

## **Análisis del proceso de tratamiento de crudo en una unidad de producción empresarial de base**

### ***Crude Treatment Process Analysis in Base Business Production Unity***

 <https://doi.org/10.52948/mare.v5i2.938>

ALEXANDER JAVIER BALLAGAS SUÁREZ

 <http://orcid.org/0000-0003-0243-127X>  
Universidad de Matanzas, Cuba  
alexanderballagassuare@gmail.com

AHILÉN PÉREZ LÓPEZ

 <https://orcid.org/0000-0001-8252-0250>  
Universidad de Matanzas, Cuba  
ahilenpl01@gmail.com

ELÍAS JUNCO GALINDO

 <https://orcid.org/0000-0002-7203-8636>  
Universidad de Matanzas, Cuba  
juncogalindoelias@gmail.com

#### **Artículo de investigación**

**Recepción:** 31 de marzo de 2023

**Aceptación:** 9 de octubre de 2023

#### **Cómo citar este artículo**

A. Ballagas Suárez, A. Pérez López, y E. Junco Galindo, «Análisis del proceso de tratamiento de crudo en una unidad de producción empresarial de base», *mare*, vol. 5, n.º 2, pp. 4–18, oct. 2023.

**Resumen:**

En Cuba la principal empresa destinada a la extracción y producción de petróleo es Unión Cuba Petróleo (CUPET). La entidad está a cargo de la exploración, producción y la importación-exportación de combustibles. El objetivo de este artículo consiste en analizar el proceso de tratamiento de crudo que tiene lugar en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Producción perteneciente a la empresa. La planta tiene por objetivo la aplicación de un tratamiento adecuado a los crudos provenientes de los pozos en producción para enviar hacia la Empresa Comercializadora de Combustibles. Se identifican el transporte en pailas; el tratamiento de tanques dinámicos y estáticos; la mezcla con nafta y el rebombeo hacia la Base de Supertanqueros de Matanzas como procesos claves. Se identifica la ausencia de operarios en la descarga de las pailas como el principal problema detectado. Por último, se aplica el Método General de Solución de Problemas, proponiéndose medidas a tomar con su respectivo impacto económico, social y medioambiental, en donde se reportó un ahorro de \$7561.2 pesos.

**Palabras clave:** extracción de petróleo; producción de petróleo; tratamiento de crudo; gestión por procesos; método general de solución de problemas.

**Abstract:**

In Cuba, the main company dedicated to the extraction and production of oil is Unión Cuba Petróleo (CUPET). The entity oversees the exploration, production and import-export of fuels. The objective of this article is to analyze the crude oil treatment process that takes place in the Production Base Business Unit (UEB)

belonging to the Company. The plant's objective is to apply adequate treatment to crude oil coming from wells in production to be sent to the Fuel Marketing Company. It identified as key processes transportation in buckets, the treatment of dynamic and static tanks, mixing with gasoline and re-pumping to the Supertanker Base in Matanzas. It also identified the absence of operators when unloading the buckets as the main problem detected. It applied the General Problem-Solving Method, proposing measures to be taken with their respective economic, social, and environmental impact. Finally, it reported a saving of \$7561.20 pesos.

**Keywords:** extraction of petroleum; oil production; crude treatment; process management; General Problem-Solving Method.

**Introducción**

En la actualidad uno de los mayores sectores productivos a nivel mundial es el de hidrocarburos. El petróleo y sus derivados son las principales fuentes de energía con las que cuenta la humanidad para sostener y desarrollar las economías [1].

La existencia del sector extractivo y productivo, así como otros encaminados al procesamiento de crudo y gases naturales, permiten la existencia y evolución de otros sectores como el transporte terrestre, naval y aéreo. El transporte representa cerca de 70% del consumo total de petróleo a nivel global [2].

Según [3], la industria petrolera se caracteriza por ser:

- Compleja: así comprende varias etapas que van desde la exploración hasta la comercialización final de los derivados del petróleo, pasando por la producción, transporte y destilación del crudo.
- Riesgosa: el riesgo minero hace a la esencia misma de la industria petrolera.
- Variada: produce muchos productos, algunos son fácilmente sustituibles (como los pesados) y otros (como las gasolinas y el diésel oil) presentan serias dificultades para su reemplazo masivo, en el corto y mediano plazo.
- Capital-intensiva: en cualquiera de las etapas de la actividad son necesarios gastos de capital importantes.

