

Artículo Original

**PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y ADAPTACIÓN DE
TECNOLOGÍA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE
LÍQUIDO ASFÁLTICO**

**PROCEDURE OF EVALUATION AND ADAPTATION OF TECHNOLOGY FOR
THE INCREMENT OF ASPHALTIC LIQUID PRODUCTION**

Mijail Bonachea Crespo ^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-9764-909X>
Omar Pérez Navarro ² <https://orcid.org/0000-0001-6963-1327>
Julio Pedraza Gárciga ³ <https://orcid.org/0000-0003-1780-5297>

¹ Empresa Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” de Cabaiguán. Céspedes #1 Final, Cabaiguán, Sancti Spiritus, Cuba.

² Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

³ Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI). Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez” (UNISS). Avenida de los Mártires 360, CP 60100, Sancti Spiritus, Cuba.

Recibido: Febrero 24, 2021; Revisado: Abril 3, 2021; Aceptado: Abril 16, 2021

RESUMEN

Introducción:

Atendiendo a las complejidades de la evaluación tecnológica para la asimilación de tecnologías para facilitar el incremento de la capacidad productiva en refinerías de petróleo que manipulan crudos pesados para producir asfalto, es necesario definir los principios metodológicos y acciones estratégicas para la conducción de dicho proceso.

Objetivo:

Establecer un procedimiento para la evaluación y adaptación de tecnologías que permita el incremento de la producción de líquido asfáltico a partir de crudos cubanos en la Refinería “Sergio Soto” o en cualquier otra instalación de su tipo.

Materiales y Métodos:

Se elaboraron las bases conceptuales y un procedimiento heurístico para la adaptación tecnológica en instalaciones productoras de asfalto que requieren incrementos de su capacidad de producción considerando la integración lógica y ordenada de pasos de desarrollo, evaluación y asimilación de tecnologías.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Mijail Bonachea, Email: mijail@refssp.cupet.cu



Resultados y Discusión:

Se desarrollaron las bases metodológicas para la evaluación y adaptación de tecnologías y un procedimiento heurístico para facilitar la conducción del incremento de la capacidad productiva para refinerías de crudos en una secuencia lógica que incluye la definición exacta de la capacidad adecuada a partir de relaciones mercado-disponibilidad de crudos, diagnóstico y evaluación tecnológica y ambiental para diferentes modificaciones tecnológicas.

Conclusiones:

Las bases metodológicas para la evaluación y adaptación de tecnologías en el incremento de la capacidad productiva de refinerías de crudo tienen que considerar aspectos empresariales, de mercado, de evaluación tecnológica y ambiental y de factibilidad técnica y económica.

Palabras clave: asfalto; asimilación tecnológica; crudo pesado; metodología; procedimiento heurístico.

ABSTRACT

Introduction:

In view of the complexities of technological evaluation for technologies assimilation to facilitate the increase of production capacity in oil refineries that handle heavy crude oil to produce asphalt, it is necessary to define the methodological principles and strategic actions for this process conduct.

Objective:

To develop a procedure for technologies evaluation and adaptation that allows the increment of asphaltic liquid production starting from Cuban crude oil in “Sergio Soto” Refinery, or in any similar installation.

Materials and Methods:

Conceptual bases and a heuristic procedure were elaborated for the technological adaptation in facilities asphalt producers that require increments of their production capacity considering the logical integration and ordinate of development, evaluation and assimilation of technologies steps.

Results and Discussion:

The methodological bases for the evaluation and adaptation of technologies and a heuristic procedure were developed to facilitate the productive capacity increment for crude oil refineries in a logical sequence that includes the exact definition of the appropriate capacity starting from relationships market-readiness of crude oil, diagnostic and technological and environmental evaluation for different technological modifications.

Conclusions:

The methodological bases for the evaluation and adaptation of technologies in the increment of the productive capacity of crude oil refineries must consider managerial aspects, as market, technological and environmental evaluation and technical and economic feasibility.

Keywords: asphalt; technological assimilation; heavy crude oil; methodology; heuristic procedure.

