXTUAL Y MARCO TEÓRICO

1.1. Marco conceptual

Polímero. De acuerdo con diferentes enciclopedias especializadas, un polímero es cualquiera de una clase de sustancias naturales o sintéticas compuestas por moléculas muy grandes, llamadas macromoléculas, que son múltiplos de unidades químicas más simples llamadas monómeros.

Homopolímeros. Es formado por más de una unidad repetitiva de monómeros.

Copolímeros. Es la formación de más de una unidad repetitiva de un monómero.

Termoplásticos. Son estructurados de cadenas largas al producir los monómeros; comúnmente se comportan de manera plástica y dúctil. Pueden estar ramificadas o no estar ramificadas.

Polímeros termoestables. Son constituidos por cadenas largas (lineales o ramificadas) de moléculas fuertemente unidas por enlaces cruzados o entrelazados para la formación de redes tridimensionales.

Elastómero. Estos se conocen como hules; tienen una deformación elástica $> 200\%$; es posible que se trate de termoplástico o de termoestables ligeramente enlazados. Donde las cadenas poliméricas tienen forma de moléculas en espiral que se pueden estirar de manera reversible al aplicarse una fuerza.

Policloruro de vinilo (PVC). El policloruro de vinilo (PVC) es un material sintético organoclorado y un miembro importante de la amplia familia de los polímeros termoplásticos.

Tolva. Es el componente del extrusor de diseño más simple, caracterizado por ser un contenedor o un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.

Barril de extrusión cilíndrico. Es un cilindro hueco de gran espesor, capaz de soportar las presiones generadas en su interior.

Tornillo de extrusión o husillo. Es un cilindro largo rodeado por un filete helicoidal.

Plato rompedor y filtros. Es un disco delgado de metal con agujeros cuyo fin es atrapar los contaminantes del producto.

1.2. Marco contextual

La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, al establecerse en el país el régimen autónomo de la Universidad Boliviana, por precepto constitucional en el año 1930, la Universidad tarijeña fue fundada con su actual nombre el 6 de junio de 1946 por un grupo de profesionales tarijeños, con dos facultades: Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Filosofía y Letras, en sus primeros cursos; la de Humanidades y Ciencias de la Educación, aunque esta última tuvo una efímera duración. Careciendo de local propio, utilizó inicialmente las instalaciones del Colegio Nacional San Luis, hasta que la Honorable Alcaldía Municipal cedió uno de sus inmuebles para la nueva institución. Obtuvo el reconocimiento de su personería jurídica y la aprobación de sus Estatutos mediante Resolución Suprema del 20 de octubre de 1946, otorgada por el Ministerio de Educación, Bellas Artes y Asuntos Indígenas. Su primer Rector designado por la Asamblea General de profesores y alumnos fue el profesor Federico Ávila, promotor de su apertura, que desempeñó el cargo hasta el 29 de agosto del mismo año, fecha en la que la Asamblea designó al Dr. Octavio O'Connor D'Arlach como el nuevo Rector. Posteriormente, en 1947, se creó la Facultad de Ciencias Económicas y Financieras, que, juntamente con Derecho, se mantiene hasta el presente. También se creó el instituto de obstetricia, que por transformaciones posteriores llegó a constituir la actual carrera de enfermería. U.A.J.M.S. (1946).

Desde entonces, al transcurrir los años, se fueron creando las 10 facultades y 39 carreras existentes actualmente. U.A.J.M.S. (1946), tomó como una de las carreras de gran importancia en este estudio la carrera de Ingeniería Petroquímica de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

1.2.1. Carrera de Ingeniería Petroquímica

En la fecha 26 de octubre de 2010, mediante RHCÚ N° 126/2010, se hace realidad la creación de la Facultad de Ciencias Integradas de Villa Montes. Mediante la RR N°

778/10, de 15 de diciembre de 2010, se implementa la nueva Facultad con las carreras de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Ingeniería de Petróleo y Gas Natural e Ingeniería Petroquímica, Saracho-IPQ. (2010).

A partir del año 2010, el proceso de cambio y transformación, en el marco de descentralización administrativa y académica implementado por la U.A.J.M.S., permite que las estructuras académicas vigentes en las provincias tengan cambios importantes, como la creación de las Facultades Integradas en las provincias. La nueva estructura facultativa, ubicada en la ciudad de Villa Montes, es parte integrante de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y tiene una estructura académica administrativa pertinente con las funciones enmarcadas en el Estatuto Orgánico vigente. La Facultad Integrada de Villa Montes, como parte de la U.A.J.M.S. y del Sistema de la Universidad Boliviana, abraza los principios generales de autonomía y cogobierno paritario docente-estudiantil. Es una persona colectiva de derecho público, con identidad, construida alrededor de su visión, misión, principios, valores y criterios rectores. Saracho-IPQ. (2010).

1.2.2. Misión

Formar profesionales en el ámbito de la Ing. Petroquímica a nivel de licenciatura, aprovechando el relacionamiento con empresas hidrocarburíferas y de transformación industrial instaladas en la región, el departamento y el país, con personal docente multidisciplinario y capacitado en Educación Superior y amplia experiencia laboral; promoviendo convenios, industrialización de los hidrocarburos, investigación, extensión y formación continua, con pertinencia en el ámbito regional, nacional e internacional, preparados para insertarse activamente en su campo laboral de la actividad hidrocarburífera y en el contexto socioeconómico globalizado. Saracho-IPQ. (2010).

1.2.3. Visión.

La carrera de Ing. Petroquímica trabaja en su campus universitario de la Facultad de Ciencias Integradas de Villa Montes, con autonomía administrativa y académica, interrelacionándose con carreras afines y sectores socio productivos comprometidos con el desarrollo hidrocarburífero industrial de su región y su país, desplegando una elevada

calidad académica en la formación competente e integral del estudiante para su inclusión exitosa en la actividad Petroquímica mundial. Saracho-IPQ. (2010).

1.2.4. Perfil profesional

El Ingeniero Petroquímico es un profesional que:

- Proyecta, diseña, controla y optimiza plantas petroquímicas, refinerías, plantas de acondicionamiento y separación, equipos de producción y procesamiento de hidrocarburos.
- Tiene capacidad de análisis y sentido crítico para proyectar, ejecutar y tomar decisiones en la solución de problemas generales y específicos relacionados con la industria Petroquímica, Refinería y de Plantas de Acondicionamiento y Separación.
- Realiza tratamiento de lodos, tratamientos de aguas de coproducción y otros, con técnicas ambientalistas. Saracho-IPQ. (2010).

1.2.5. Plan de estudio.

Actualmente, el plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica cuenta con 10 semestres y la duración de 5 años de estudio, a nivel licenciatura. Saracho-IPQ. (2010).

Tabla 1. Plan de estudio de la carrera Ingeniería Petroquímica. Saracho-IPQ (2010).

N°	sigla	Materia	N°	sigla	Materia
Semestre 1			Semestre 2		
1	MAT011	Algebra Mat011 Algebra	6	MAT014	Análisis matemático II
2	MAT012	Análisis matico I	7	FIS012	Física II
3	FIS011	Física I	8	QMC012	Química inorgánica
4	QMC011	Química general	9	IPG011	Introducción a la ING. De Hidrocarburos
5	ELC	Electiva	10	MAT013	Algebra lineal y teoría matricial
		Técnica de la comunicación oral y escrita			

Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010)

(continuación).

Semestre: 3			Semestre: 4		
11	MAT021	ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS	17	QMC024	QUIMICA ORGANICA II
		MAT021 ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS			QMC024 QUIMICA ORGANICA II
12	QMC021	QUIMICA ORGANICA I	18	MAT022	MATEMATICAS ESPECIALES PARA INGENIERIA
		QMC021 QUIMICA ORGANICA I			MAT022 MATEMATICAS ESPECIALES PARA INGENIERIA
13	GEO021	GEOLOGIA GENERAL	19	FIS022	ESTATICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES
		GEO021 GEOLOGIA GENERAL			FIS022 ESTATICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES
14	FIS021	FISICA III	20	QMC023	FISCOQUIMICA II
		FIS021 FISICA III			QMC023 FISCOQUIMICA II
15	QMC022	FISCOQUIMICA I	21	DAC022	DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (AUTOCAD)
		QMC022 FISCOQUIMICA I			DAC022 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (AUTOCAD)
16	ELEC	ELECTIVA II	22	IAC021	ING. ASISTIDA POR COMPUTADORA
		ELC ELECTIVA II			IAC021 ING. ASISTIDA POR COMPUTADORA
		ELEC ELECTIVA II			
		REN031 RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE			

Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010)

(continuación).

Semestre: 5			Semestre: 6		
23	QMC031	QUIMICA ANALITICA I	29	PRQ034	FENOMENOS DE TRANSPORT E II
		QMC031 QUIMICA ANALITICA I			PRQ034 FENOMENOS DE TRANSPORT E II
24	PRQ031	FENOMENOS DE TRANSPORT E I	30	PRQ035	TERMODINAMICA II
		PRQ031 FENOMENOS DE TRANSPORT E I			PRQ035 TERMODINAMICA II
25	ELM031	ELECTROTECNIA Y MAQUINAS ELECTRICAS	31	DEI031	DISEÑO EXPERIMENTOS EN INGENIERIA
		ELM031 ELECTROTECNIA Y MAQUINAS ELECTRICAS			DEI031 DISEÑO EXPERIMENTOS EN INGENIERIA
26	PRQ032	TERMODINAMICA I	32	QMC032	QUIMICA ANALITICA II
		PRQ032 TERMODINAMICA I			QMC032 QUIMICA ANALITICA II
27	ECO031	ECONOMIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA	33	QMC033	QUIMICA DEL PETROLEO
		ECO031 ECONOMIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA			QMC033 QUIMICA DEL PETROLEO
28	PRQ033	BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA	34	ELC031	ELECTIVA III
		PRQ033 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA			ELC031 ELECTIVA III
					RNA033 REALIDAD NACIONAL

Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010)

(continuación).