El sector petrolero ha sido testigo de muchos shocks a lo largo de los años, pero ninguno ha afectado a la industria con la ferocidad con la que lo está haciendo la situación actual. El impacto se ha sentido en todas las cadenas mundiales de suministro de petróleo donde la magnitud del colapso de la demanda es muy superior a la capacidad de ajuste de la industria petrolera [4].

Las grandes zonas de consumo no se corresponden con las grandes zonas de producción ya que los grandes importadores son Europa Occidental, Japón, sudeste de Asia, China y los Estados Unidos. Al ser un recurso de elevada demanda tiende a generar conflictos entre naciones por poseer grandes yacimientos e influir directamente sobre su precio en el mercado mundial [3].

Los acontecimientos económicos mundiales generan altas expectativas. Los principales conductores de dicha demanda del mercado del petróleo son los Estados Unidos, Europa y China. Estos tres consumen alrededor de 45 millones de barriles de crudo por día [5].

La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) concentra el 43% de la producción mundial del llamado oro negro y el 75% de las reservas [6]. Los precios aumentarán en consonancia con la demanda, en el supuesto de que la oferta permanezca estática, y disminuirán a medida que la oferta aumenta [5].



**Fig 1.** Ingresos por exportaciones petroleras en el período 2013- 2018

En 2019 la producción de petróleo ha caído a su mínimo histórico: 732.000 barriles diarios, por primera vez por debajo de Colombia [9]. La región de América Latina cuenta con 302.809 mil millones de barriles de crudo, de los que cerca de 90% se encuentran en Venezuela; así como gran cantidad de reservas de petróleo y gas aún no explotadas [7].

Por su parte, Cuba produce a diario 45.000 barriles de petróleo crudo y tres millones de metros cúbicos de gas natural, que permiten que solo la obtención de hidrocarburos en el país cubra casi la mitad de la demanda energética nacional. Visto que tiene la difícil tarea de desarrollar sosteniblemente el sector energético y asegurar la autosuficiencia de petróleo y sus derivados; CUPET se enfoca en mantener la producción anual de alrededor de cuatro millones de toneladas de petróleo equivalente, que se logran desde principios del siglo

XXI en la isla. Los esfuerzos no se destinan tanto a elevar ese resultado como por evitar que caiga.

Además de la búsqueda del crecimiento sostenido de la producción antillana, las proyecciones hasta el 2030 de la organización petrolera estatal (fundada en 1992) comprenden elevar el volumen de explotación de ese recurso en tierra y aguas someras; además del nivel de recuperación de los yacimientos existentes en el país mediante la introducción de tecnologías de recuperación mejorada (EOR).

CUPET se encuentra a cargo de la exploración, producción, importación, exportación de combustibles, refinación de petróleo crudo, elaboración de grasas y aceites lubricantes. También trabaja en la comercialización mayorista de combustibles y lubricantes; así como la comercialización minorista de combustibles domésticos. En ese sentido, abarca 36 empresas nacionales y cinco mixtas por lo que está obligada a no quitar los ojos de lo que ocurre en el mercado mundial.

La Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro (EPEP-C), entidad donde se desarrolla esta investigación, es una de las 38 empresas que conforman la CUPET. Fundada en el año 1976 y ubicada al norte de la provincia de Matanzas en el occidente del país. Está adscrita a la Organización Superior de Desarrollo Empresarial (OSDE) CUPET y subordinada, a su vez, al Ministerio de Energía y Minas de la República de Cuba.

Los procesos de producción de la empresa abarcan la extracción de crudo, el tratamiento y la venta, a las comercializadoras para su posterior refinación. Dicha empresa cuenta con niveles de producción anual por encima de un millón de toneladas de petróleo y 438 millones de metros cúbicos de gas [8].

El objetivo general de esta investigación es analizar el proceso de tratamiento de crudo que tiene lugar en la UEB Producción perteneciente a la EPEP-C.

Para el cumplimiento de estos objetivos se utilizaron métodos y herramientas como la entrevista a trabajadores de la empresa, la observación detallada, el mapa de procesos, la ficha del proceso y el diagrama OTIDA para comprender el desglose del proceso con sus subprocesos. Además, se realizó un estudio de fotografía, muestreo, cronometraje, balance del proceso y el método Kendall, con el cual se logró reducir la lista de problemas detectados hasta dejarla en solo los prioritarios. Con la utilización del diagrama causa-efecto se definieron las razones que provocan problemas.