1. INTRODUCCIÓN

En las condiciones actuales de la economía cubana, es más vital que nunca la búsqueda de soluciones creativas y flexibles que conduzcan al desarrollo de tecnologías efectivas, sostenibles e independientes de las importaciones. En ese contexto, la búsqueda, explotación y tratamiento de los combustibles fósiles presentes en su porción geográfica es una prioridad del país y dentro de ello, la refinación del petróleo crudo extraído de la región de Matanzas cobra vital importancia.

Por las características propias de dicho material, crudo pesado, de alto contenido de azufre, el principal destino del mismo, luego de la refinación, es la producción de asfalto. La refinería “Sergio Soto”, perteneciente a la empresa Cuba Petróleo (CUPET), ubicada en el municipio de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus, es la única de su tipo en el país que procesa el crudo de Matanzas, siendo por la tanto, la única entidad productora de líquido asfáltico proveniente de petróleo crudo nacional (PCN).

El líquido asfáltico proveniente de dicha entidad es demandado ampliamente por múltiples clientes (MICONS, 2018). Existen perspectivas de comercialización que requieren un incremento de la capacidad de procesamiento de PCN. Sin embargo, la capacidad productiva actual de la refinería, que ya ha sido incrementada en los últimos años (Chamorro, 2016); (Martínez, 2017); (Vidal, 2017) es muy inferior a la demandada y se precisa efectuar las transformaciones correspondientes sin que exista claridad metodológica de las acciones requeridas para enfrentar dicha tarea en toda su magnitud. Por otro lado, la instalación está ubicada en una zona urbana densamente poblada, es alta consumidora de fuel oíl y electricidad y genera importantes impactos ambientales por emisiones gaseosas, vertimiento de líquidos y contaminación de suelos. Las acciones desarrolladas para mitigar tales efectos no han respondido a un procedimiento organizado de evaluación y gestión ambiental que tribute a la gestión medio ambiental y dentro de ella a la gestión tecnológica.

La adaptación de tecnologías en las condiciones de la economía cubana actual y su modelo de gestión, ha sido abordada, desde el punto de vista conceptual, metodológico y práctico, en varios trabajos científicos. Ley y González (2006), hicieron una contribución a los métodos de asimilar tecnologías empleando vigilancia tecnológica (VT) y seleccionando una tecnología apropiada y competitiva (TAC) para la producción de biocombustibles. Posteriormente Hernández y col., (2009), definieron las acciones inadecuadas llevadas a cabo en diferentes procesos inversionistas con transferencia tecnológica efectuados en el país. Más recientemente Pérez y col., (2021), combinaron el desarrollo de procesos y adaptación tecnológica para las decisiones inversionistas de la industria agroalimentaria.

Sin embargo, aunque los principios de la adaptación de tecnologías en la industria química y más aún, las herramientas metodológicas para la evaluación de acciones inversionistas y modificaciones tecnológicas se han definido con claridad en trabajos precedentes, no se encontraron antecedentes del planteamiento y aplicación de procedimientos heurísticos en la adaptación de tecnologías para la refinación de petróleo con destino a la elaboración de líquido asfáltico a partir de PCN y en las condiciones de la industria nacional actual. Atendiendo a ello, el objetivo de la presente investigación es establecer un procedimiento de evaluación y adaptación de tecnologías

que permita el incremento de la producción de líquido asfáltico a partir de PCN en la Refinería “Sergio Soto” o en cualquier otra instalación de su tipo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboraron las bases conceptuales y un procedimiento heurístico que permite conducir las acciones requeridas para incrementar la capacidad de producción de líquido asfáltico en la refinería de petróleo “Sergio Soto” que es aplicable a cualquier instalación de su tipo. El antecedente principal de las bases conceptuales propuestas son los principios generales de aplicación de la asimilación tecnológica en instalaciones de la industria química propuestos por Ley y González, (2006), que consideran el acondicionamiento de materias primas, la garantía de los requerimientos energéticos y de sistemas auxiliares y el cumplimiento de factores técnicos, económicos, ambientales y de transferencia tecnológica. Adicionalmente se consideraron las modificaciones propuestas en trabajos posteriores por Hernández y col., (2009) y la aplicación a casos de reconversión industrial por Morales y col., (2013). También se utilizaron como basamento los ajustes para el desarrollo de procesos y la asimilación tecnológica en condiciones de la agroindustria alimentaria cubana (Pérez y col., 2021) y su aplicación considerando gestión de la calidad en un entorno local (Pérez y col., 2020).