Semestre: 7			Semestre: 8		
35	PRQ041	PROCESOS UNITARIOS I	41	PRQ046	PROCESOS UNITARIOS II
		PRQ041 PROCESOS UNITARIOS I			PRQ046 PROCESOS UNITARIOS II
36	PRQ042	REACTORES	42	PRQ047	TECNOLOGIA PETROQUIMICA II
		PRQ042 REACTORES			PRQ047 TECNOLOGIA PETROQUIMICA II
37	PRQ043	TECNOLOGIA PETROQUIMICA I	43	PRQ048	REFINERIAS II
		PRQ043 TECNOLOGIA PETROQUIMICA I			PRQ048 REFINERIAS II
38	PRQ044	REFINERIAS I	44	PRQ049	PROCESOS UNITARIOS III
		PRQ044 REFINERIAS I			PRQ049 PROCESOS UNITARIOS III
39	PRQ045	DISEÑO DE PLANTAS PETROQUIMICAS	45	ATC041	AUTOMATIZACION Y CONTROL DE PROCESOS
		PRQ045 DISEÑO DE PLANTAS PETROQUIMICAS			ATC041 AUTOMATIZACION Y CONTROL DE PROCESOS
40	SEG041	SEGURIDAD INDUSTRIAL	46	GES041	GESTION Y CONTROL AMBIENTAL
		SEG041 SEGURIDAD INDUSTRIAL			GES041 GESTION Y CONTROL AMBIENTAL

Tabla 1. Plan de estudio de la carrera de ingeniería petroquímica. Saracho-IPQ (2010)

(continuación).

Semestre: 9			Semestre: 10		
47	PRQ051	TECNOLOGIA PETROQUIMICA III	53	PRY052	PROYECTO PETROQMC II
		PRQ051 TECNOLOGIA PETROQUIMICA III			PRY052 PROYECTO PETROQMC II
48	PRQ052	REFINERIAS III	54	PRA051	PRACTICA PROFESIONAL
		PRQ052 REFINERIAS III			PRA051 PRACTICA PROFESIONAL
49	PRY051	PROYECTO PETROQMC I			
		PRY051 PROYECTO PETROQMC I			
50	ECO051	MARKETING			
		ECO051 MARKETING			
51	PRQ053	SIMULACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS PETROQUIMICOS			
		PRQ053 SIMULACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS PETROQUIMICOS			
52	LEG051	LEGISLACION DE HIDROCARBUROS			
		LEG051 LEGISLACION DE HIDROCARBUROS			

1.3. Marco teórico

En nuestra época actual, el sistema universitario de Bolivia aún no cuenta con profesionales de altas capacidades y habilidades desarrolladas para un alto desempeño en el área de polímeros, como es el tema de este estudio de la capacitación de operación de máquinas extrusoras de termoplásticos, pero sí existen estudios de diseño de una máquina extrusora de plástico PET de la Universidad Mayor de San Andrés de la carrera Ingeniería Industrial. Mamani (2017). En las otras instituciones de Bolivia aún no se da importancia a las capacitaciones en operación de máquinas extrusoras; sin embargo, a nivel internacional se cuenta con institutos que prometen el correcto desarrollo de habilidades en la operación de extrusoras de termoplásticos, como ser la Cámara de Industrias en Uruguay, C.I.U. (1898), al igual que en la Escuela Superior Politécnica del Litoral del país de Ecuador, que ofrece el correcto mantenimiento y operación de máquina extrusora, obteniendo como resultado buenas prácticas y habilidades en el área de polímeros. Acosta (2011).

Por tanto, en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, en la carrera de Ingeniería Petroquímica, se ha observado que ha tenido limitaciones de práctica en la asignatura de polímeros, factores que hacen que el profesional no desarrolle habilidades operativas, y para mejorar este factor importante, se propone la capacitación en la operación de máquinas extrusoras de polivinilo de cloruro (PVC), que es desarrollado en este trabajo, debido a que hasta hoy en la actualidad no cuenta con talleres de capacitación para que el estudiante desarrolle habilidades prácticas, delimitándose a la evolución industrial. Saracho-IPQ (2010).

1.3.1. Cronología de los polímeros.

La tendencia en la síntesis de nuevos productos de naturaleza polímero continúa por modificación de los ya conocidos mediante aplicación de los diferentes tipos de reacciones habituales utilizadas en los laboratorios de química: modificación de estructura, formación de copolímeros, mezcla o aleaciones poliméricas, o bien por adición de todo tipo de elementos de refuerzo o relleno. M. Susano Cortizo (2023).

Dentro del sector que nos interesa, se pasa de la búsqueda de nuevos insumos disponibles en la naturaleza hacia los modificados, para finalmente desarrollar materiales

completamente nuevos, los sintéticos, en este contexto. M. Susano Cortizo (2023). Como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Cronología de la invención de los materiales poliméricos. M. Susano Cortizo (2023).

Polímero	Acrónimo	Origen	Año
Caucho	-	Natural	1839
Parkesina	-	Semisintético	1862
Celuloide	-	Semisintético	1863
Rayón	-	Semisintético	1894
Baquelita	BK	Sintético	1907
Vinilo	PVC	Sintético	1926
Polietileno de baja densidad	LDPE	Sintético	1935
Politetrafluoroetileno	PTFE	Sintético	1938
Poliestireno	PS	Sintético	1938
Nylon	PA	Sintético	1939
Tereftalato de polietileno	PET	Sintético	1941
Poliéster insaturado	UP	Sintético	1942
Polipropileno	PP	Sintético	1951
Polietileno de alta densidad	HDPE	Sintético	1951
Poliestireno extruido	XPS	Sintético	1954
Poliésteres termoplásticos	-	Sintético	1970
Polímeros de cristal liquido	LCP	Sintético	1985

1.3.2. Clasificación de los polímeros

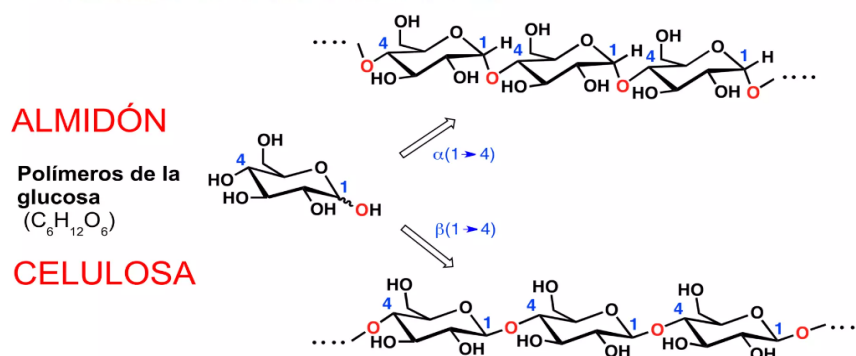
Tabla 3. Clasificación de los polímeros de acuerdo a su naturaleza. Rafael (2007).

POLIMEROS	
ORIGEN	EJEMPLOS
a) Naturales	Lana, algodón, seda, cuerno, gutapercha. Caucho natural
b) Naturales modificados	Piroxilina, colodión, celuloide, rayón
c) Sintéticos	Polietileno, PVC, Poliamidas (Nylon), resinas epoxicas

a) Polímeros naturales.

Los polímeros naturales se han utilizado desde tiempos remotos; desde su origen, el hombre ha dependido de la materia vegetal y animal para su sustento, protección, calefacción y otras necesidades. Dentro de los polímeros naturales encontramos muchos, pero aquí nos centraremos con los considerados precursores de los sintéticos. Rafael (2007).

Figura 1. Estructura del almidón y celulosa como polímero natural. Mario (2012).



b) Polímeros naturales modificados.

La primera etapa del desarrollo fue modificar los polímeros naturales para mejorar sus propiedades. Rafael (2007).

Caucho natural. Continuando con el caucho natural, este material, como se dijo en el párrafo anterior, como tal, no resultaba de gran utilidad por su extrema sensibilidad a la temperatura.

La potencialidad del caucho natural estaba latente y la búsqueda de transformarlo en productos útiles era permanente. Uno de los más empedernidos fue Charles Goodyear. En 1839 descubrió que combinando caucho natural con azufre en polvo obtenía un caucho menos sensible a la temperatura y además era más resistente, más duro y más elástico que el caucho virgen.

A la reacción del caucho natural con el azufre la llamó vulcanización. Con pequeñas cantidades de azufre, se obtenía un caucho flexible; con cantidades mayores hasta un 50%, se obtenía un caucho duro denominado ebonita. En 1844, Goodyear recibió la patente

americana y cifró sus esperanzas de cambiar su vida, pero lamentablemente no pudo disfrutar del éxito, ya que falleció en 1860.

El caucho vulcanizado permitió la elaboración de diversos productos como peines, botones, mangos, globos, balsas, correas, cintas, cables aislados, juguetes, equipos deportivos, etc. La guerra civil de los Estados Unidos le permitió a la Goodyear Company convertirse en un gran proveedor del ejército de la Unión.

Lo único que no permitió un avance sobre los productos elaborados por los asteros fue que el aspecto de la ebonita no era bueno, ya que solo podían obtener colores oscuros, negro o marrón. El caucho natural fue uno de los primeros polímeros naturales modificados.

El caucho vulcanizado flexible se convirtió en un importante material industrial. Su aplicación en la producción de neumáticos (invención de Dunlop) impulsó el desarrollo de la industria automotriz debido a que estos resolvían dos problemas fundamentales del nuevo transporte: la amortiguación y la tracción. Rafael (2007).

Derivados de la celulosa. En 1846, el químico suizo Schönbein descubrió la nitrocelulosa explosiva obtenida a partir de la nitración del algodón. Fue llamada algodón pólvora, y este explosivo reemplazó rápidamente a la pólvora común y fue ampliamente usado en la Primera Guerra Mundial.

La celulosa moderadamente nitrata, llamada piroxilina (que no es explosiva, pero sí altamente inflamable), fue muy útil para otros usos. Con la piroxilina se pueden fabricar películas transparentes. Las películas se obtenían aplicando una solución de piroxilina sobre una superficie y evaporando el solvente. La película obtenida de esta forma se denominó colodión, que se usaba como vehículo para materiales fotosensibles. Este material se usó hasta aproximadamente la mitad del siglo pasado y alentaba grandes expectativas. En Inglaterra, Parkes, un inventor, elaboró un material que denominó parkesina, pero el método de solución de evaporación empleado provocaba deformaciones de los productos, tomándolos poco útiles. En Estados Unidos, Hyatt se propuso encontrar un sustituto del marfil para la fabricación de las bolas de billar a partir de la piroxilina. El método desarrollado era mezclar piroxilina con una resina de alcanfor, con lo cual obtuvo un material que denominó celuloide, Rafael (2007).