## Desarrollo

La EPEP-C cuenta con cuatro estaciones:

1. Planta de procesamiento del crudo (batería central).
2. Estación Cabecera del Oleoducto (ECO).
3. Planta de Tratamiento de Residuales.
4. Planta de Generación de Vapor (sala de calderas).

La EPEP-C tiene como objetivo la aplicación de un tratamiento adecuado a los crudos provenientes de los pozos en producción, a través de dos etapas. La primera abarca la extracción, recolección y separación primaria de gas en los centros colectores; mientras la segunda es el tratamiento termoquímico de la emulsión agua-petróleo presente en el fluido de producción.

La planta de procesamiento de crudo tiene por objetivo la aplicación de un tratamiento adecuado a los crudos provenientes de los pozos en producción, de forma tal que se alcancen los

índices de calidad requeridos para posteriormente enviarlos por el oleoducto magistral hacia la Empresa Comercializadora de Combustibles de Matanzas [8].

La planta de procesamiento de crudos perteneciente a la UEB Producción es el centro donde:

- Fluye toda la producción de la empresa, ya sea por oleoductos, gasoductos o transportada por camiones cisterna.
- Se efectúa la última separación del gas (un 0.89%) y el agua (un 22% en dos etapas), garantizando que este último alcance las características necesarias para su venta y futura utilización a través de su tratamiento.
- Tratamiento en tanques dinámicos y estáticos.
- Se mezcla el crudo con nafta al 3%.

De otro lado, se efectúa el rebombeo del combustible hacia la Base de Super tanqueros de Matanzas mediante el oleoducto Cárdenas-Matanzas, el cual también pertenece a la planta.

La UEB Producción presenta como visión ser una empresa de prestigio nacional y consolidada en la actividad exploración-producción mediante la aplicación de técnicas de recuperación mejoradas. Su misión consiste en satisfacer una parte de las necesidades energéticas del país como resultado de la exploración producción de yacimientos de petróleo; además de su explotación racional y eficiente con responsabilidad medioambiental.

La empresa posee dos clientes directos: el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), donde se traslada el gas acompañante y la Base de Super tanqueros de Matanzas (Comercializadora) [9]. Cuenta como proveedor de

materia prima (en este caso el petróleo a tratar antes de la venta) a los Centros Colectores, encargados de recolectar y transportar todo el petróleo a través de oleoductos y el gas del yacimiento por gasoductos [8].

La empresa se relaciona con: ENER-GAS, Almacenes Universales, CUPET y la Sherrit International. Los recursos del sistema son aprobados y suministrados por el Ministerio de Energía y Minas a propuesta de la OSDE. Para este año se menciona:

- Tanques (veinte en total de diferentes volúmenes).
- Máquinas y equipos energéticos (portadores energéticos y turbinas).
- Tuberías válvulas.
- Intercambiadores.
- Equipos técnicos especializados.
- Transporte.
- Nafta.
- Solventes.
- Lubricantes.

Su capital proviene en parte del Ministerio de Energía y Minas, fundamentalmente aquel destinado a inversiones, y también por concepto de los ingresos de sus ventas. Presenta una plantilla de 43 trabajadores en las áreas de administración, cuadros directivos y ejecutivos, operarios, servicios y técnicos.

La empresa obtiene como resultado combustible y derivados destinados a la generación eléctrica, la fabricación de asfalto y uso vehicular. También al gas acompañante que va directo a la planta procesadora de ENER GAS. Por último, aguas residuales con alto contenido de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

## **Análisis del desempeño de la UEB Producción mediante indicadores económicos**

Ahora bien, se realizó una revisión documental del balance económico realizado en octubre de 2022 en la empresa (tabla 1).