Para la confección de la metodología se propuso un procedimiento de integración lógica y ordenada de pasos de desarrollo, evaluación y asimilación de tecnologías, basado en experiencias previas de crecimientos de capacidad en instalaciones refinadoras de petróleo. Los pasos metodológicos propuestos consideraron el diagnóstico inicial, como conceptualización del escenario de partida, el vínculo mercado-disponibilidad de crudo-nueva capacidad de refinación, el diagnóstico y evaluación tecnológica, económica y ambiental y el análisis de factibilidad para los procesos inversionistas requeridos. Para la evaluación tecnológica se propuso la evaluación operacional, la evaluación e integración energética, el chequeo de equipos y los balances exergéticos.

Los escenarios considerados fueron la situación actual o previa al proyecto, las modificaciones que no requieren inversiones apreciables y las que sí requieren procesos inversionistas asociados al incremento de tamaño de la instalación. La evaluación tecnológica, económica y ambiental se aplica en los tres escenarios, adaptándose a las peculiaridades de cada uno y a las exigencias tecnológicas provocadas por las características físico-químicas del PCN.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Bases conceptuales de la conducción de la adaptación tecnológica en instalaciones procesadoras de líquido asfáltico

Los principios metodológicos generales establecidos por Ley y González, (2006), para la conducción de la asimilación de tecnologías en las condiciones de la industria química cubana actual son aplicables al caso de la industria refinadora de crudos para producir asfalto. Dentro de ellos, es vital la VT a través de la búsqueda de información actualizada, reportada en todas las fuentes previstas por dicho autor. En este caso, y puesto que existe gran cantidad de instalaciones eficientes de este tipo en el mundo, es muy importante la observación directa. Ante esta última posibilidad, se hace necesario

adaptar el conocimiento y los métodos tecnológicos a las demandas específicas del PCN, principalmente por su carácter de material pesado y extra pesado y su alto contenido de azufre.

Por otra parte, el principio de selección de la TAC está bien enfocado, en términos generales, para la selección de la tecnología de refinación para asfalto. Esquemas tecnológicos reportados previamente (Kleen-Performance-Products, 2015); (Smith, 2018), son adecuados para seguir la secuencia de operaciones de separación y transferencia de calor requeridas en este caso. Asimismo, el proceso tecnológico instalado en la refinería “Sergio Soto”, cubre con efectividad las demandas de estos procesos.

Sin embargo, siguiendo los aspectos definidos por Pérez y col., (2021), aun cuando la vigilancia tecnológica se logre con efectividad, algunos aspectos vinculados con las especificidades del proceso, principalmente propiedades y características físicas y químicas de los materiales a tratar, requieren ser desarrollados. Este principio puede ser adaptable en el caso del asfalto, también a la selección de la TAC. Siendo así, dicha selección pasa por reconocer que una propuesta de este tipo, en términos generales, puede ser también adaptada o mejorada, permitiendo una mejor incorporación de las nuevas propiedades o características de los nuevos materiales a un esquema existente.

A través de estas ideas, es posible orientar las transformaciones tecnológicas necesarias para el incremento de la producción de asfalto considerando que los principales cambios en las tecnologías adaptadas están enfocados en las características y propiedades del PCN. Ahora bien, las transformaciones requeridas dependerán de varios factores: entre ellos están las magnitudes de incremento de la capacidad de tratamiento, la densidad, viscosidad, contenido de azufre y otras características del crudo, el estado tecnológico del equipamiento, de los sistemas auxiliares y del control automático. Además, es importante la infraestructura de abastecimiento de crudo y distribución de los productos refinados, la gestión de los desechos, que en este caso abarca desechos gaseosos, líquidos y semisólidos extremadamente agresivos y la habilidad organizacional de asumir con velocidad y efectividad los cambios previstos, entre otros, de naturaleza empresarial. En este sentido, es útil considerar un esquema de garantía de los prerrequisitos de las instalaciones para la implantación de los sistemas de gestión de la calidad a estos procesos

Dependiendo de los factores anteriores, es posible implementar transformaciones de naturaleza puramente tecnológica, sin inversión o transformaciones más profundas que dependan de inversiones de diferente cuantía y condiciones de proyección, evaluación y ejecución novedosas.