El celuloide se aplicó para el moldeo de diversos productos, en general pequeños, resultando un buen sustituto del cuerno. John Hyatt y su hermano fundaron la Celluloid Manufacturing Company con buenos resultados. El celuloide no tuvo éxito en la industria donde predominaban los otros materiales. Sin embargo, resultó un material insustituible para las películas fotográficas: la posibilidad de fabricar rollos de películas que fueron la base para la creación y avance de la industria cinematográfica. El celuloide, a pesar de haber provocado innumerables incendios de teatros (reflejado en la película Cinema Paradiso), se utilizó para este fin hasta 1930, cuando se inventó la película de seguridad: el acetato de celulosa. El acetato de celulosa se obtiene por acetilación de la celulosa con ácido acético y anhídrido acético. Este producto se usa comúnmente como fibra, se conoce con el simple nombre de acetato y resulta fibra artificial.

Lo importante de las películas de acetato de celulosa es que no son inflamables como las de celuloide, que rápidamente fueron desplazadas, haciendo más seguras las proyecciones en los cines, pues no se producían incendios. Dentro de este grupo de polímeros modificados se encuentra otra fibra artificial muy conocida, el rayón. El nombre rayón ha sido utilizado para diversos polímeros, pero este nombre le corresponde al xantato de celulosa.

El rayón se utiliza para tejer telas para confecciones. Tiempos atrás se utilizó como material de refuerzo para la fabricación de neumáticos. Rafael (2007).

c) Polímeros sintéticos

Las necesidades llevaron a seguir las investigaciones para encontrar nuevos materiales: los polímeros sintéticos. Rafael (2007).

Primer plástico sintético. Se considera a la baquelita como el primer plástico sintético obtenido a partir de insumos cuyo origen no era la naturaleza, sino que provenían de fábricas químicas. Rafael (2007).

La baquelita fue inventada por el químico Leo Baekeland en 1907, utilizando fenol y formaldehído. Integró el grupo de materiales fenólicos. Baekeland fundó el General Bakelite Company en 1911, logrando una amplia aceptación de su producto. Rápidamente, encontró aplicación en la industria. Otras empresas se instalaron para producir resinas fenólicas. En 1912 ya se elaboraban las bolas de billar de baquelita. Los usos inmediatos

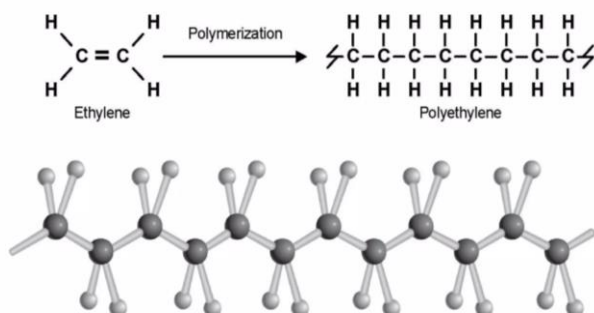
fueron: auriculares para teléfonos, las cajas de cámaras fotográficas, piezas aislantes y partes para automotores. Las aplicaciones se extendieron hacia otros sectores. Las resinas fenólicas se siguen usando actualmente en muchas aplicaciones industriales por su versatilidad y propiedades.

La baquelita fue el puntapié inicial de una nueva era para los polímeros. Con la obtención de este plástico se demostró que era posible producir materiales nuevos que no son naturales o naturales modificados. Estos primeros pasos fueron hechos sin saber de la existencia de las macromoléculas. Antes de la Primera Guerra Mundial existían los polímeros ya nombrados y algunos pocos más (caseína, bitumen, resinas de petróleo, resinas cumarona-indeno).

A su vez, los polímeros, en general, son los insumos para las industrias transformadoras que se ocupan, a través de distintos procesos, de la elaboración de miles de productos, de los cuales con muchos de ellos estamos en contacto cada día y son los que se denominan bienes finales. En cambio, otros resultan ser los insumos (bienes intermedios) para otras industrias, como por ejemplo la automotriz, alimentación, cosmética, construcción, textil, etc.

Los polímeros sintéticos resultan actualmente como consecuencia de la industria petroquímica. La petroquímica se encarga de transformar gas natural, cortes de petróleo y gases de refinería en diversos productos, que se clasifican en básicos, intermedios y finales. Un ejemplo es la siguiente cadena polimérica para el polietileno. Rafael (2007).

Figura 2: Estructura del polietileno y producto. Rafael (2007).



1.3.3. Cadena de producción.

Los requerimientos de la petroquímica son los compuestos de C1 al C5 y aromáticos. Una aproximación de las cadenas productivas partiendo de los productos básicos de la petroquímica hacia los polímeros se muestra en la Tabla 4, elaborada por el Instituto Petroquímico Argentino. Esta tabla es una aproximación porque solo contempla los polímeros más importantes o más comerciales, como son los de gran volumen y algunos otros. También es una parte del árbol petroquímico I.P.A. (2017).

Tabla 4. Cadena petroquímica para algunos polímeros I.P.A. (2017).

Productos básicos	Productos intermedios (I)	Productos intermedios (II)	polimeros
Corriente C1			
Gas de síntesis	Amoniaco	Urea	Resina ureicas
	metanol	Formaldehído	Poliformaldehído
		Metacrilato de metilo	Polimetacrilato de metilo
Corriente C2			
Etileno			Polietilenos
	Dicloroetano	cloruro de vinilo	Policloruro de vinilo
	Óxido de etileno	Etilenglicol	Politeraftalato de etileno
		Ácido acrílico	Poliacrilatos
Corriente C3			
Propileno			Polipropilenos
	Acrilonitrilo		Poliacrilonitrilo
	Ácido acrilonitrilo		Poliacrilatos
	Óxido de propileno	Propilenguicol	Poliuretanos
	Cloruro de alilo	Epiclorhidrina	Resinas epoxicas

Tabla 4. Cadena petroquímica para algunos polímeros I.P.A. (2017) (continuación).

Corriente C4

Isobutileno			Poliisobutadieno
n-butano	Anhídrido maleico		Poliésteres insaturados
Butadieno			Polibutadieno, caucho y estireno butadieno

Corriente C5 y aromáticos

Benceno	Etilbenceno	Estireno	Poliestireno. ABS
	Ciclo hexano	Caprolactama	Poliamida 6
		Ácido adípico	Poliamida 66
		Hexametilendiamina	Poliamida 66
	Cumeno	Fenol	Resina fenólica
		Acetato-Bisfenol A	Policarbonato, resinas epoxicas
Tolueno	Diisocianato de tolueno		Poliuretanos
Paraxileno	Ácido tereftálico		Poliuretanos de etileno

1.3.4. Nomenclatura

Como toda química, los nombres de los polímeros se han impuesto en el uso, desde el origen, sin demasiados principios. A pesar de que hay líneas directoras del organismo internacional “Internacional Union of Pure and Applied Chemistry, IU PAC”, en general para nombrar a los polímeros se siguen distintas formas de hacerlo, de tal manera que para cualquiera de ellos podemos encontrar varios nombres, Nicholson (2006).

Se puede nombrar teniendo en cuenta:

Origen. Algunos ejemplos a continuación nos darán idea de la situación. Por el origen podemos nombrar al caucho natural, que también se lo conoce como *Hevea brasiliensis* (caucho de Brasil).

Descubridor. Ya vimos que la baquelita deriva del apellido de su descubridor. La baquelita fue la primera sustancia plástica totalmente sintética, creada en 1909 y nombrada así en honor a su creador, el belga Leo Backeland. Lo sintetizó a partir de moléculas de fenol y

formaldehído. Su amplio espectro de uso la hizo aplicable en nuevas tecnologías de entonces, como carcasas de teléfonos y radios, hasta estructuras de carburadores; se utiliza hasta hoy en asas de cacerolas.

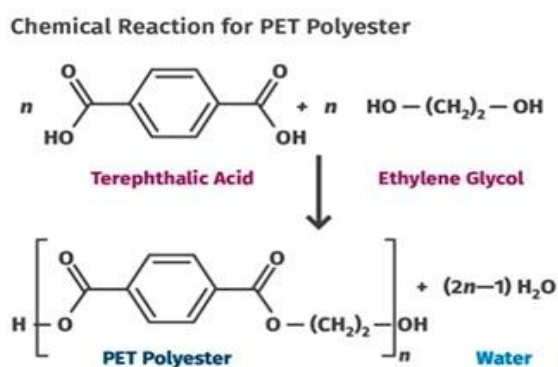
Fuente. Los basados en la fuente, que son bastante comunes, vienen precedidos de la palabra "poli", como el poliestireno, que se usa preferentemente al nombre derivado por su estructura poli(1-feniletileno).

Al estireno (fórmula) también se lo puede llamar vinilbenceno y podríamos llamarlo polivinilbenceno, pero este último nombre definitivamente no se usa. Para el PVC, el nombre basado en la fuente es poli(cloruro de vinilo), muchos no utilizan el paréntesis y queda directamente policloruro de vinilo, y el correspondiente nombre por su estructura es poli(cloro etileno).

La cubierta exterior de la computadora que usted está utilizando en este momento probablemente esté hecha de poliestireno, al igual que las maquetas de autos y aviones.

La estructura o alguna convención particular. Otro caso de variaciones del nombre es para el polímero que se obtiene de la reacción del ácido tereftálico con el etilenglicol. El más usado es el abreviado PET.

Figura 3: Reacción química del PET. Mexico (2023).

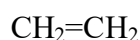


1.3.5. Materias primas.

A continuación, se hará una breve descripción de algunos monómeros y materias primas utilizadas en la síntesis de polímeros de mayor interés, I.P.A. (2017).

Etileno. El etileno es la materia prima para la fabricación del polietileno y otros polímeros. Se obtiene del petróleo y del gas natural mediante el craqueo a temperaturas elevadas; también puede lograrse por separación de las primeras fracciones por destilación primaria del petróleo.

La fórmula desarrollada es:



El etileno, conocido también como eteno, es un hidrocarburo de la familia alquenos, por el doble enlace entre los átomos de carbono: gracias a ello se realiza la polimerización. El etileno es un gas incoloro con olor dulce. Es poco tóxico y muy inflamable con una temperatura de autoignición de 450 °C, I.P.A. (2017).

Propileno. El monómero propileno, obtenido de los procesos de refinación, es un subproducto del craqueo de petróleo y debe ser de alta pureza para poder obtener polímeros útiles comercialmente.