**Tabla 1.** Indicadores económicos de la EPEP-C

<b>Indicadores económicos</b>	<b>UM</b>	<b>Real 2021 Igual Periodo</b>	<b>Plan Año 2022</b>	<b>Real Año 2022</b>	<b>%</b>
Ventas Totales	MMP	8168.4	12 142.4	12 313.5	101.4
Ventas Netas	MMP	8168.4	12 142.4	12 313.5	101.4
Total de Ingresos	MMP	8427.0	12 157.0	12 360.2	101.7
Total de Gastos	MMP	1239.3	2 177.6	2 173.0	99.8
Gasto Total/Ingreso Total	Pesos	0.1471	0.1791	0.1758	98.1
Utilidad del Período	MMP	7187.7	9 979.3	10 187.2	102.1
Producción Bruta	MMP	8186.2	12 118.2	12 305.5	101.5
Gasto Material	MMP	623.9	846.7	695.8	82.2
Otros Gastos Monetarios	MMP	209.2	1 066.1	1 244.1	116.7
Valor Agregado Bruto	MMP	7353.1	10 205.4	10 365.6	101.6
Aporte por el rendimiento	MMP	1788.4	3 238.9	3 299.2	101.9
Fondo de salarios	MMP	57.8	87.3	80.7	92.4
Promedio de Trabajadores	MP	1608.0	1 689.0	1 610.0	95.3
Salario Medio	Pesos	5996.0	5 744.0	5 569.0	96.9
De ello: por destajo	Pesos	-	-	-	-
Productividad	Pesos	4572 815.0	6042 256.0	6439 472.0	106.6

A partir de lo anterior, se ha logrado un sobrecumplimiento en producción y ventas. Los gastos monetarios aumentaron en relación con el año anterior y el resto de los indicadores se mantiene por encima del 90% de cumplimiento. La empresa mantiene un rendimiento económico estable y los principales problemas que atrasan las ventas se encuentran definidos como:

- Larga extensión del oleoducto.
- Disminución de la temperatura del crudo en el interior del oleoducto.
- Mal procedimiento por parte de los operarios.
- Influencia del medio ambiente.

El proceso es la mezcla y transformación de un conjunto de insumos específicos en un conjunto de rendimientos [9]. Entonces, se clasificaron los procesos de la entidad mediante la construcción de Mapa General de Procesos (Fig. 2). Esta herramienta permite identificar el proceso a estudiar el cual se representa en la Fig. 3.



Fig 2. Mapa de procesos de la UEB Producción perteneciente a la EPEP-C

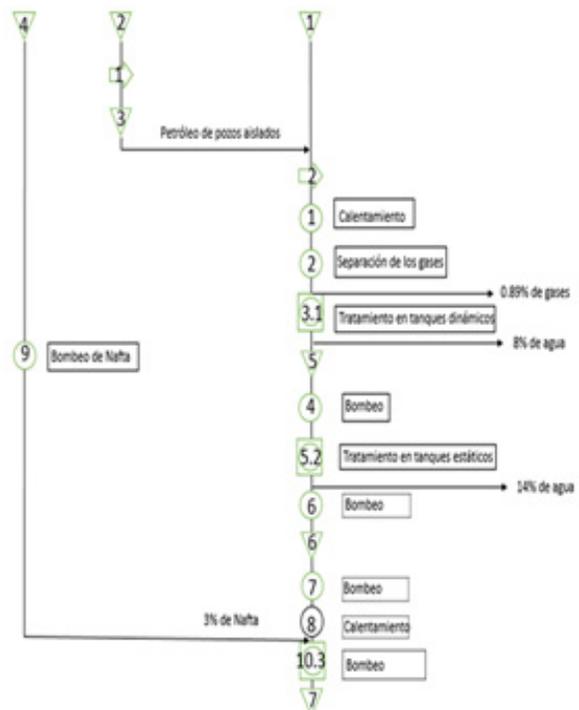


Fig 3. Descripción del proceso de tratamiento de crudo

### Identificación y evaluación de los principales riesgos laborales del proceso

A través de una revisión documental se detectaron los siguientes riesgos laborales: inhalación de sulfuro de hidrógeno u otros gases tóxicos; intoxicación al entrar en contacto con el crudo extraído de los pozos y yacimientos; caídas (más frecuente); lesiones en reparaciones de tuberías u otras conexiones; lesiones provocadas por electricidad e incendio.

Mediante una entrevista al especialista de seguridad y salud del trabajo se pudo comprender que la mayoría de los incidentes ocurridos en la entidad no provocaron afectaciones graves a los trabajadores. A su vez, se conoció que la empresa trata de mitigar todos los riesgos existentes.