Por otra parte; aunque están claras las definiciones de la capacidad de extracción de crudo y la demanda del mercado, es necesario que el procedimiento heurístico considere las acciones para la definición de los incrementos de capacidad. Esta actividad es muy importante puesto que dicha definición debe responder a las posibilidades de extracción de crudo y a las demandas del asfalto por encima de cualquier otra decisión. Varias fuentes refieren la importancia de la combinación entre las posibilidades extractivas y las comerciales en estos proyectos (Ronald y Colwell, 2009); (Smith, 2018).

A ello se unen otros reportes que demuestran la importancia del vínculo entre la incertidumbre en el mercado (Rudd y Watson, 1968) y la incertidumbre en la

disponibilidad de materias primas (Oquendo, 2002). Estos aspectos revelan que se requiere un equilibrio entre mercado y disponibilidad de materias primas que no siempre se logra, sobre todo en las condiciones de la economía cubana. Ante dicha disyuntiva, Oquendo (2002) y Pérez y col., (2021), ponderaron la gestión de la disponibilidad de materias primas a partir de mercados de productos del sector agroindustrial poco abastecidos. Pero en la mayoría de los casos se busca satisfacer mercados para los cuales se dispone de materias primas y tecnología.

Generar un procedimiento para la adaptación de tecnologías de producción de asfalto requiere considerar el vínculo entre el mercado de productos refinados, las potencialidades de extracción y las posibilidades tecnológicas y financieras para hacerlo, siendo la opción más adecuada desarrollar capacidades de extracción de crudo pesado para responder a las demandas del mercado y desarrollar las capacidades tecnológicas necesarias en las instalaciones refinadoras de petróleo. Respecto a la demanda actual de asfalto es necesario considerar el estado crítico de los viales en el país y las perspectivas que ofrece la inversión extranjera, que demanda un desarrollo acelerado y perspectivo de los viales.

Además de lo anterior y ya desde el punto de vista tecnológico, asumir incrementos de capacidad de producir asfalto por refinerías en funcionamiento demanda del diagnóstico de la situación actual y perspectiva de la instalación para asumir los incrementos. El diagnóstico requiere considerar, junto a las temáticas típicas de dicha tarea, los prerrequisitos para la implementación de la nueva capacidad a través de sistemas de gestión de la calidad (Pérez y col., 2020). El diagnóstico facilita la planificación de las tareas a ejecutar en la evaluación tecnológica y ambiental, entre ellas la evaluación operacional a través de balances de materiales, energía y exergía (Chamorro, 2016); (Vidal, 2017). Posteriormente se necesita evaluar el funcionamiento del equipamiento instalado en las nuevas condiciones operacionales, incluyendo los aspectos vinculados con los residuos, su tratamiento y vertimiento al ambiente. En este sentido es muy efectivo el chequeo y evaluación de equipos, principalmente los de intercambio de calor y masa (Martínez, 2017).

Estas acciones crean las condiciones para la toma de decisiones estratégicas relacionadas con la demanda de modificaciones tecnológicas, asociadas a procesos de mejora con o sin inversión. En el primer caso, la evaluación tecnológica y ambiental va acompañada de un análisis de factibilidad económica y financiera que permite definir la conveniencia de ejecutar inversiones asociadas al incremento de la capacidad y en el segundo, la evaluación tecnológica y ambiental se complementa con la evaluación económica, en la búsqueda de los efectos de la modificación sobre los indicadores económicos del proceso.

3.2 Procedimiento heurístico para la conducción de la adaptación tecnológica en instalaciones procesadoras de líquido asfáltico

En la Figura 1 se muestra el diagrama heurístico del procedimiento propuesto para la adaptación de tecnología aplicable al incremento en la producción de líquido asfáltico a partir de PCN. El procedimiento comienza con la definición de las nuevas potencialidades de extracción de crudo pesado. Posteriormente se estudia el mercado con la finalidad de definir si la disponibilidad potencial de crudo pesado es capaz de

cubrir la demanda. En caso contrario, existen potencialidades de demanda para desarrollar nuevas capacidades de extracción de crudo pesado considerándose una nueva combinación de capacidad productiva-demanda.