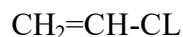
La fórmula desarrollada es:



Junto con el etileno, conforma los dos monómeros con los cuales se producen los polímeros más importantes, denominados poliolefinas. I.P.A. (2017).

Cloruro de vinilo. El cloruro de vinilo es un gas a temperatura ambiente, de olor dulce e inflamable. Hierve a -13.8 °C a 760 mm de Hg, con temperatura de autoignición 472 °C. Se almacena en forma líquida bajo presión de 2,5 a 5 atm. Puede causar enfermedades por alta exposición.

La fórmula desarrollada es:



Un átomo de cloro unido a otro átomo de carbono de una estructura muy reactiva I.P.A. (2017).

Estireno. El estireno, llamado también vinilbenceno, feniletileno, estirol o estiroleno, tiene una estructura cíclica que resulta de un grupo vinílico unido a un anillo bencénico.

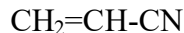
La fórmula desarrollada es:



Es un líquido transparente, muy reactivo, olor dulce y apariencia aceitosa, insoluble en agua y punto de ebullición de 145 °C. Se autopolimeriza en presencia de oxígeno, expuesta a la luz o calor. Se almacena con inhibidores I.P.A. (2017).

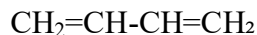
Acrilonitrilo. Es un líquido incoloro, soluble en disolventes orgánicos y parcialmente en agua. Tóxico por inhalación y contacto. Inflamable. Se utiliza en fibras acrílicas, caucho, nitrilo y fumigantes IPA, (2017).

La fórmula desarrollada es:



Butadieno. Gas incoloro, muy aromático, inflamable y de fácil polimerización. Muy utilizado para la producción de elastómeros y como modificador de la resistencia al impacto de varios plásticos I.P.A. (2017).

La fórmula desarrollada es:



1.3.6. Operación de la máquina extrusora de PVC.

En esta sección describiremos el funcionamiento de la máquina, considerando su geometría y aspectos relevantes de las partes de la extrusora de polivinilo de cloruro (PVC). Vergara (2019).

a) Extrusora de PVC.

Es el proceso industrial de fundir y moldear plástico a través de un flujo constante de presión y fuerza para obtener la forma deseada de un polímero para su uso final. Se conoce como extrusión. Esta técnica se puede utilizar para obtener productos de alta calidad como películas de empaque, bolsas de plástico, tuberías de agua y drenaje, mangueras para jardín, filamentos y envases, entre otros, Vergara (2019).

b) Funcionamiento.

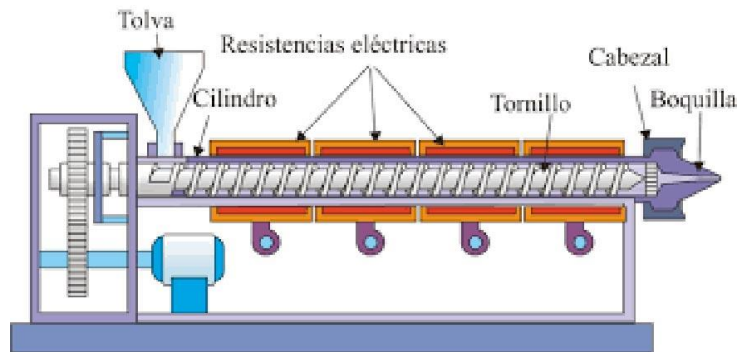
La materia prima que se usa generalmente son los termoplásticos para la obtención de policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), poliestireno (PS), entre otros productos que son comúnmente utilizados por nosotros, Vergara (2019).

Una de las partes importantes del extrusor es el husillo que gira dentro de un barril o cilindro a una velocidad uniforme, mientras que el material se va moviendo a lo largo del husillo, aumentando la temperatura y la presión dentro del extrusor, por lo que el material comienza a cizallarse, haciendo que se vuelva más compacto, formando un polímero plastificado gracias al calor generado por la fricción del husillo y el calor proporcionado por las resistencias eléctricas ubicadas en el cañón, conocidas como calefactores. También el motor proporciona la mayor parte de la energía necesaria para plastificar el polímero, lo que permite que el husillo gire constantemente. Por lo tanto, después de este procedimiento, el material sale del cabezal y se encuentra con el dado y la placa rompedora. Para dar forma al polímero, el dado tiene una boquilla con orificios específicos. Si la boquilla tiene una forma anular, producirá tubos; si es larga, producirá lámina o película plana; y si tiene muchos agujeros pequeños, producirá filamentos. El producto obtenido al salir del dado se enfría en contacto con el aire, el agua o los rodillos metálicos, y puede ser maleable después de estirar, enrollar o cortar según las dimensiones requeridas. Vergara (2019).

Los extrusores de doble husillo permiten un mezclado perfecto entre el polímero y las cargas utilizadas, ya sean minerales, cargas de refuerzo, pigmentos y aditivos, entre otras. Sin importar si es un husillo simple o doble, el husillo es el componente de mayor tecnología de la máquina de extrusión. Dado que los polímeros se funden a temperaturas diferentes, el diseño de este variará dependiendo de la naturaleza del material. A partir de su función, el husillo generalmente se divide en tres secciones, como se puede observar en la figura 4. Vergara (2019).

- Transporte o alimentación: es donde se alimenta la resina o plástico y las cargas a utilizar, como su nombre lo indica.
- El proceso de compresión implica la fusión del material y la mezcla de sus partes.
- El área de dosificación es donde ocurre el bombeo y la salida del material. Vergara (2019).

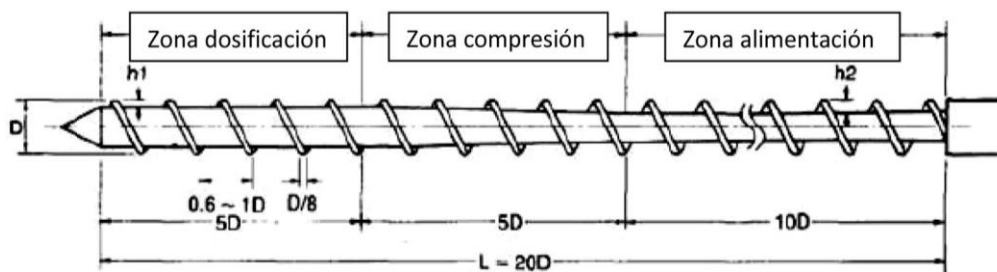
Figura 4: Esquema de un extrusor. Marti (2018).



Geometría y consideraciones generales.

La función de la parte de alimentación es coleccionar los gránulos de la tolva y transportarlos a través del canal de husillo. Al mismo tiempo, la materia es calentada y convertida en fluido que es comprimido a medida que avanza por el canal del husillo. Así como se observa en la figura 5, la disminución del área en la profundidad del canal, forzando el aire contenido entre los gránulos hacia atrás, en dirección a la tolva o zona de alimentación. Acosta (2011).

Figura 5: Zonas de un extrusor. Marti (2018).



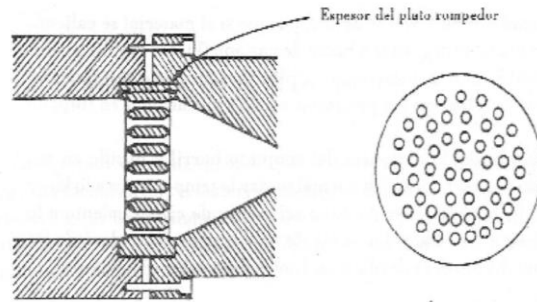
D= diámetro del husillo

L= Longitud efectiva del husillo ... Compresión ratio h_2/h_1

El modelo del husillo se emplea en los plásticos de mayor intervalo de fusión, como ser el polietileno y el polivinilo de cloruro. La relación entre el volumen de la primera órbita, del canal del husillo, junto a la tolva y el volumen de la última órbita, se conoce como la relación de compresión. En la zona de dosificación, la masa del polímero fundido alcanza una consistencia homogénea y una densidad óptima para ser bombeada hacia el dado a

velocidad y presión constante hasta llegar al plato rompedor, como se muestra en la figura 6, que generalmente es un disco con orificios actuando como coladera o malla. Acosta (2011).

Figura 6: Esquema de un plato rompedor. Acosta (2011).

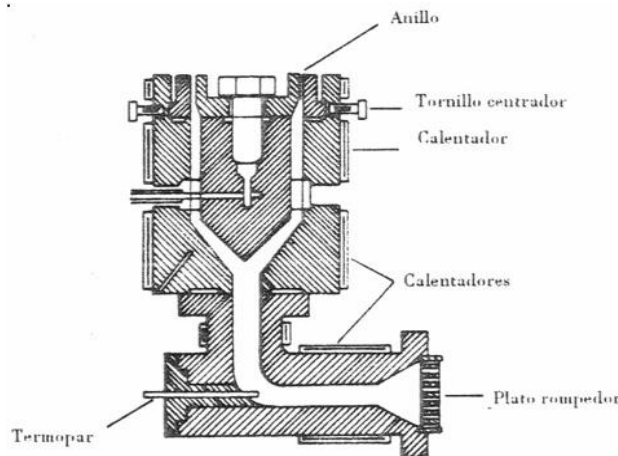


El plato rompedor ayuda a incrementar la presión, transforma en un flujo lineal al polímero fundido y detiene impurezas y materiales no plastificados.

Los calentadores eléctricos para fundir el plástico deben de ser controlados, para que la cantidad de calor sea correcta y evitar degradé del material. Las altas temperaturas hacen que el material fundido sea un fluido difícil de manipular y las bajas temperaturas hacen que se enfríe y se plastifique, obteniendo un producto no deseable.

Posteriormente, se tiene el dado, que determina la forma final del polímero extruido, como se muestra en la figura 7. Acosta (2011).

Figura 7: Dado de polímero del extrusor. Acosta (2011).



La presión de entrada del dado es alta y debe de ser constante para tener un flujo uniforme alrededor del orificio anular, con el apoyo del dado y el mandril, teniendo una postura concéntrica para su distribución de carga fundida. La presión de salida es baja o equivalente a la presión atmosférica. Acosta (2011).

c) Manual de operación de la máquina extrusora PVC.

Antes de operar la máquina, es fundamental leer el manual de operación y mantenimiento. La máquina utilizada en este trabajo es la extrusora Venus, modelo VN-UM45B-600, capaz de procesar HDPE, LDPE, LLDPE, PVC, funcionamiento a 220 V x 60 Hz.