Antes y durante su desempeño los trabajadores reciben una capacitación en: actuación ante incendios, actuación ante escapes de sulfuro de hidrógeno y

otros gases tóxicos, así como medidas de seguridad en el puesto de trabajo.

Mediante un recorrido por la planta se observó que la mayoría de los procesos que permiten el tratamiento del crudo ocurren de forma automatizada. La observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de registrar cronológica y sistemáticamente el desarrollo o ejecución de un proceso, actividad u operación siguiendo las variables de interés seleccionadas de acuerdo con el objetivo del estudio que se realiza [10].

### **Valoración de la dimensión ambiental dentro de la planeación empresarial**

Dentro de su planeación estratégica la empresa identifica como desechos peligrosos a residuales líquidos infecciosos, irritantes o cualquier otra que representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente. Los desechos peligrosos en la EPEP-C son los siguientes:

- Baterías de automóviles.
- Tubos fluorescentes contaminados con hidrocarburos, lodos de perforación, aguas pluviales o de otra índole, agua residual o de capa, aguas contaminadas con hidrocarburos y productos químicos producidas en el laboratorio.
- Residuales sólidos contaminados con petróleo.
- Aceite usado.
- Tanques vacíos de productos químicos y chatarra electrónica.

La empresa también define a los desechos no peligrosos como todo material residual que se obtiene de un proceso de producción o servicio que no provoca contaminación al medio ambiente. Los desechos no peligrosos en la EPEP-C se relacionan a continuación:

- Residuos urbanos: de alimentos, de baños sanitarios y de la limpieza.
- Residuos industriales: papel y cartón, piezas para reutilizar, desperdicios metálicos (chatarra ferrosa y no ferrosa), embalajes de metal o madera, neumáticos y cámaras, así como, baterías.

La empresa trabaja con apego a lo expresado en:

- Regulación Ambiental 10/99. Gestión de Residuos.
- Ley 81 del medio ambiente.
- Resolución 112/03. Reglamento para el establecimiento de los requisitos y procedimientos de seguridad biológica en las instalaciones en las que se hace uso de animales y plantas con riesgo biológico.
- Resolución 136/09. Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos.
- Resolución CITMA 132/2009. Reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental.
- Regulación ambiental 10/99, gestión de residuos.
- Regulación 08/99. Manejo de fondeaje de tanques de almacenamiento de petróleo y sus derivados.

## Evaluación de la logística y la cadena de suministro

Se aplicó la encuesta sobre el estado de la logística, obteniéndose como resultado una valoración total de 4.174 puntos, lo que corresponde con un nivel alto y una clasificación de Excelente para el sistema logístico.

Se realiza un análisis y diagnóstico de la logística, basado en el modelo LOGESPRO del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPIJAE), a la UEB de Producción de la EPEP-C.

La logística reserva se encuentra calificado de mal con puntuación de 2.88 (tabla 2) ya que no existe un sistema de retorno de los productos rechazados, no existe un suministro de repuestos a los clientes por tratarse de un producto que cumple con las normas que se establecen para su uso y no existe, lógicamente, una estrategia de reciclaje del producto; se encuentran en estado regular la tecnología de almacenaje), la tecnología del transporte externo y el personal.

**Tabla 2.** Calificación obtenida por módulos basados en el Modelo de Referencia de la Logística del laboratorio LOGESPRO

Puntuación por cada módulo			
Módulo	Parte del Modelo de Referencia	Valor	Calificación
1	Concepto logístico en la empresa	4	Bien
2	Organización y gestión	4.28	Bien
3	Tecnología de la información	4.75	Bien
4	Sistema de software	4.8	Excelente
5	Tecnología de almacenaje	3.87	Regular
6	Tecnología del transporte interno	4	Bien
7	Tecnología del transporte externo	3.421052	Regular
8	Tecnología de manipulación	4.3333	Bien
9	Integración de la cadena de suministro	5	Excelente
10	Personal	3.764705	Regular
11	Rendimientos logísticos	4.166666	Bien
12	Bareras	5	Excelente
13	Logística Reserva	2.888888	Mal
Valoración total		4.174.970	Excelente

## Análisis de los procesos que más agreden al medio ambiente

Los principales procesos que agreden el medio ambiente dentro del proceso productivo que realiza la UEB Producción.