En caso de existir disponibilidades de crudo pesado para cubrir la demanda se define la nueva capacidad de producción de líquido asfáltico y se efectúa el diagnóstico y evaluación tecnológica, económica y ambiental para asumir el incremento de capacidad productiva.

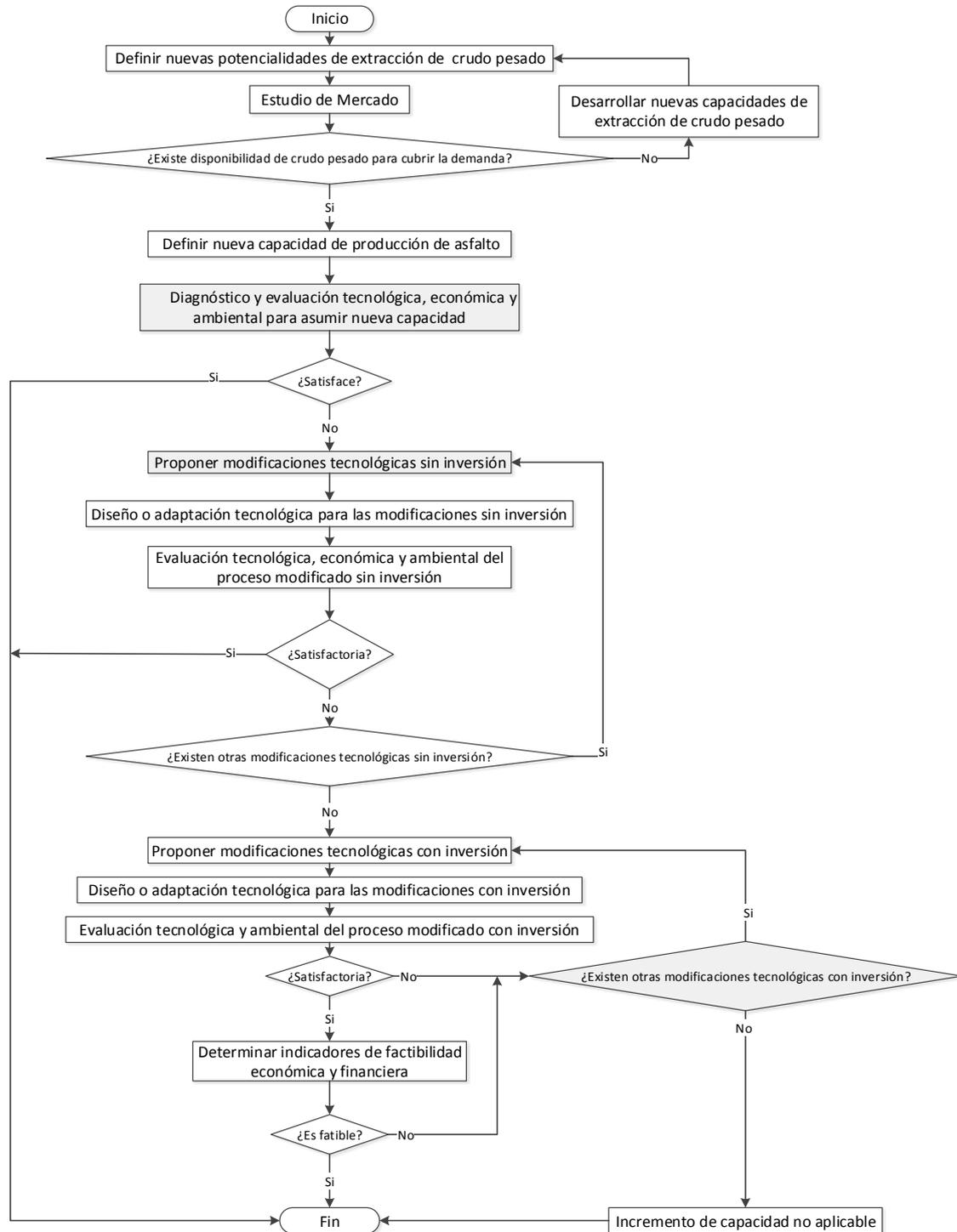


Figura 1. Procedimiento heurístico para la evaluación y adaptación de tecnología en el incremento de la producción de asfalto