Tablero de control y arranque: es el responsable del arranque y paro del motor y del control de la velocidad de corte de las cuchillas de la extrusora.

Tolva de alimentación: Es el contenedor en donde se coloca el material termoplástico a ser procesado, como ser en polvo, material molido o una mezcla de los anteriores.

Tornillo simple: es el miembro que transporta el producto a través del extrusor.

- Rosca: es una superficie helicoidal que transporta el tornillo que empuja el producto hacia adelante.
- Corazón: parte sólida o eje del tornillo, alrededor de la cual la rosca se enrosca.

Cabeza: Es el responsable de sujetar el troquel o boquilla; debe facilitar lo más posible el flujo del material hacia la boquilla.

Troquel o boquilla: contiene una o más aberturas, las cuales dan forma al producto final y proporcionan una resistencia contra la que el tornillo debe bombear el extruido.

Cuchillas: cuchillas rotatorias aisladas del troquel que establecen la longitud del producto final.

Motor de la cuchilla: es el responsable de generar la fuerza electromotriz para rotar la cuchilla.

Pre-acondicionador: es un ensamblaje que ajusta el contenido de humedad y temperatura de los ingredientes antes de que entren al extrusor. Acosta (2011).

d) Arranque de la máquina:

Para la operación, el operador debe poseer el equipo de seguridad apropiado: uso de lentes de seguridad, cofia, guantes con la finalidad de evitar contaminación a los productos de la extracción.

1. Quitar el seguro de la extrusora.
2. Encender el tablero de control o panel de control.
3. Estando la máquina vacía, arrancar el motor, verificando que el amperaje del mismo sea el correcto; según la placa de consumo del mismo.
4. Parar el motor de aspas y empezar la alimentación a través de la tolva poco a poco.
5. Cerrar la puerta de la tolva y empezar a preparar el material poco a poco, estando pendiente cada 10 segundos del consumo de amperaje del motor.
6. Una vez ya preacondicionado el material, abrir el alimentador de la tolva al extrusor y dejar que empiece a fluir la materia preacondicionada.
7. Una vez que la pasta o materia preacondicionada empieza a salir por la boquilla, empieza a calibrar la velocidad de corte de la cuchilla para darle forma al producto terminado, Acosta (2011).

e) Paro de la máquina.

1. Apagar la máquina y colocar el seguro.
2. Empezar a desmontar las partes del equipo para su posterior limpieza.
3. Retirar el motor de la cuchilla y la cuchilla del cabezal.
4. Inmediatamente, desenroscar el cabezal del cilindro extrusor.
5. Realizar el retiro de la pasta ubicada entre el tornillo y la boquilla.
6. Retirar las aspas del cilindro y limpiar todo el equipo, Acosta (2011).

f) Cuidado del extrusor de PVC.

Previo a la operación del equipo de extrusión, se debe realizar la pre inspección.

1. Asegurarse de que la máquina esté vacía y sin objetos extraños dentro de la tolva y el cilindro del extrusor.

2. Revisar que las líneas de corriente funcionen a 240 voltios.
3. Revisar que todas las conexiones eléctricas estén debidamente conectadas a sus componentes.
4. Revisar que las partes instaladas estén firmemente sujetas a la máquina.
5. Revisar que la máquina esté sólidamente asentada sobre el piso.
6. Revisar que el seguro de la máquina esté activado.
7. Al limpiar el extrusor, nunca usar agua o trapo húmedo. Debido a la oxidación del equipo, es recomendable el uso de brochas, cepillos, trapo seco o soplador de aire. Acosta (2011).

g) Medidas de precaución.

1. No debe de retirar el seguro de la máquina hasta que todos los operadores hayan dejado de manipular el extrusor.
2. Solo retirar el seguro cuando se ponga en función el extrusor.
3. No recargarse en el equipo en ningún momento, mucho menos una vez que esté operando.
4. No aperturar el área hasta que el producto esté debidamente preacondicionado con un aproximado del 31% de humedad y formación de una pasta.
5. La puerta de la tolva debe de estar siempre cerrada cuando el equipo esté operando.
6. En caso de cualquier problema con el equipo al oprimir el botón de emergencia, este botón genera un paro total del equipo. Acosta (2011).

h) Parámetros de consideración de los plásticos.

A continuación mostramos la tabla 5 donde se describen las temperaturas de fusión de los plásticos más comunes.

Tabla 5. Valores de operación a considerar de los plásticos más comunes. Acosta (2011).

Polímero	Abreviatura	Temperatura de transición vítrea °C	Temperatura de fusión °C	Principales usos
Polietileno de alta densidad	HDPE	-110	134	Extruido y moldeado
Polietileno de baja densidad	LDPE	-110	115	Películas flexibles, artículos extruidos y moldeados
Poliestireno	PS	90-100	70-115	Artículos moldeados y extruidos transparentes; artículos de espuma
Policloruro de vinilo	PVC	87	170-200	Artículos plastificados o de extrusión rígida, tubos, hojas, perfiles.
Polipropileno	PP	-10	165	Artículos rígidos extruidos y moldeados
Nylon 6-6		50	240	Fibras, moldeado y extrusión de artículos rígidos
Polietileno terelftalato	PET	70	260	Fibras y películas transparentes

i) Especificaciones del husillo.

Tabla 6. Parámetro de funcionamiento del husillo, Acosta (2011).

fase	potencia	I	RPM	MMAQ	M3/min
3 Phase	0,2 kw				
60 Hz	220 V	1,05 Amp.	3300	90	6,5

j) Control de calidad

Los productos obtenidos por extrusión son regidos bajo normas y parámetros de calidad. En Bolivia están regidos por las NB 213-00, NB 686-96, NB 687-96Y NB 707-99. Ver anexo 1, IBNORCA (2007).

CAPÍTULO II - MARCO METODOLÓGICO

2.1. Introducción

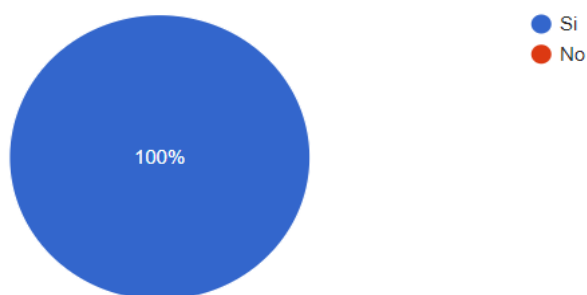
En el presente trabajo, se optó por un instrumento de investigación que son, dos cuestionarios en línea, cada uno de los cuestionarios cuenta con cinco preguntas elaboradas en la plataforma de Google Forms, que fueron aplicados al sector Docente, Estudiantil y profesionales que desempeñan trabajos en empresas del sector industrial, con el objetivo de identificar las competencias y perspectiva del encuestado en relación con la propuesta de la implementación de taller de capacitación dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje del estudiante, dado que este trabajo fue enfocado en la asignatura Tecnología Petroquímica I (Polímeros), de la carrera de Ingeniería Petroquímica de la U.A.J.M.S. y su coadyuvancia con respuestas de profesionales que desempeñan trabajos fuera de la institución a fin al sector industrial de plásticos. En tal manera que reforzará el desarrollo de habilidades del estudiante, por lo que en esta investigación se involucra a estudiantes de Octavo a Noveno semestre, estudiantes quienes ya pasaron la asignatura de tecnología petroquímica I. Según datos proporcionados por UNADA (Unidad de Administración Académica), se pudo identificar una población promedio de 25 estudiantes que cursan la asignatura de tecnología petroquímica I cada semestre y 23 docentes activos de la carrera de Ingeniería Petroquímica, dada la cantidad de población con referencia a nuestro estudio, se toma el muestreo no probabilístico por conveniencia, según el método empleado por John W. Creswell en sus textos de métodos de investigación, John W. Creswell, (2017), esta técnica de muestreo es optada por ser rápida, sencilla, económica, además de fácil acceso para la muestra, donde cada elemento de población es partícipe, por lo que la información recopilada sobre nuestra temática propuesta abordada en este trabajo, posee el fin de poder mejorar por su importancia crítica, la asignatura de Tecnología Petroquímica I. es por ello que este método es empleado por su rapidez y de fácil obtención de resultados. Además de que en esta investigación se ha determinado una población menor a 100 personas, por lo que se toma una muestra de 21 estudiantes encuestados y 4 docentes que generalmente dictan la asignatura de tecnología petroquímica I. La cantidad de estudiantes y profesionales encuestados fue a razón de obtener el mayor porcentaje posible para el sustento de este trabajo; además, se consideró una disgregación de la carrera de Ingeniería en Petróleo y Gas Natural. Obteniéndose resultados favorables en nuestra propuesta de

acuerdo con la técnica de recolección de información, como se puede observar en los siguientes gráficos.

Figura 8: Resultado de la encuesta a estudiantes. Castellón (2024).

¿En el proceso de enseñanza y aprendizaje en la formación del profesional de la carrera Ingeniería Petroquímica, cree que deberían de incorporarse capacitaciones para afrontar escenarios laborales reales?

21 respuestas

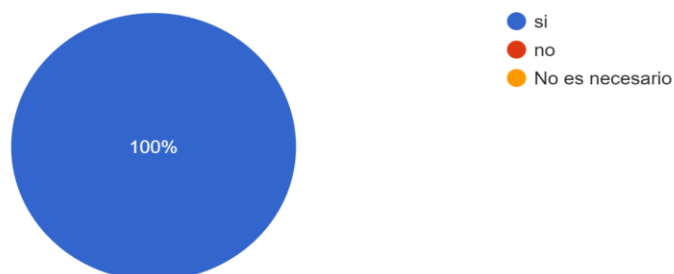


Sobre la base de la pregunta de nuestra técnica de recolección de datos (Ver Anexo 2), como se ilustra en la figura 8, se obtiene el resultado de 100 % de aceptación por parte de los estudiantes que cursaron la asignatura de tecnología petroquímica I en la incorporación de talleres de capacitación dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, más aún al tratarse de una asignatura de gran relevancia en la industria petroquímica, complementado en el estudiante el desarrollo de habilidades para una adaptabilidad laboral eficiente.

Figura 9: Resultado de la encuesta a profesionales. Cárdenas (2024).

Considera que el sistema universitario debe de cambiar la modalidad de preparación de profesionales y relacionarse más con la ergonomía de las industrias?