- Expulsión a la atmósfera de una serie de gases contaminantes no dañinos para la salud humana pero altamente corrosivos.
- La tecnología en los ductos de escape permite quemar por combustión la mayoría de los gases nocivos.
- Derrame en los suelos de crudo en caso de averías en los oleoductos que transportan el crudo desde los centros colectores.
- Derrame en los suelos de aguas residuales altamente corrosivas en caso de averías en el ducto Varadero-Cárdenas.
- Expulsión directa a la atmósfera de gases tóxicos.
- Aumento de la corrosión en los lugares aledaños a batería central (permanente).

Los daños son causados por estar ubicada en una zona cerca de la costa norte del territorio cardenense y estar expuesto al salitre; la falta de financiamiento, la poca disponibilidad de proveedores y el impacto de las medidas coercitivas del bloqueo económico, financiero y comercial que hacen imposible poseer a tiempo todos los recursos para la sustitución de equipos y tuberías, obligando a su uso prolongado y constantes filtraciones o roturas con su respectivo costo ambiental.

## **Análisis del comportamiento en la productividad del trabajo**

Se realiza una revisión documental y se constató que los objetivos diarios de la UEB Producción se cumplen en un 91.5% lo que permite clasificar las jornadas laborales como provechosas. En ese sentido, se detectó que la mayoría de las interrupciones ocurren por causas técnico organizativas como averías, mantenimientos necesarios y dependencias externas, por ejemplo, el suministro de materias primas necesarias para la puesta en marcha del proceso de tratamiento.

Mediante una revisión documental se evidenció un estudio de métodos y tiempo realizado en el año 2021. Este arrojó como resultado la identificación previa de los problemas que estaban afectando el proceso de descarga de pailas y mediante una lista de chequeo se comprobó la implementación de las medidas propuestas (tabla 3).

**Tabla 3.**

Estado de cumplimiento de las medidas propuestas

<b>Medidas propuestas</b>	<b>Estado</b>
Agilizar los procesos de mantenimientos a través del diseño de un cronograma que permita establecer los tiempos adecuados para los mismos	Cumplido
Garantizar el completamiento de la fuerza laboral especializada (operarios)	Incumplido
Asegurar las herramientas adecuadas para ejercer el trabajo y no afectar la seguridad de los operarios	Cumplido
Se debe realizar una sustitución tecnológica de la bomba para garantizar el trasvase de las piscinas	Incumplido

---

Aumentar el coeficiente de disponibilidad técnica en el parque automotor para el traslado dinámico de las pailas	Incumplido
--	------------

---

Mediante los resultados obtenidos se pudo detectar que los dos principales problemas que están influyendo actualmente en el aprovechamiento de la jornada laboral es la ausencia de operarios para la descarga de pailas; así como la ausencia de una motobomba de mejor capacidad tecnológica para realizar el trasvase de las piscinas.

De otro lado, se sugirió el aumento del coeficiente de disponibilidad técnica del transporte, aunque esta medida debe estar en concordancia con el número de operarios disponibles.

## **Análisis integral de los problemas que afectan a la UEB Producción**

Para el análisis integral de los problemas detectados se agruparon los más frecuentes en la etapa de evaluación y se vincularon a los procesos de la entidad (tabla 4). También se aplicó en método Kendall y se identificaron como principales problemas:

- Mal procedimiento de los operarios a la hora de realizar las labores de descarga.
- Existencia de una motobomba deficiente para el trasvase del crudo a las piscinas.
- Deficiente disponibilidad técnica de los camiones para transportar el crudo.
- Ausencia de operarios en las tareas de descarga de pailas, identificado como el principal por los expertos con un 84.2% de concordancia entre los expertos.