El diagnóstico consiste en una evaluación operacional con su correspondiente auditoría tecnológica que permite trazar los primeros pasos para la evaluación tecnológica en condiciones de capacidad incrementada. Los pasos que conforman la evaluación tecnológica y ambiental son: la evaluación operacional, la evaluación energética y exergética, la integración energética, el chequeo de equipos y el diagnóstico y evaluación ambiental. El análisis de integración energética, puede efectuarse por la tecnología PINCH, para lo cual puede usarse el software ASPEN PINCH. El análisis ambiental permite determinar las características y nivel de afectación por cada efluente y proceso, así como los impactos del incremento de capacidad. El análisis económico se refiere al comportamiento de los principales indicadores de costo y utilidades del proceso, sus tendencias y el efecto de los incrementos de capacidad sobre los mismos.

El estado satisfactorio de todos los pasos de la evaluación tecnológica, económica y ambiental permite definir si la instalación satisface los requerimientos para asumir la nueva capacidad, en caso afirmativo termina el procedimiento; en caso contrario, se proponen modificaciones tecnológicas sin inversión. Para las modificaciones tecnológicas sin inversión se efectúa el diseño o adaptación tecnológica según sea el caso y se repite la evaluación tecnológica, económica y ambiental para el proceso modificado sin inversión. El análisis económico asociado a este paso se refiere al impacto de la modificación sobre los principales indicadores de costo y utilidades del proceso y sus tendencias. Si el comportamiento de todos los pasos considerados en la evaluación tecnológica, económica y ambiental, es satisfactorio termina el procedimiento; en caso contrario, si existen otras posibles modificaciones tecnológicas sin inversión, se proponen las mismas considerando nuevas modificaciones tecnológicas sin inversión.

En caso de no existir nuevas modificaciones tecnológicas sin inversión se proponen modificaciones tecnológicas con inversión, se efectúa el diseño o adaptación tecnológica según sea el caso y se repite la evaluación tecnológica y ambiental para el proceso modificado con inversión. Si el comportamiento de todos los pasos considerados en dicha evaluación, es satisfactorio se determinan los indicadores de factibilidad económica y financiera para las modificaciones. Si la inversión es factible, termina el procedimiento.

Si la evaluación tecnológica y ambiental del proceso modificado con inversión, o alguno de sus pasos, no es satisfactoria o si los resultados de factibilidad no son adecuados, se consideran nuevas modificaciones tecnológicas con inversión si existe tal posibilidad, en caso contrario, el incremento de capacidad no es aplicable, con lo cual también termina el procedimiento heurístico.

El procedimiento aquí presentado reúne requisitos y posibilidades para aplicarse no solo al caso propuesto sino a cualquier situación de evaluación tecnológica con vistas al incremento de capacidades o a transformaciones tecnológicas importantes donde es posible y conveniente la adopción de tecnologías previamente desarrolladas y su adaptación a condiciones total o parcialmente diferentes en lo referente a las características y propiedades de materias primas, productos intermedios y/o finales.

Adicionalmente, desde el punto de vista metodológico el procedimiento integra principios desarrollados previamente como la relación mercado-disponibilidad de materias primas con otros como la relación secuencial entre las modificaciones

tecnológicas sin inversión apreciable y las que demandan inversión y aspectos menos tratados o no incluidos regularmente en este tipo de decisiones como la evaluación energética, exergética y ambiental.

4. CONCLUSIONES

1. A partir de un adecuado planteamiento de las bases metodológicas para la evaluación y adaptación de tecnologías, teniendo en cuenta aspectos empresariales, de mercado, de evaluación tecnológica, económica, ambiental y de factibilidad técnico económica, es conveniente considerar un principio heurístico que facilite las acciones para el incremento de la capacidad productiva en la industria refinadora de petróleo para la producción de asfalto, aplicable a la industria química en general.
2. La secuencia lógica y decisoria requerida demanda la definición exacta de la capacidad adecuada considerando las relaciones mercado-disponibilidad de materias primas, el diagnóstico y evaluación tecnológica, económica y ambiental desde la situación previa a las modificaciones hasta la nueva situación, con modificaciones ejecutadas a través de adopción de tecnologías requiriéndose o no de procesos inversionistas.