11 respuestas



De acuerdo a nuestra técnica de recolección de datos, tanto el sector docente y profesionales que desempeñan trabajo en el sector industrial, se observa a base de nuestra figura 9, un acuerdo en que los estudiantes dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje deben de desarrollar habilidades para una adaptabilidad inmediata en la industria, puesto de que los profesionales titulados en la actualidad, la gran mayoría no cuentan con habilidades para desempeñar trabajos de eficiencia, por lo que cae directamente en su formación y ante esta situación se propone que los estudiantes deben estar ligados a la ergonomía de la industria o escenarios laborales.

2.2. Análisis y discusión de resultados.

A través del instrumento de investigación, cuestionario en línea, que fue aplicado al sector estudiantil, docentes y profesionales que desempeñan trabajos en el sector industrial de plásticos, se pudo recolectar la siguiente información.

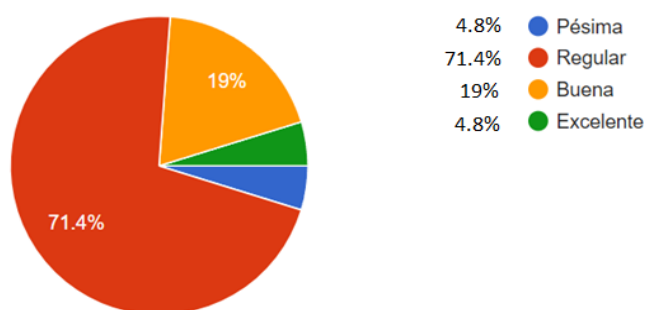
2.2.1. Cuestionario a estudiantes

Cuestionario realizado a estudiantes de octavo semestre y noveno semestre de la carrera de Ingeniería Petroquímica (ver anexo 2). Las figuras 10 a 15 muestran los resultados obtenidos de la encuesta, Castellón (2024).

Pregunta 1: ¿Cuál es su percepción en su preparación profesional?

Figura 10: Ilustración de resultados de la pregunta 1. Castellón (2024).

21 respuestas



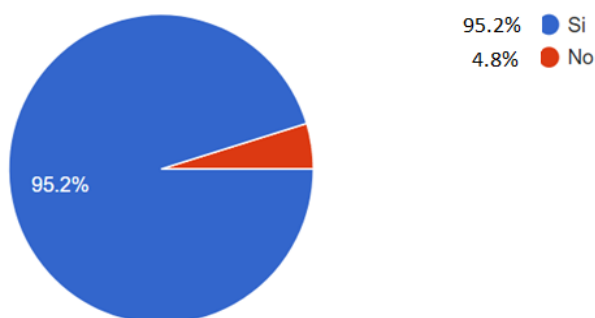
Dados los resultados obtenidos de la primera pregunta de los estudiantes de octavo semestre y noveno semestre, de la carrera de Ingeniería Petroquímica, se pudo observar que

el 71.4 % reconoce que su preparación profesional es regular por la carencia de la relación práctica.

Pregunta 2: ¿Cree que debería de mejorar o actualizarse el sistema de enseñanza y aprendizaje de la carrera de Ingeniería Petroquímica?

Figura 11: Ilustración de resultados de la pregunta 2. Castellón (2024).

21 respuestas

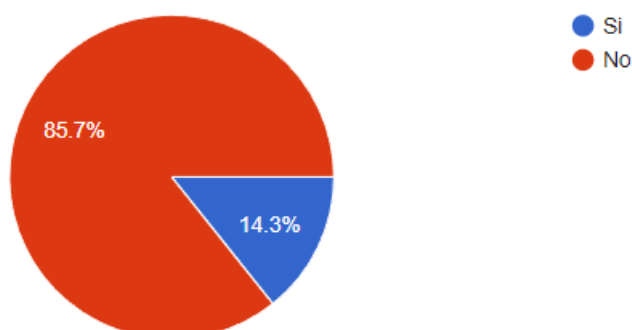


En la figura 11 se demuestra el resultado obtenido de la encuesta realizada a los estudiantes del octavo semestre y noveno semestre, donde se observa un porcentaje de 95.2 %, en favor a la actualización, en el sistema de enseñanza y aprendizaje de la carrera de ingeniería Petroquímica.

Pregunta 3: ¿En su formación profesional de la carrera Ingeniería Petroquímica, recibe capacitaciones en la operación de equipos o máquinas industriales, como por ejemplo máquinas extrusoras de PVC?

Figura 12: Ilustración de resultados de la pregunta 3. Castellón (2024).

21 respuestas

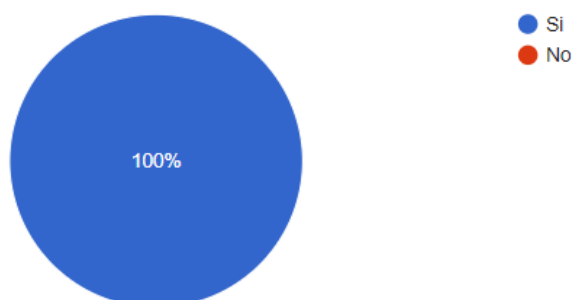


De la imagen ilustrada en relación con la pregunta 3, se observa un 85.7 %, como resultado de la encuesta a la parte estudiantil, que durante su formación profesional no recibieron ningún taller de capacitación, menos aún de máquinas extrusoras de PVC.

Pregunta 4: ¿En el proceso de enseñanza y aprendizaje en la formación del profesional de la carrera Ingeniería Petroquímica, cree que deberían de incorporarse capacitaciones para afrontar escenarios laborales reales?

Figura 13: Ilustración de resultados de la pregunta 4. Castellón (2024).

21 respuestas

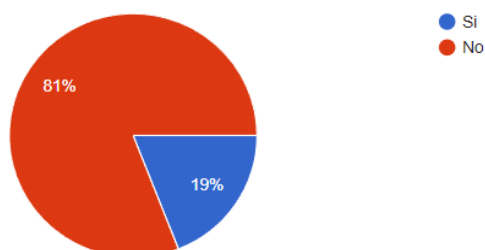


La figura 13 representa el resultado de la pregunta 4, donde se ilustra un acuerdo de 100 %, que en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en la formación profesional del estudiante, deben incorporarse los talleres de capacitación con el fin de poder desarrollar habilidades prácticas y afrontar escenarios laborales sin dificultad.

Pregunta 5: ¿Considera que dentro de su preparación profesional, usted cuenta con el conocimiento y las habilidades para desempeñar un trabajo de excelencia y calidad, en especial en alguna área como los polímeros sintéticos?

Figura 14: Ilustración de resultados de la pregunta 5. Castellón (2024).

21 respuestas



De la imagen presentada se observa que un 81 % de 21 estudiantes encuestados considera que dentro de su preparación profesional no cuentan con conocimientos y habilidades desarrolladas para un desempeño óptimo en el área de polímeros o industrias plásticas.

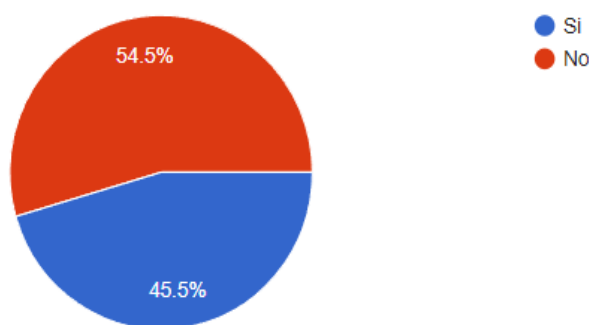
2.2.2. Cuestionario a profesionales.

Encuesta realizada al sector docente y profesionales que trabajan en industrias plásticas (ver anexo 3). Las figuras 15 a 19 son los resultados obtenidos de la encuesta a profesionales, Cárdenas (2024).

Pregunta 1: ¿Considera que los profesionales titulados, dentro del sistema universitario, son capaces de adaptarse a las necesidades requeridas de las empresas?

Figura 15: Ilustración de resultados de la pregunta 1. Cárdenas (2024).

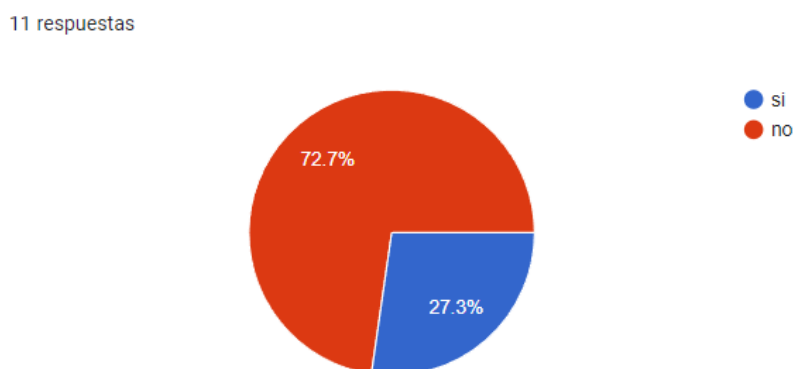
11 respuestas



De la imagen obtenida de la primera pregunta del cuestionario, se observa que un 54.5 % de los profesionales encuestados consideran que los profesionales titulados no son capaces de adaptarse a las necesidades requeridas por las empresas.

Pregunta 2: ¿En la operación de equipos de extrusoras de PVC, los profesionales nuevos de la carrera de Ingeniería Petroquímica poseen las habilidades necesarias para operarlas?

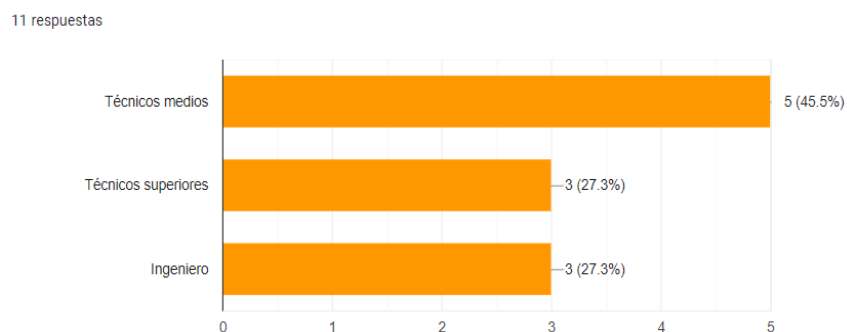
Figura 16: Ilustración de resultados de la pregunta 2, Cárdenas (2024).