**Tabla 4.** Problemas que afectan a la UEB Producción

Riesgo de caídas por parte de los trabajadores de la entidad	Todos los procesos	-
Derrame en los suelos de aguas residuales altamente corrosivas en caso de averías en el ducto Varadero-Cárdenas	Producción	Transporte de aguas residuales
Aumento de la corrosión en los lugares aledaños a batería central	Producción	Tratamiento de crudo
Incapacidad de la motobomba para realizar el trasvase adecuado de crudo a las piscinas	Producción	Descarga de pailas
Ausencia de operarios especializados para la descarga de pailas	Producción	Descarga de pailas
Aumentar el coeficiente de disponibilidad técnica en el parque automotor para el traslado dinámico de las pailas	Producción	Descarga de pailas
Deficiente logística reserva	Gestión logística	
Mal procedimiento por parte de los operarios	Producción	-

A partir de un ciclo de entrevistas con especialistas y obreros de la entidad, se logra determinar las causas y subcausas que influyen en el principal problema detectado. Estas se listan a continuación:

- Los operarios sienten inseguridad para acercarse al área de las piscinas debido al alto riesgo de contaminación del aire que puede afectar a la salud.
- Falta de equipos de protección personal para realizar dicha actividad.
- Recursos escasos (guantes, herramientas, llaves especiales para abrir el tanque de la paila y otra para abrir la bomba hacia los tanques. Lo hacen con llaves de otras áreas prestadas que en ese momento no la están utilizando, lo que atrasa el proceso).
- El salario no corresponde con el nivel de peligrosidad a los que se someten los operarios.
- Falta de equipo anti sonoro para realiza el proceso, puesto que se dificulta la comunicación entre el operario y el chofer ya que las piscinas están cerca de las calderas y el nivel de ruido supera los límites permisibles.



actuación que puede incluir un ciclo de antibióticos que puede extenderse desde siete hasta catorce días.

Estas enfermedades pueden encontrarse en la Ley 116 o Código del Trabajo de la República de Cuba (artículo 132), en la cual se establecen las enfermedades profesionales reconocidas por las autoridades de salud pública en Cuba. Dentro de ellas se identifica: "Dolencias causadas por los derivados halogenados tóxicos de los hidrocarburos alifáticos o aromáticos" [12, p. 559], donde pudieran entrar las enfermedades identificadas.

En entrevista con el operario se le pregunta si ha padecido alguna vez de estas enfermedades. Responde no, lo cual se explica por el uso de guantes de otros puestos de trabajos y pañuelos o mascarillas improvisadas para su protección.

Sobre la concientización a los obreros, la dirección de la entidad debe aprovechar los matutinos que inician los turnos de trabajo para hacer un llamado de atención sobre la necesidad de tapar las piscinas donde se vierte el crudo proveniente de las pailas. De esta forma se evita que escapen a la atmósfera gases nocivos durante un prolongado tiempo y se reduzca la contaminación atmosférica [13].

### **Análisis económico de la seguridad**

En caso de simular un caso donde ocurra algún accidente por alguna de las enfermedades expuestas anteriormente:

- El trabajador pudiera perder hasta catorce días como máximo (un turno de trabajo de diez días efectivos).
- Su salario mensual es de \$2890.00 pesos, por lo que recibe un subsidio de Seguridad Social de \$ 2080.80 pesos.

- El tiempo que ocurra el accidente, el tecnólogo B es el encargado de asumir su función.
- El proceso se paraliza una hora a un costo de \$12.04 pesos.

Entonces, se asume que el traslado a una institución de salud lo garantiza la entidad como parte de su estrategia de atención al obrero. Esto forma parte de su responsabilidad social empresarial.

La salud en Cuba es constitucionalmente gratuita, no se derivan costos en este sentido para la entidad. En este periodo la producción no decrece, ni se paraliza el proceso. Por otra parte, se aplicó el método de Heinrich para determinar:

- Cálculo de los costos directos que son equivalentes a los subsidios: \$2080.80 pesos.
- Cálculo de los costos indirectos (CI=4CD) que son equivalentes a \$8 323.2 pesos.
- Costo total=CD (\$2080.80) + CI (\$8323.2), que en este caso ascenderían a \$10.404.00 pesos. Costo de medios de protección (medidas preventivas).

Como resultado, se procede a identificar las entidades que ofrecen dentro de su oferta de productos los elementos necesarios para la ejecución de las medidas:

- Empresa de Protección con Textiles (EMPROTEX, entidad estatal).
- Sociedad ASTRAL SRL (entidad privada).

Asimismo, se identifican los precios y productos necesarios para el desarrollo de la entidad: cascos de seguridad para trabajadores industriales (\$1800.00); guantes industriales (\$262.80); mascarillas de gas industrial (\$780.00); así

como el costo total de inversión en seguridad del trabajador para un obrero (\$2842.80).