REFERENCIAS

- Chamorro, L., Integración energética de la red de intercambiadores de las secciones de Destilación Atmosférica y al Vacío en la Refinería “Sergio Soto Valdés”. Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Química, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba, 2016.
- Hernández, J.P., García, A., & González, E., Estrategia para la evaluación tecnológica en la etapa exploratoria del Análisis Complejo de Procesos en plantas de gases industriales., *Tecnología Química*, Vol. XXIX, No. 1, 2009, pp. 17-24.
- Kleen-Performance-Products., Introduction to Re-Refined Vacuum Tower Asphalt Extenders (VTAEs)., Presented to Fall Asphalt Seminar, Ontario Hot Mix Producers Association (ohmpa), 2015.
- Ley, N., & González, V., Aspectos metodológicos para la transferencia tecnológica en un proceso químico., *Revista Ingeniería Química de Uruguay*, No. 29, Julio, 2006, pp. 30-34.
- Martínez, L., Modificaciones tecnológicas en la Refinería “Sergio Soto” para aumentar la producción de líquido asfáltico (AC-30)., Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Química, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba, 2017.
- MICONS., Contrato de comercialización de asfalto., Ministerio de la Construcción - Refinería “Sergio Soto”, Período 2018-2023, 2018, pp. 1-13.
- Morales, M., González, E., Mesa, L., & Castro, E., Estrategia de reconversión de la industria diversificada de la caña de azúcar para la producción conjunta de bioetanol y coproductos., *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, No. 66, 2013, pp. 189-198.
- Oquendo, H., Consideración de la incertidumbre de la demanda y la disponibilidad de las materias primas en la determinación de las nuevas capacidades de producción de

- derivados de la caña de azúcar., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Especialidad Ingeniería Química en la Universidad de Camagüey, Cuba, 2002.
- Pérez, O., Chaviano, M., Corzo, I., Velázquez, M., Miño, J.E., & Reymond, A., Gestión de inocuidad y asimilación de tecnologías en fábrica de Helados desde el desarrollo local., *Revista de Ciencia Tecnología e Innovación +ingenio.*, Vol. 2, No. 1, 2020, pp. 23-41.
- Pérez, O., González, E., & Ley, N., Procedimiento estratégico de desarrollo de procesos agroindustriales complementado con asimilación tecnológica., *Centro Azúcar*, Vol. 48, No. 1, 2021, pp. 47-58.
- Ronald, F., & Colwell, P., *Oil Refinery Processes. A brief overview.*, Process Engineering Associates (L.L.C.), 2009., Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Prem-Baboo/post/Could-you-provide-me-information-about-petroleum-refining-process-Equipment-and-about-process-parameters/attachment/59d636c179197b8077994286/AS%3A390225764339712%401470048480189/download/oil_refinery_processes.pdf
- Rudd, D., y Watson, C. *Strategy of Process Engineering.*, McGraw Hill. NY., 1968, pp. 309-411.
- Smith, A., *North American Asphalt: Past, present and yet to come.*, Asphalt and Sourcing Alliancec 2018, pp. 1-31. Disponible en: https://www.penndot.gov/ProjectAndPrograms/Construction/QAW/2018_QAW_Presentations/Asphalt/Asphalt,%20Past,%20Present%20and%20Yet%20to%20Come.pdf
- Vidal, C., *Evaluación de la Gestión Energética de la Refinería “Sergio Soto Valdés”.*, Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Química, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba, 2017.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- M.Sc. Mijail Bonachea Crespo. Realizó la propuesta del procedimiento y escritura del artículo.
- Dr.C. Omar Pérez Navarro. Realizó la propuesta de las bases conceptuales y colaboró en la confección del diagrama y escritura del artículo.
- Dr.C. Julio Pedraza Gárciga. Realizó la búsqueda de información precedente, colaboró en la propuesta de procedimiento y en la revisión del artículo.