De la figura 16, se pudo ilustrar un resultado de 72.7 % de que los profesionales nuevos de la carrera Ingeniería Petroquímica no poseen habilidades necesarias para operar máquinas extrusoras.

Pregunta 3: ¿Qué tipo de personal se contrata para la operación de extrusoras?

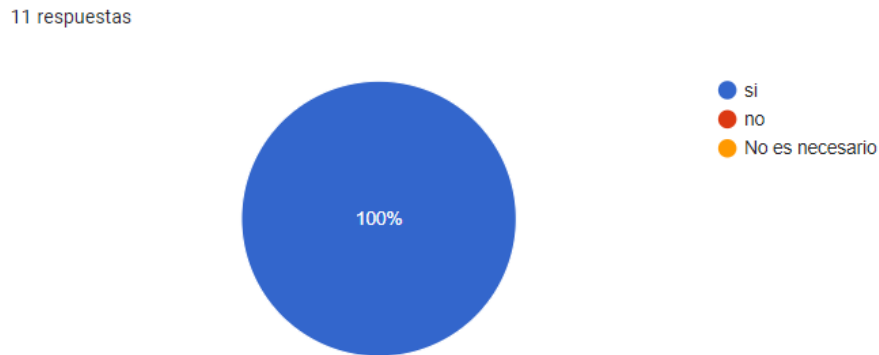
Figura 17: Ilustración de los resultados de la pregunta 3. Cárdenas (2024).



De la imagen contrastada presentada en la figura 17, se pudo observar, de acuerdo a la pregunta realizada a los profesionales, un resultado mayor de contratación de profesionales técnicos medios, con un porcentaje de 45.5 %, para la operación de máquinas extrusoras, dejando de lado a los licenciados en Ingeniería Petroquímica.

Pregunta 4: ¿Considera que el sistema universitario debe de cambiar la modalidad de preparación de profesionales y relacionarse más con la ergonomía de las industrias?

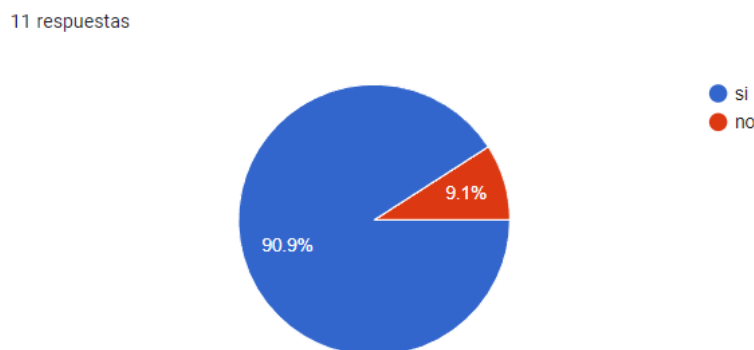
Figura 18: Ilustración de resultados de la pregunta 4. Cárdenas (2024).



De acuerdo al resultado obtenido de la pregunta 4, se ilustra que tanto profesionales que desempeñan trabajos en empresas a fin al sector industrial plástico y docentes de la carrera de Ingeniería Petroquímica, concuerdan en un 100 % que dentro del proceso de formación profesional, deberían de relacionarse la teoría con la práctica, dando valor al desarrollo de habilidades en su formación profesional.

Pregunta 5: ¿Los profesionales titulados poseen deficiencia en la parte operativa de equipos?

Figura 19: Ilustración de resultados de la pregunta 5. Cárdenas (2024).



De acuerdo al resultado obtenido de la pregunta 5 de los profesionales encuestados, se ilustra la figura 19, con un 90.9 % de que los profesionales titulados poseen deficiencia en la parte operativa al momento de desenvolver un trabajo, información sustentada con base a la encuesta en línea realizada a los profesionales en la gestión 2024.

2.3. Propuesta de implementación de taller de capacitación en la operación de extrusora de PVC en la asignatura de tecnología petroquímica I.

De acuerdo a los resultados obtenidos de aceptación, a través del empleo de nuestra técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, se da la aceptación dentro del campo de la ingeniería de polímeros, la propuesta de implementación de un taller de capacitación en la asignatura de tecnología petroquímica I, para poder mejorar el desarrollo de habilidades del estudiante, proponiendo así la siguiente distribución de fondo de tiempo y contenidos del taller de capacitación.

Distribución de fondo de tiempo en propuesta de implementación de taller de capacitación en la operación de extrusora de PVC.

El taller de capacitación propuesto tiene una carga horaria de 40 horas académicas, de las cuales estarán distribuidas como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Cronograma de actividades. Acosta (2011).

N°	Tema	Horas teóricas	Horas Practicas	Horas de Evaluación	Total de horas por Tema
1	Introducción a los polímeros.	6	2		8
2	Procesamiento del plástico PVC y otros.	4	2	1	7
3	Sistema general de extrusión de PVC.	4	2		6
4	Sistema de operación de extrusora de PVC.	2	10	1	13
5	Sistema de mantenimiento.	2	2		4
6	Normativa de calidad.	1	1		2
total de horas de capacitación					40

La unidad temática 1, introducción a los polímeros, tiene el objetivo particular de describir los conceptos teóricos necesarios a partir de la ingeniería de los polímeros. Será desarrollado de forma presencial en el aula la Vertiente instalada en predios de la carrera de Ingeniería Petroquímica, se usará como recurso didáctico, textos impresos para la continuidad y seguimiento del taller de capacitación, Data Display en el aula para la exposición de la temática, material audiovisual para horas prácticas donde el estudiante

reforzará lo aprendido mediante videos, además de que se empleará el uso de las TIC, como la plataforma Moodle, medio por el cual se tomará en cuenta los trabajos prácticos, actividades que serán desarrolladas independientemente, las unidades temáticas se sustentará a través del conocimiento, habilidades y valores, por lo que en esta unidad se abarcará introductoriamente, el marco teórico y la cronología de los polímeros, tendrá una duración de 6 horas teóricas, se tomara en cuenta la formación de 2 grupos de 12 estudiantes, con la finalidad de que puedan aplicar criterios del origen de los polímeros, además de caracterizar a los polímeros de acuerdo a su uso, generando en el estudiante reflexión sobre su complejidad e importancia en nuestro entorno. La unidad temática dos contiene 7 horas académicas, en las cuales se abarcará sobre el procesamiento del plástico PVC y otros, con el objetivo particular de determinar el origen, propiedades y procesos para la obtención del producto terminado, por lo que debe de conocerse la cadena de producción, nomenclatura y materias primas, obteniendo como resultado la aplicación de criterios dentro del proceso de obtención del producto terminado y caracterización de la materia prima, generando en el estudiante la reflexión de la clasificación de los polímeros de acuerdo a su origen. En la unidad temática tres, el sistema general de extrusora de PVC, con el objetivo particular de determinar los componentes íntegros del equipo y la estructura a partir de la ergonomía, se sustentará con la introducción a la extrusora de PVC, partes y funcionamiento del equipo de extrusora de PVC, con la finalidad de la aplicación de criterios y caracterización de acuerdo a su uso, obteniendo así en el estudiante la reflexión de la cadena consecutiva de los mecanismos del equipo en operación. En la unidad cuatro, sistema de operación de extrusora de PVC. Contiene el objetivo particular de desarrollar habilidades en la operación del equipo, por lo que se abordará el uso del manual de operación, medidas de prevención, arranque de máquina, parámetros de operación, obtención de PVC y paro del equipo, con la finalidad de desarrollar habilidades; y aplicar criterios para una óptima operación, determinación de cantidad de parámetros y tipos de productos en función a la materia prima, caracterización de productos terminados de acuerdo a su proceso de elaboración y determinación de parámetros de control de calidad; para generar en el estudiante valores de reflexión sobre la complejidad asociada a la variabilidad especial de los tipos de plásticos, reflexión sobre el producto terminado y la reutilización para un menor impacto ambiental. En la unidad cinco, sistema de

mantenimiento, tiene el objetivo particular de mantener el equipo en óptimas condiciones para cada operación, por lo que es necesario conocer ciertos aspectos de mantenimiento, como la lubricación, cambio de piezas desgastadas y entre otros elementos para un buen desempeño de la operación, con la finalidad de aplicar los criterios para una eficiente operación, determinación de la cantidad de lubricantes a emplear y caracterización de piezas de acuerdo al producto terminado, obteniendo valores en los estudiantes como la reflexión sobre el cuidado apropiado del equipo, reflexión sobre los sistemas que componen el extrusor y tiempo de vida útil de cada pieza no estacionaria empleada en la operación del equipo. Finalmente, tenemos la unidad seis, normativa de control de calidad, con el objetivo particular de introducción sobre la determinación de la calidad de los productos terminados antes de ingresar al mercado comercial, empleando como conocimiento la introducción a las normativas Nacionales IBNORCA e Internacionales ISO. Obteniendo en el estudiante habilidades para aplicar criterios de selección de productos, determinación de calidad a través de ensayos de laboratorios y caracterización de productos, generando así en el estudiante valores de reflexión en la complejidad de regulaciones existentes en los productos terminados y reflexión sobre los posibles problemas al no emplearse la normativa de control de calidad.

CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se ha visto la posibilidad de analizar y desarrollar, la propuesta de la implementación de un taller de capacitación en la operación de máquina extrusora de PVC, en el cual se ha realizado el empleo de la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, aplicando el instrumento de encuesta en línea, a 21 estudiantes y 11 profesionales, con la finalidad de la inclusión del taller de capacitación dentro de la asignatura de tecnología petroquímica I, para el desarrollo de las habilidades operativas correctas en el estudiante, coadyuvando con la respuesta obtenidas de acuerdo a nuestro diagnóstico realizado, se refleja de que la asignatura de tecnología petroquímica I, no cuenta con talleres de capacitación, por lo que dada su importancia en la formación del profesional la incorporación del taller de capacitación, es necesario mencionar la evidencia de la pregunta asociada a la incorporación de talleres de capacitación en la carrera de ingeniería petroquímica, por lo que mejorará la preparación de los nuevos profesionales, arrojando como resultado una tendencia extrema de 100 % de convergencia con respecto al pensamiento de esta investigación, obteniendo la aceptación de la propuesta con la información presentada de este trabajo, por lo que se puede concluir con: La descripción de conceptos teóricos y fundamentales de la familia de los polímeros, como los polímeros naturales, polímeros naturales modificados y polímeros sintéticos; además, en la toma de muestra con la técnica del muestreo no probabilístico por conveniencia, que fue empleada a razón de una cantidad menor a 100 individuos encuestados, se identificó la necesidad de incorporar el taller de capacitación en la signatura de tecnología petroquímica I, para una mejor preparación del estudiante y finalmente, por su importancia en el desarrollo de habilidades en el estudiante, se establece la propuesta de taller de capacitación en la manipulación y operación del equipo extrusor de PVC, en complemento a la asignatura de tecnología petroquímica I.