El criterio de rentabilidad empleado para facilitar la toma de decisión fue el análisis costo-beneficio. Considerando costo a los gastos incurridos en las acciones preventivas, se incluyó el ahorro de costos por accidentes en los beneficios. En este caso la empresa tuviera ahorros de \$ 7561.2 pesos.

### Conclusiones

Se aplica el Método General de Solución de Problemas, proponiéndose las medidas a tomar con su respectivo análisis de impacto económico, social y medioambiental. La larga extensión del oleoducto, disminución de la temperatura del crudo en el interior del oleoducto, mal procedimiento por parte de los operarios e influencia del medio ambiente, son los principales problemas que atrasan las ventas.

Así, se definen los riesgos laborales y se conoce que los incidentes ocurridos no provocaron afectaciones graves para los trabajadores, ya que la empresa trata de mitigar los riesgos existentes. Entonces, se identifican los principales procesos que agreden el medio ambiente dentro del proceso productivo que realiza la UEB Producción y las causas que lo originan.

En últimas, se detecta la falta de operarios para la descarga de las pailas como problema fundamental y se realiza una propuesta para la mejora del proceso. Se reporta un ahorro de \$7561.2 pesos en caso tomar la medida propuesta.

### Referencias

- [1] R. Casilda. (2019, sep.). América Latina: situación actual y perspectivas económicas", *Documentos de Trabajo IELAT*. [Internet]. N.º 126. Disponible en <https://ielat.com/normativa-de-edicion/>
- [2] L. Balza, P. Carvajal, M. Madrigal et al. (2020, my. 18). "La crisis de los precios de petróleo ante el COVID-19: recomendaciones de política para el sector energético" [Internet]. Disponible en <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-crisis-de-los-precios-de-petroleo-ante-el-covid-19-recomendaciones-de-politica-para-el-sector-energetico/>
- [3] V. Bravo, *Análisis del mercado petrolero. Documento de trabajo*, Buenos Aires: Fundación Bariloche, 2015.
- [4] J. Pardo, *Configuración y usos de un mapa de procesos*, Madrid: AENOR, 2020.
- [5] J. Torres, M. Briñez y V. Romero. (2017). "Políticas de servicio para la Gestión Logística en las Empresas de Comercialización de Crudo Natural", *Telos*. [Internet]. Vol. 19, n.º 2, 2017, pp. 260-287.
- [6] S. Morrow. (2022, ene. 14). "La OPEP afirma que la demanda de Petróleo mundial aumentó un 6.5% en 2021" [Internet]. Disponible en <http://www.aa.com.tr/es/mundo/la-opec-afirma-que-la-demanda-mundial-de-petroleo-aumento-en-un-6-5-en-2021/2110431#>
- [7] Cores, *Informe estadístico anual 2018*, Madrid: Cores, 2018. <https://www.cores.es/sites/default/files/archivos/publicaciones/informe-estadistico-anual-2018.pdf>

- [8] R. Becerra, Dirección de Capital Humano. Unidad Empresarial de Base de Producción. Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro (EPEP-C). Matanzas, Cuba: OSDE-CUPET, 2011.
- [9] J. Harbour, *Manual de trabajo de re-ingeniería de procesos*, Panorama, 1995.
- [10] J. Acebedo y M. Gómez, "Algunas técnicas de la Ingeniería", en *Introducción a la ingeniería, La Habana*, 2012, pp. 50-53.
- [11] D. Burgasí, D. Cobo, K. Pérez et al. (2021). "El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años", *Rev. Tambara*. [Internet]. Vol. 14, n.º 84, pp. 1212-1230. [https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA\\_FINAL-PDF.pdf](https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf)
- [12] Ministerio de Cultura. (2014, jun. 17). Ley 116, *Código de Trabajo. Reglamento y disposiciones complementarias*. [Internet]. Disponible en [https://www.minjus.gob.cu/sites/default/files/archivos/publicacion/2019-11/ley\\_116\\_codigo\\_de\\_trabajo.pdf](https://www.minjus.gob.cu/sites/default/files/archivos/publicacion/2019-11/ley_116_codigo_de_trabajo.pdf)
- [13] M. González, Evaluación de la eficiencia en la estación cabecera del Oleoducto de la Planta de procesamiento de Crudo. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas, 2018. <http://cict.umcc.cu>