RECOMENDACIONES

Basado en el alcance que tuvo este trabajo, de acuerdo al tiempo establecido, no se pudo realizar una toma de muestra de forma presencial, por lo que el empleo de la técnica de entrevista queda abierto para próximos estudios con el valor de complementación en este estudio. Además de que su aplicación del instrumento de encuesta en línea solo fue a estudiantes de octavo semestre y noveno semestre de la gestión 2024, por lo que se recomienda evaluar y tomar como base este trabajo para su futura continuidad en un estudio más riguroso de lo que se propone, tomando criterios de actualización y modernización, como la automatización y control de procesos de la máquina extrusora de PVC.

REFERENCIAS

- Acosta, J. F. (2011). *Mantenimiento y operacion de maquina extrusora*. Guayaquil-Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Boliviana, C. E. (27 de OCTUBRE de 1941-2024). *Comite Ejecutivo de la Universidad Boliviana CEUB*. Recuperado el 14 de JUNIO de 2024, de Comite Ejecutivo de la Universidad Boliviana CEUB: <https://ceub.edu.bo/normas-y-documentos/>
- BUSCH, T. G. (24 de Mayo de 1939). *LEY GENERAL DEL TRABAJO BOLIVIA*. Recuperado el 13 de junio de 2024, de LEY GENERAL DEL TRABAJO BOLIVIA: http://www.silep.gob.bo/norma/4204/texto_ordenado
- Cahuasa, P. B. (24 de Noviembre de 2023). *ESTUDIO DEVELA LAS COMPETENCIAS LABORALES MÁS VALORADAS POR LAS EMPRESAS EN BOLIVIA*. Recuperado el 15 de Junio de 2024, de ESTUDIO DEVELA LAS COMPETENCIAS LABORALES MÁS VALORADAS POR LAS EMPRESAS EN BOLIVIA: <https://unifranz.edu.bo/blog/competencias-laborales-mas-valoradas-por-las-empresas-en-bolivia-2/>
- Cárdenas, L. C. (15 de Junio de 2024). *Encuesta a profesionales*. Recuperado el 17 de julio de 2024, de Encuesta a profesionales: <https://forms.gle/yXiGifR9Bru5VHL39>
- Castellón, L. C. (15 de julio de 2024). *Formulario-01*. Recuperado el 15 de julio de 2024, de Formulario-01: <https://forms.gle/yXiGifR9Bru5VHL39>
- CIU, C. d. (12 de Noviembre de 1898). *Empleadores de la Organización Internacional del Trabajo*. Recuperado el 6 de Julio de 2024, de Empleadores de la Organización Internacional del Trabajo.: <https://www.ciu.com.uy/propuesta-de-valor/que-es-la-ciu/>
- IBNORCA. (18 de Abril de 2007). *Normas de materiales de Saneamiento*. Recuperado el 6 de Julio de 2024, de Normas de materiales de Saneamiento: <https://aaps.gob.bo/images/MarcoLegal/ResolucionesMinisteriales/RM-50.pdf>
- IPA, I. P. (22 de julio de 2017). *Polimeros*. Recuperado el 25 de junio de 2024, de Polimeros: <https://www.ipa.org.ar/institucional/>

- John W. Creswell, J. D. (2017). *Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Nebraska: RESEARCH DESING.
- M. Susano Cortizo, T. G. (2023). *Sintesis de los Polimeros*. Argentina: Editorial de la UNLP.
- Mamani, J. L. (2017). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INTRODUCCIÓN DE DOS LINEAS DE PRODUCCION DE PARA LA FABRICACION DE TUBERIAS EN LA EMPRESA COMPANIA INTERNACIONAL DE FRANQUISIAS CONDOR SRL*. La Paz: UMSA.
- Mario, S. E. (15 de Febrero de 2012). *Polimeros*. Recuperado el 14 de Junio de 2024, de Polimeros: <https://es.slideshare.net/slideshow/polmeros-naturales-13503638/13503638>
- Marti, E. B. (11 de Febrero de 2018). *Interempresas*. Recuperado el 4 de Julio de 2024, de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/260036-Extrusora-para-grancear-plastico-Que-es-y-como-funciona.html>
- Mexico, P. T. (2 de Agosto de 2023). *Michael Sepe*. Recuperado el 14 de Julio de 2024, de Michael Sepe: <https://www.pt-mexico.com/columnas/historia-de-los-polimeros-el-pet>
- Nicholson, J. W. (2006). *The Chemistry of Polymers*. Inglaterra: Published by The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park.
- OEI, O. d. (2019). Para la Educacion Ciencia y Cultura . *Revista Iberoamericana para la educacion N°2 (Educacion, Trabajo y Empleo)*, 14.
- Rafael, D. (2007). *Polimeros*. Brazil: Brazilian Publishers.
- Saracho-IPQ, U. A. (26 de Octubre de 2010). *Ingenieria Petroquimica*. Recuperado el 14 de Junio de 2024, de Ingenieria Petroquimica: <https://www.uajms.edu.bo/fciv/resena-historica/>
- Schwartzman Kaplan, R. (2000). Capacitacion Basada en Normas de Competencia Laboral. *Revista del Centro de Investigación.*, 87-93.

- U.A.J.M.S, U. A. (20 de Octubre de 1946). *Universidad Autonoma Juan Misael Saracho*. Recuperado el 4 de julio de 2024, de Universidad Autonoma Juan Misael Saracho: <https://www.uajms.edu.bo/>
- U.A.J.M.S. (20 de Febrero de 2015). *Plan de estudios Petroquimica*. Recuperado el 16 de Junio de 2024, de Plan de estudios Petroquimica: <https://www.uajms.edu.bo/oferta-academica/plan-de-estudios-petroquimica/>
- Universidad Mayor, R. y. (1971 de Octubre de 1985). *Historia de posgrados Bolivia* . Recuperado el 15 de Junio de 2024, de Historia de posgrados Bolivia : <https://posgrado.usfx.bo/posgrado/intro.php?op=hi>
- Veizaga, M. M. (2024). *Planificacion Curricular*. Sucre: Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- Vergara, D. M. (3 de Noviembre de 2019). *Extrusor de Polimeros*. Recuperado el 5 de Julio de 2024, de Extrusor de Polimeros: <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Extrusor-de-polimeros-que-es-y-como-funciona>

ANEXOS

Anexo 1. Normativa vigente de Bolivia de plásticos de PVC IBNORCA.

La edición de las siguientes Normas Bolivianas fueron realizadas por el Viceministerio de Servicios Básicos / Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, a través del Proyecto de Asistencia Técnica PROAT / Asdi y la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

NB 213 - 00	Tuberías plásticas – Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable (Tercera revisión)
NB 686 - 96	Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón para alcantarillado
NB 687 - 96	Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón armado para alcantarillado
NB 707 - 99	Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa – Dimensiones
NB 708 - 99	Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa – Requisitos técnicos
NB 763 - 97	Válvulas – Válvulas de mariposa con asiento elástico
NB 764 - 97	Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos
NB 765 - 97	Válvulas - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos
NB 888 - 00	Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificadas según la presión (serie RDE ó SDR), (Primera revisión)
NB 1069 - 00	Tuberías plásticas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - Especificaciones y dimensiones
NB 1070 - 00	Especificaciones para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado - Tipo PSM

Anexo 2. Percepción de formación profesional en estudiantes de la carrera de Ingeniería Petroquímica.

Hola, apreciado estudiante, Este cuestionario nos ayudará a mejorar en nuestra formación profesional (este cuestionario no posee calificación alguna).

Nombre del estudiante:

Correo electrónico:

Semestre que cursa:

1.- ¿Cuál es su percepción en su preparación profesional?

- ☐ Pésima
- ☐ Regular
- ☐ Buena
- ☐ Excelente

2.- ¿Cree que debería de mejorar o actualizarse el sistema de enseñanza y aprendizaje de la carrera de Ingeniería Petroquímica?

- ☐ Si
- ☐ No

3.- ¿En su formación profesional de la carrera Ingeniería Petroquímica, recibe capacitaciones en la operación de equipos o máquinas industriales, como por ejemplo máquinas extrusoras de PVC?

- ☐ Si
- ☐ No

4.- ¿En el proceso de enseñanza y aprendizaje en la formación del profesional de la carrera Ingeniería Petroquímica, cree que deberían de incorporarse capacitaciones para afrontar escenarios laborales reales?

- ☐ Si
- ☐ No

5.- ¿Considera que dentro de su preparación profesional, usted cuenta con el conocimiento y las habilidades para desempeñar un trabajo de excelencia y calidad, en especial en alguna área como los polímeros sintéticos?

- ☐ Si
- ☐ No

Página web (copie el enlace en su navegador preferido para responder):

<https://forms.gle/vNVsvGZsViUZ5K226>

Anexo 3. Percepción de profesionales en escenarios laborales

Hola, apreciado encuestado, Este cuestionario nos ayudará a mejorar la preparación de los nuevos profesionales en el área de polímeros.

Nombre del evaluado:

Correo electrónico:

Cargo:

1.- ¿Considera que los profesionales titulados, dentro del sistema universitario, son capaces de adaptarse a las necesidades requeridas de las empresas?

- ☐ Si
- ☐ No

2.- ¿En la operación de equipos de extrusoras de PVC, los profesionales nuevos de la carrera de Ingeniería Petroquímica poseen las habilidades necesarias para operarlas?

- ☐ Si
- ☐ No

3.- ¿Qué tipo de personal se contrata para la operación de extrusoras?

- ☐ Técnicos medios
- ☐ Técnicos superiores
- ☐ Ingenieros
- ☐ Otros

4.- ¿Considera que el sistema universitario debe de cambiar la modalidad de preparación de profesionales y relacionarse más con la ergonomía de las industrias?

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ No es necesario

5.- ¿Los profesionales titulados poseen deficiencia en la parte operativa de equipos?

- ☐ Si
- ☐ No

Página web (copie el enlace en su navegador preferido para responder):
<https://forms.gle/yXiGfR9Bru5VHL39>